

# e-learning resources for teaching Chemical Engineering.

F. García-Herruzo, A. García-Rubio, C. Gómez-Lahoz, J.M. Rodríguez-Maroto y C. Vereda-Alonso.

Dpto. Ingeniería Química,  
Facultad de Ciencias. Campus de Teatinos.  
Universidad de Málaga (España).  
[Lahoz@uma.es](mailto:Lahoz@uma.es)

**Abstract.** In order to meet the requirements of the Bologna Agreements, and achieve the quality standards established for the European Higher Education Area (EHEA), a number of tools available under the MOODLE platform were used. The main goal is to improve how the students study and learn a Chemical Engineering subject, using the Workshops together with Forums of the virtual platform to encourage a continuous collaborative work. The Workshop begins as a typical Chemical Engineering problem that the student must try to solve for a week. Then all the solutions are sent to the platform which redistribute them anonymously among the students so they have to perform a second task, which consists mainly on a constructive criticism and evaluation of the problem(s) they received. On a third stage, a solution for the problem is published by the teaching team. About 15 workshops were performed during the semester, with an approximate duration of 2 weeks each. During the workshop the students used the Forums to ask the group about specific difficulties that they were meeting during their attempt to solve the problem. Frequently the forums arose interesting discussions that helped the teaching team to discover where the main difficulties were found by the students. The students were very satisfied with this teaching tools.

**Keywords:** Moodle Workshop, EHEA, student peer review, collaborative work

## 1. Introducción.

Se ha desarrollado un proyecto de innovación educativa que busca la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), es decir, fomentar el aprendizaje autónomo de los alumnos y estimular su interés por la materia que se imparte, así como fomentar diversas actitudes como el trabajo colaborativo y el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), entre otros. Para ello se ha propuesto el uso de diversas herramientas disponibles en la plataforma *Moodle*, con especial atención a los **Talleres**, para dirigir el trabajo autónomo, sin olvidar los

2 F. García-Herruzo, A. García-Rubio, C. Gómez-Lahoz, J.M. Rodríguez-Maroto y C. Vereda-Alonso.

**Foros**, como apoyos para la tutorización del mencionado trabajo autónomo, y la elaboración de **Cuestionarios**, que permitan la autoevaluación de los alumnos. Ello se ha aplicado a una asignatura del primer cuatrimestre del 2º curso de la titulación de Ingeniero Químico: Fundamento de las Operaciones de Transferencia.

## 2. Descripción de la Experiencia.

Seguidamente se describen las herramientas que se han desarrollado para alcanzar los objetivos:

a- **Talleres Virtuales** para la resolución de problemas. El propósito es, en una primera etapa, permitir a los alumnos intentar, de forma individual o en grupos pequeños (2 a 5 alumnos), la resolución de estos problemas. En la segunda etapa, los alumnos proceden a una evaluación entre iguales, de manera que cada uno de ellos puede observar cómo algunos de sus compañeros abordaron el mismo problema. Finalmente, el profesorado, en una tercera fase, facilita la solución del problema.

b- Se han abierto **Foros**, anónimos o no a voluntad de los alumnos, tanto de Críticas y Sugerencias, como de Dudas para la consulta entre los alumnos de cuestiones relacionadas directamente con la materia de la asignatura, de especial utilidad durante el trabajo en los talleres.

c- Finalmente, se ha colocado en el entorno virtual un **Cuestionario de Autoevaluación** con la misma estructura que la prueba final escrita de forma que los alumnos sean capaces de autoevaluar si han adquirido las destrezas que se persigue que alcancen.

Seguidamente se describen con más detalle estas herramientas:

a- Los **Talleres Virtuales** han sido una herramienta desarrollada, con la inestimable colaboración del Servicio de Enseñanza Virtual y Laboratorios Tecnológicos de la UMA. Esta herramienta ha demostrado tener un potencial muy superior al que se estimó en la planificación del proyecto. En concreto, ha permitido, por una parte, que aquellos alumnos que han querido hacer un trabajo continuado de aprendizaje, lo hayan hecho de forma provechosa y ha estimulado el uso eficaz de las restantes herramientas docentes. Por ello, a lo largo del cuatrimestre se han realizado un total de 15 talleres lo que supone que con frecuencia se encontraban activos varios simultáneamente.

