

Evaluación de micro innovaciones para la mejora continua de la asignatura Tecnología Medioambiental

M^aJosé Luján Facundo^a, Antonio D. Rodríguez Lopez^a, Eva Ferrer Polonio^a, Nicolás Laguarda Miró^a, Jairo Pascual Garrido^a, Pedro Fuentes-Durá^a

^aDpto. de Ingeniería Química y Nuclear, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia.

malufa@etsii.upv.es, anrodlo@iqn.upv.es, evferpo@posgrado.upv.es, nilami@iqn.upv.es, jaipasga@iqn.upv.es,
pfuentes@iqn.upv.es

Abstract

This paper presents some micro innovations in Environmental Technology, a subject of the Mechanical Engineering Degree of the Universitat Politècnica de València. The innovative strategy responds to the trends of the use of ICT, the technical communication skills and the interdependent learning.

Multimedia content creation from students as a part of the teaching methodology, and peer evaluation are presented. Adequacy to development of the transversal competence “Contemporary world understanding” is considered, through desk research, critical thinking and exhibition of the outcomes.

In order to improve and scale the micro innovations, a research was conducted. Details about the research methods and results are provided.

Keywords: *creation, interdependency, environmental technology, critical thinking, peer evaluation.*

Resumen

Esta comunicación reflexiona sobre la introducción de micro innovaciones en la asignatura Tecnología Medioambiental del Grado en Ingeniería Mecánica en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València. La estrategia innovadora responde a las tendencias del empleo de las nuevas tecnologías, la creación comunicativa de contenidos y la interdependencia en el aprendizaje.

Se explica la realización de documentación multimedia por parte de los estudiantes como metodología docente, incluyendo actividades de evaluación por pares. Consideramos que es adecuada para el desarrollo de la competencia transversal “Conocimiento del mundo contemporáneo”, mediante la búsqueda de nuevos conocimientos y la exposición y crítica de los trabajos realizados.

Se detalla la investigación realizada para poder mejorar y escalar dichas micro innovaciones.

Palabras clave: *creación, interdependencia, tecnología medioambiental, pensamiento crítico, evaluación por pares.*

Introducción

La universidad española ha cambiado mucho desde que en 2010 concluyera la adaptación del proceso de Bolonia y se pusiera en marcha el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Aunque los tres pilares de toda esta reforma fueran; a) la empleabilidad, b) la competitividad y c) la movilidad de los estudiantes, la innovación educativa ha sido también una línea en la que se han hecho importantes esfuerzos (Conference of Ministers responsible for Higher Education, 1999 and 2003; UNESCO, 2006).

La Universitat Politècnica de València (UPV) no ha sido ajena a estos cambios y, desde la aparición de los nuevos títulos universitarios (de Grados y Máster), ha apostado por la innovación educativa para llevar la formación de sus egresados a los más altos estándares y ofrecer así titulados preparados para atender a las necesidades de la sociedad a la que sirve (ANECA, 2005; UPV, 2020).

Prueba de este compromiso han sido la aparición de proyectos innovadores propios como el Programa Institucional de Competencias Transversales UPV, que transmite a los alumnos habilidades y destrezas más allá del mero conocimiento técnico y que complementan su formación. También lo ha sido la innovación tecnológica al servicio de la educación, habiéndose desarrollado en la UPV todo un entramado de herramientas, plataformas y aplicaciones para que el personal docente pueda desarrollar su labor en las mejores condiciones, incluyendo su formación específica, la transmisión-adquisición de conocimientos y los procedimientos de evaluación. También es destacable, desde un principio la sensibilización medioambiental incluyendo en muchas de sus titulaciones asignaturas de corte ambiental, como la que nos ocupa, que dota al alumnado de conocimientos tecnológicos sobre la contaminación y tratamiento de agua, aire, suelos, residuos y evaluación ambiental, que complementan los conocimientos técnicos específicos de las respectivas titulaciones en que se imparten.

En esta línea, la comunicación que se presenta muestra algunos elementos de la estrategia innovadora en la asignatura Tecnología Medioambiental (TMA), incluida en la Titulación de Grado en Ingeniería Mecánica, impartida en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la UPV. Se explica con detalle la realización de documentación multimedia por parte del estudiantado. Es una actividad grupal que contribuye al desarrollo de la competencia transversal CT 10 “Conocimiento de problemas contemporáneos”, involucrando a los alumnos, además, en su evaluación, y que está dando interesantes resultados.

1. Objetivos

Con el objetivo de mejorar continuamente la experiencia educativa de los estudiantes de grado, y adaptarse de la mejor manera posible a las transformaciones propuestas por el sistema universitario, la ETSID y el mercado laboral a diferentes escalas y niveles, los autores de esta comunicación siguen una estrategia conjunta desde la implantación de las actuales titulaciones.