Como se ha indicado, constan de 3 etapas principales. En la primera, los alumnos disponen de aproximadamente 1 semana para intentar resolver un problema, muy similar a los que se proponen en la pruebas de evaluación, de manera individual o en grupos pequeños, si bien deben entregarlo de forma individual. Si en la tarea de resolución encuentran dificultades pueden plantear las mismas en el *Foro de Dudas*. En la segunda etapa la plataforma distribuye de forma automática y anónima los problemas entregados, de manera que cada alumno que ha entregado debe ahora corregir dos problemas realizados por sus compañeros. Para esta labor disponen de otra semana, y también pueden seguir haciendo uso del *Foro de Dudas*. Finalmente, en la tercera etapa, los profesores presentan la solución al problema en la plataforma para lo cual utilizan una de las respuestas presentadas por alguno de los alumnos, cuando esto es posible.

Para calificar la tarea realizada, los profesores se limitan a estudiar si el trabajo es serio o no, dando calificaciones del tipo “entregado” o “no entregado”. Cuando los profesores detectan que el trabajo realizado por los alumnos es poco serio se lo comunican al alumno interesado directamente por el correo electrónico. Esto ha permitido que en casi todos los trabajos entregados por los alumnos se observe un trabajo serio. No obstante, ante la dificultad de la verificación del trabajo personal se ha considerado que la ponderación del trabajo del Campus Virtual en la calificación global de la asignatura, no debe exceder del 20 % de la calificación total.

b- Los **Foros** de discusión abiertos han demostrado tener un interés creciente a lo largo del curso, siendo los alumnos algo reticentes a utilizarlos al comienzo, para acabar usándolos con bastante frecuencia. En concreto se han abierto dos foros: Uno de “dudas” y otro de “críticas y sugerencias”. En ambos casos se incorporaron al Aula Virtual una serie de alumnos ficticios cuya identidad y palabra de acceso era conocido por todos los alumnos, de forma que pudieran entrar a los foros con esas “identidades anónimas”, o con sus propias identidades. Solamente de manera excepcional los alumnos optaron por el uso de los foros de forma anónima. La actividad de los alumnos en los foros no fue utilizada por parte del profesorado para la tarea evaluadora del alumno, ya que se considera que esta es una herramienta que debe ser usada con total libertad, para estimular el debate y la colaboración entre los alumnos (en el caso del Foro de Dudas), y para permitir la crítica libre o proponer sugerencias, organizar seminarios, etc. (en el caso del Foro de Críticas y Sugerencias). En el foro de dudas los profesores intervienen poco, procurando estimular que sean los propios alumnos los que respondan a las dudas de sus compañeros.

c- En cuanto a los **Cuestionarios de Autoevaluación**, ha sido una herramienta que el Profesorado propuso indicando que tampoco sería utilizada para la evaluación de los alumnos, sino exclusivamente para que ellos supieran en qué condiciones se encontraban antes de la evaluación final. Se ha optado por poner una única autoevaluación con un par de semanas de antelación al examen final, sugiriendo a los alumnos que se ejerciten siguiendo procedimientos similares a los de los exámenes de la asignatura. Es decir, tiempo limitado, sin libros, con calculadora, tablas, etc. Los **Seminarios**, fueron celebrados siempre de forma voluntaria, con carácter no evaluable, y con la finalidad de familiarizar a los alumnos con las herramientas TIC que iban a tener que utilizar durante el curso. Se celebraron seminarios de dos tipos, ambos con niveles de asistencia muy elevados (comparables a los de las clases, de asistencia obligatoria), y siempre en las aulas de informática. En los primeros se explicó el uso de la plataforma *Moodle* con especial atención a *talleres y foros*, mientras que en los segundos se explicaron procedimientos de cálculo mediante ordenador de utilidad en Ingeniería Química, y otras habilidades como la de crear documentos PDF, trasladar imágenes, etc. que facilitan que los alumnos adquieran las destrezas necesarias para la presentación de trabajos por medios telemáticos.

### 3. Resultados y conclusiones.

En cuanto a los resultados alcanzados, relacionados con las innovaciones desarrolladas como consecuencia del Proyecto, cabe distinguir dos tipos:

4 F. García-Herruzo, A. García-Rubio, C. Gómez-Lahoz, J.M. Rodríguez-Maroto y C. Vereda-Alonso.

Los primeros, que no se han usado para la calificación de los alumnos, son destrezas transversales, entre las que destaca, el fomento del uso de ordenadores para el cálculo de problemas de mediana complejidad, el uso de las TIC para la presentación de los trabajos relacionados con la Ingeniería Química, el trabajo colaborativo y el desarrollo de vocabulario relacionado con la utilización de los foros para la resolución de dudas. La iniciación a estas destrezas se facilita en los seminarios, y su uso continuado en los talleres.

El segundo tipo de resultados, que sí son calificables, están relacionados con el trabajo de aprendizaje de las materias propias de la asignatura. A continuación se exponen estos últimos y su reflejo en el rendimiento de los alumnos en lo relativo a las calificaciones finales obtenidas.

Para mayor claridad, al grupo de alumnos que han trabajado siguiendo las modificaciones metodológicas descritas en este Proyecto de Innovación Educativa lo denominaremos a partir de aquí grupo del Campus Virtual (o grupo CV), mientras que aquellos alumnos que han seguido el mismo procedimiento que otros años será denominado grupo de "Docencia Convencional" (o grupo DC).

**a) Calificaciones obtenidas por los alumnos.**

En concreto, en la asignatura se matricularon en este curso 62 alumnos, de los que 16 han sido de nueva matriculación, para los que era obligatorio seguir la asignatura según el nuevo procedimiento docente, por lo que los 16 pertenecen al grupo CV. De los 46 restantes, 16 optaron por sumarse a los de nueva matriculación e incorporarse al grupo CV, que totalizó, por lo tanto, 32 alumnos. Los restantes 30 constituyen el grupo DC. Estos últimos podían acceder a la plataforma si querían y consultar toda la información disponible en la misma, pero sin participar en las actividades. En la gráfica puede verse la distribución del grupo CV en función del número de matriculaciones que han realizado en la asignatura.



**Fig. 1.** Distribución de los alumnos del grupo CV en función de su número de matriculaciones en la asignatura

**Fig. 2.** Comparación de los resultados obtenidos por los alumnos en los últimos años académicos.

La asignatura se imparte en el primer cuatrimestre. Al examen final de febrero se presentaron únicamente 28 alumnos (45 % del total), de los que 21 pertenecían al grupo CV, lo que representa el 66 % de los 32, mientras que del grupo DC solamente

7 se presentaron al examen final, representando el 23 %. De los 28 alumnos presentados al examen final superaron la asignatura 13, lo que representa el 46 % del total que se presenta, y el 21 % de los matriculados. Si contabilizamos las 3 convocatorias correspondientes al curso 2006-2007 el número de alumnos que superó la asignatura fue de 26, representando el 42 % de los matriculados.

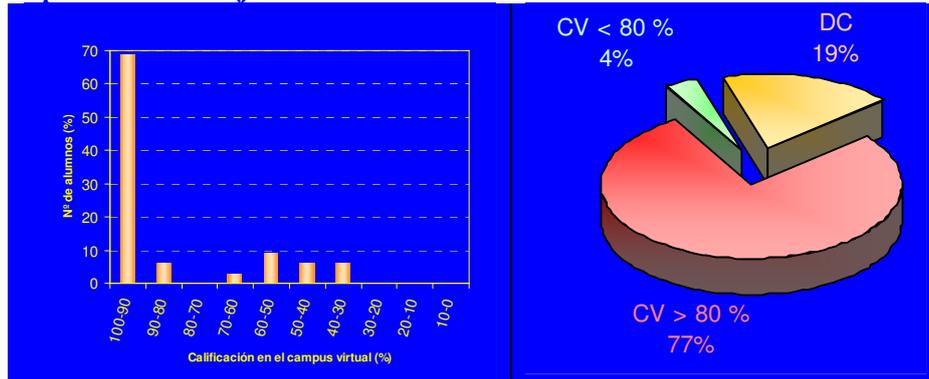
Para analizar los resultados de las innovaciones puede efectuarse una comparación con los resultados de años anteriores. A este respecto, cabe señalar que dicha comparación tiene relativamente poca fiabilidad estadística, debido al pequeño número de alumnos del grupo CV. En la Figura 2 se muestran los resultados de los tres últimos años académicos. Puede observarse como el número total de alumnos que supera la asignatura cada curso académico es bastante similar y próximo al 40 %. En la misma gráfica se han incorporado, en las dos primeras columnas, los resultados específicos de los grupos CV y DC. En el primer caso, el número de alumnos que supera la asignatura, referido al total del grupo CV, alcanzó el 69 %, mientras que en el grupo DC solamente lo consiguió el 17 %.

En opinión del equipo docente, estos resultados, con las reservas de la fiabilidad estadística reseñadas anteriormente, indican que **las innovaciones introducidas no parecen haber servido para incrementar la proporción de alumnos que superan la asignatura**. El mayor número de aprobados alcanzado por el grupo CV frente al DC, posiblemente, indica que **los alumnos con mayor disposición al trabajo se apuntaron al grupo CV**. No obstante, sí se observa que **las calificaciones obtenidas por el grupo que aprueba mejoran notablemente**, habiendo disminuido el número total de “aprobados”, que ha sido del 19 % en el último curso frente al 28 % de media de años anteriores, mientras que ha subido de forma apreciable en número de “notables” y “sobresalientes”. Ello permite concluir que **aquellos alumnos que tenían disposición a trabajar en la asignatura han contado con una herramienta que les ha permitido alcanzar mejores resultados**. Esta conclusión puede reforzarse si se estudia con algo más de detenimiento lo que sucede con el grupo CV de forma específica, atendiendo a la actividad realizada por cada alumno a lo largo del curso en el Campus Virtual.

La actividad de los alumnos del grupo CV en la plataforma Moodle obtuvo, en general, muy buenas calificaciones. En la figura 3 se representa la calificación obtenida por los alumnos de este grupo como consecuencia de su actividad en el campus virtual. Puede observarse que la distribución, muy lejos de ser gaussiana, muestra como un grupo mayoritario de alumnos tuvo una calificación por su actividad muy elevada, sumando un total del 75 % los alumnos que tuvieron una calificación superior al 80 % de la máxima. El 25 % restante tuvo una actividad que osciló entre el 31 % y el 62 %.

El número de alumnos que supera la asignatura del grupo CV es de 22, lo que representa el 69 % del total del grupo. La calificación media obtenida por estos 22 alumnos como consecuencia de su actividad en el campus virtual fue del 93,3 % de la máxima. Por otra parte, la calificación media en el campus virtual de los 10 alumnos del grupo CV que no superaron la asignatura entre las tres convocatorias fue del 55 % de la máxima. Finalmente indicar que de los 24 alumnos con una calificación en el campus virtual superior al 80 % superaron la asignatura 21, lo que representa el 88 % del total.

Todo ello lleva a ratificar la conclusión expuesta anteriormente, en el sentido de que **aquellos alumnos que estaban en disposición de trabajar la asignatura durante el curso han dispuesto de una herramienta que les ha sido útil para obtener buenas calificaciones, pero que la disponibilidad de la herramienta no ha supuesto un incremento significativo del número de alumnos que se encontraban en disposición de trabajar.**



**Fig. 3.** Distribución de las calificaciones obtenidas por los alumnos en el apartado de Actividad en el Campus Virtual

**Fig. 4.** Alumnos que han superado la asignatura en función del grupo al que pertenecen

Por último señalar que la participación en los talleres a lo largo del curso ha ido descendiendo de manera paulatina, habiendo comenzado con una actividad próxima al 100 % durante el primer tercio, y bajado hasta una actividad de aproximadamente el 60 % al acercarse los exámenes finales de las restantes asignaturas.

### b) Satisfacción de los alumnos.

Independientemente del éxito obtenido en los resultados académicos por los alumnos que han trabajado en la plataforma Moodle de forma continuada, los profesores hemos valorado su satisfacción con las innovaciones a través de una encuesta que se llevó a cabo de forma anónima entre la totalidad de los alumnos que asistieron a clase un día próximo a la finalización del cuatrimestre. Una copia de dicha encuesta se encuentra en la figura 5.

El día que se llevó a cabo la encuesta acudieron al aula solamente 22 alumnos. En la encuesta hay dos tipos principales de preguntas: aquellas en las que el alumno debe elegir entre un número limitado de opciones, y las respuestas cuantitativas. En alguna de las preguntas los alumnos pueden seleccionar más de una opción. En general, la primera columna contiene el número de pregunta de la encuesta, las seis siguientes el número de veces que los alumnos han elegido la correspondiente opción, y la última el número total de respuestas. En las preguntas cuantitativas, la columna 2 recoge el sumatorio de las valoraciones, la columna 3 el número de respuestas en blanco, mientras que la columna 8 recoge el promedio de las respuestas.



8 F. García-Herruzo, A. García-Rubio, C. Gómez-Lahoz, J.M. Rodríguez-Maroto y C. Vereda-Alonso.

**ENCUESTA PARA LA ASIGNATURA DE FUNDAMENTO DE LAS OPERACIONES DE TRANSFERENCIA**

16.-La visita a la Cervecera ha sido:	
<input type="checkbox"/> Una pérdida de tiempo.	<input type="checkbox"/> Muy interesante
<input type="checkbox"/> De poco interés	<input type="checkbox"/> No fui
<input type="checkbox"/> Interesante	
<b>Preguntas sobre el aula virtual:</b>	
17.-Califica el funcionamiento de las aulas virtuales de 0 a 10:	
18.-El seminario de introducción a las aulas virtuales fue: (puedes elegir más de una)	
<input type="checkbox"/> Sin utilidad	<input type="checkbox"/> Con insuficiente número de horas
<input type="checkbox"/> De poco interés	<input type="checkbox"/> Con un número de horas adecuado
<input type="checkbox"/> Interesante	<input type="checkbox"/> Con excesivo número de horas
<input type="checkbox"/> Muy interesante	<input type="checkbox"/> No fui
19.-Las herramientas de comunicación (correo, foro de sugerencias) son:	
<input type="checkbox"/> Inútiles, o nunca las he usado	<input type="checkbox"/> Algo útiles
<input type="checkbox"/> Muy poco útiles	<input type="checkbox"/> Útiles
20.-La comunicación con los profesores a través del aula virtual ha sido:	
<input type="checkbox"/> Pésima	<input type="checkbox"/> Normal
<input type="checkbox"/> Deficiente	<input type="checkbox"/> Buena
<i>Respecto al foro de dudas:</i>	
21.-Cuántas veces estimas que has echado un vistazo al foro de dudas:	
<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> 6 a 10
<input type="checkbox"/> 1 a 5	<input type="checkbox"/> Más de 10
22.-La utilidad del foro de dudas de problemas la calificarías como de:	
<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Alguna
<input type="checkbox"/> Poca	<input type="checkbox"/> Mucha
23.-¿Has contribuido en el foro de dudas de problemas con preguntas o respuestas?	
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
<i>Respecto a los talleres:</i>	
24.-El número de talleres por tema es:	
<input type="checkbox"/> Excesivo	<input type="checkbox"/> Escaso
<input type="checkbox"/> Correcto	<input type="checkbox"/> Muy escaso
25.-Consideras que los talleres te han ayudado en tu aprendizaje:	
<input type="checkbox"/> Nada	<input type="checkbox"/> Bastante
<input type="checkbox"/> Poco	<input type="checkbox"/> Mucho
26.-El corregir a tus compañeros lo consideras:	
<input type="checkbox"/> Una pérdida de tiempo	<input type="checkbox"/> Útil
<input type="checkbox"/> Poco útil	<input type="checkbox"/> Muy útil
27.-Las correcciones que tus compañeros han hecho a tus problemas las consideras:	
<input type="checkbox"/> Una pérdida de tiempo	<input type="checkbox"/> Útil
<input type="checkbox"/> Poco útil	<input type="checkbox"/> Muy útil
<i>Respecto al ejercicio de autoevaluación</i>	
28.-¿Has realizado o tienes intención de realizar el ejercicio de Autoevaluación?:	
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
28.- El ejercicio de Autoevaluación lo consideras:	
<input type="checkbox"/> Una pérdida de tiempo	<input type="checkbox"/> Útil
<input type="checkbox"/> Poco útil	<input type="checkbox"/> Muy útil
29.-Añade lo que te parezca oportuno con relación a la asignatura, especialmente aquellas cuestiones que consideres que pueden mejorar la calidad de la docencia en próximos cursos.	

Fig. 5. b) Encuesta realizada a los alumnos.

**Tabla 1.** Resultados de la encuesta de valoración

Nº pregunta	Opción 1 o suma	Opción 2 o no valora	Opción 3	Opción 4	Opción 5	Opción 6	Nº de respuestas o valor medio
1	0	22					22
2	20	0					20
3	6	7	4	2	4		23
4	5	6	6	3	2	0	22
5	5	0	1	8	8		22
6	0	0	5	16	1		22
7	0	0	1	18	3		22
8	0	5	15	2			22
9	0	12	17				29
10	0	0	1	18	3		22
11	1	6	10	2	1	2	22
12	0	2	20				22
13	0	0	5	17	0		22
14	181	2					9.05
15	22	0	0	0	0	0	22
16	0	0	8	13	1		22
17	125	6					7.8125
18 a	0	4	11	3			18
18 b	2	11	4	0			17
19	0	0	6	16			22
20	0	1	8	13			22
21	1	4	5	12			22
22	0	0	13	9			22
23	10	12					22
24	12	10	0	0			22
25	0	0	15	7			22
26	3	9	9	1			22
27	1	9	12	0			22
28	19	3					22
29	0	3	12	7			22

Como puede verse, la primera pregunta (P1) pretende saber si el alumno es del Grupo CV o del DC, con la intención de poder discriminar los resultados en función del grupo. Los resultados indican que los 22 asistentes ese día a clase pertenecen al grupo CV, lo que podría interpretarse como un éxito relativo del proyecto, pero más bien viene a confirmar la conclusión de que “los alumnos con mayor disposición al trabajo se apuntaron al CV”. Evidentemente, con este tipo de participación no es posible establecer comparaciones entre grupos, distintas de la ya expuesta.

10 F. García-Herruzo, A. García-Rubio, C. Gómez-Lahoz, J.M. Rodríguez-Maroto y C. Vereda-Alonso.

Las P2 y P17 representan la valoración general que los alumnos hacen de las herramientas docentes usadas quedando clara su alta valoración.

Las P3 a P5 pretendían comparar el uso de las tutorías presenciales entre los alumnos del grupo CV y los del Grupo DC pero, evidentemente, esta comparación no es posible.

En la P6 puede observarse que la mayor parte de los alumnos (16) consideran que la asignatura tiene un interés alto, a pesar de su nivel de dificultad, que también consideran alto (18 alumnos, P7), y de contenidos excesivos (15 alumnos, P8). No obstante el número de horas de trabajo personal que los alumnos dicen que dedican a la asignatura es de entre 5 y 7.5 horas a la semana (P11) está por debajo de las estimaciones planteadas en el plan docente elaborado conforme al EEES, que estima que el alumno debe dedicar entre 7.5 y 10. Consecuentemente, no parece que la valoración de contenidos excesivos que hacen los alumnos esté justificada, máxime teniendo en cuenta que ninguno de los alumnos considera dichos contenidos poco útiles (P9), habiendo 12 alumnos que la consideran de interés para otras asignaturas, y 17 que la consideran de interés para su futuro puesto de trabajo, por lo que hay un solapamiento de 7 alumnos que han elegido estas dos opciones.

La P10, y las P12 a P15, suponen una valoración positiva de la actividad del profesor en las clases presenciales. La P16 muestra los alumnos han considerado la visita a la Fábrica de Cervezas San Miguel entre interesante (8) y muy interesante (13).

Las preguntas específicas del CV son, como se ha indicado de la P17 (ya comentada) en adelante. Centrándonos en las más relevantes, podemos ver que en cuanto a la valoración del Foro de Dudas (P21 a P23) los alumnos presentes lo consideran de alguna (13) o mucha (9) utilidad, y 12 de ellos han contribuido activamente al foro con preguntas y respuestas.

Las P24 a P27 sondan la valoración que los alumnos hacen de los talleres, cuyo número consideran excesivo (12 alumnos) o correcto (10), no habiendo alumnos que consideren el número escaso. Los consideran de mucha (7) o bastante (15) utilidad para el aprendizaje, no habiendo alumnos que los consideren poco útiles o inútiles. En cambio, la actividad de corregirse entre iguales que llevan a cabo dentro del taller es considerado como una pérdida de tiempo (3) o poco útil (9) por un número importante de alumnos, siendo menos los que lo consideran útil (9) o muy útil (1). Asimismo, valoran de forma semejante las correcciones que reciben de sus compañeros.

Finalmente, el Ejercicio de Autoevaluación, fue realizado por 19 de los alumnos presentes, coincidiendo con el número de alumnos que consideran esta herramienta útil (12) o muy útil (7).

## **Agradecimientos**

El equipo docente quiere hacer constar su agradecimiento a los responsables del Servicio de Innovación Educativa, por sus comentarios y sugerencias, y a los de los Enseñanza Virtual y Laboratorios Tecnológicos, cuya asistencia Técnica para la puesta en marcha y mantenimiento de la plataforma ha sido imprescindible para el desarrollo de nuestra tarea