Es este caso, nos centramos en la inclusión de una actividad multimedia y en la realización de una evaluación por pares.

Los objetivos particulares que queríamos conseguir era contestar a las siguientes preguntas:

- ¿Las micro innovaciones planteadas suponen un reto excesivo que suponga una disminución de la nota?
- ¿Las actividades planteadas van a suponer una fuente de quejas por parte de los estudiantes o de los profesores?
- ¿Hay diferencias significativas entre los diferentes grupos de estudiantes realizando la actividad?

- ¿Los estudiantes iban a calificar a sus compañeros por encima de los profesores?
- ¿Los estudiantes iban a ser poco críticos en sus calificaciones obteniendo resultados con efectos de centrado o con efecto techo?

2. Desarrollo de la innovación

La asignatura Tecnología Medioambiental se imparte en tres Grados de la ETSID (UPV), en Ingeniería Mecánica, en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática y en Ingeniería Eléctrica. Aunque los contenidos y el funcionamiento interno de las tres asignaturas es el mismo, el presente artículo se centra en el desarrollo de una pequeña innovación incremental iniciada en la asignatura TMA del Grado en Ingeniería Mecánica durante el curso 2018-2019. Esta asignatura es troncal, y se imparte en el primer semestre del tercer curso.

Los alumnos están divididos en tres grupos. Cada grupo tiene una clase semanal de dos horas y media más cinco actividades prácticas. Un grupo se imparte por la mañana y dos por la tarde. Uno de los grupos vespertinos está formado, fundamentalmente, por alumnos que ya tienen una titulación universitaria y que deben cursar la asignatura de TMA para completar el Grado de Ingeniería. En el curso 2018-2019 se matricularon 72 alumnos en el grupo de mañana y 86 en los de tarde, de los cuales 17 pertenecen al grupo de retitulados. La asignatura TMA se evalúa de forma multimodal, adecuada a las directrices de la ETSID. La calificación comprende el resultado de dos test, la valoración de cinco actividades prácticas y una tarea realizada fuera del aula. Esta última es en la que nos centramos en esta comunicación.

En la Tabla 1 se puede ver el contenido de las diferentes partes en las que se divide la asignatura y el peso de cada una de ellas sobre la nota final.

Los dos exámenes dividen el contenido de la asignatura en dos partes a las que se otorga el mismo peso. Las actividades prácticas, se evalúan a partir de las memorias que presentan los alumnos y se lleva a cabo de forma grupal, tanto en el desarrollo de las mismas en el laboratorio como en la preparación y presentación de las memorias. Las cuatro primeras se imparten en los laboratorios de Ingeniería Química, ya que se trabajan diferentes técnicas que requieren estar físicamente en un laboratorio habilitado para tal caso.

La última actividad práctica, “Evaluación de impactos ambientales” se imparte en un aula informática y tiene un peso mayor a las otras, concretamente del 10%, y se emplea para evaluar la CT 7, “Responsabilidad ética, medioambiental y profesional”, a través de un trabajo en equipo propuesto por el profesor sobre Evaluación de impactos ambientales.

Tabla 1: Contenido y peso de las diferentes partes de la asignatura.

Tipo de evaluación	Descripción	Peso (%)
Exámenes	Examen primer parcial	30
	Examen segundo parcial	30
Prácticas de laboratorio	Contaminación atmosférica y acústica	5
	Contaminación y tratamiento de aguas - Práctica 1	5
	Contaminación y tratamiento de aguas - Práctica 2	5
	Contaminación de suelos	5
	Evaluación de impactos ambientales	10
Tarea Observación	Contaminación Radioactiva	10

La actividad denominada Tarea de Observación versa sobre el bloque temático “Contaminación Radioactiva”. Consiste en una investigación de escritorio en la que los estudiantes, organizados en equipos de tres o cuatro personas, eligen uno entre una serie de temas de actualidad propuestos por los profesores. Todos estos temas contemplan diferentes aspectos de interés técnico y social sobre la Contaminación Radioactiva y las aplicaciones de las radiaciones ionizantes en la industria, la medicina, etc. Los equipos deben estudiar el tema elegido desde una perspectiva tecnológica, social y ambiental. Concretamente, el trabajo debe reflejar una primera parte informativa sobre el tema elegido y una segunda parte en la que quede reflejada la influencia del mismo sobre el bienestar de la sociedad y sobre el medio ambiente.

Los equipos deben presentar los resultados de su investigación a través de una tarea habilitada en PoliformaT (plataforma virtual de la UPV). El formato de presentación es dual: un informe escrito con una extensión entre siete y quince páginas, en el cual aparezcan las tres perspectivas sobre el trabajo elegido (tecnológica, social y ambiental) y un vídeo explicativo del mismo, con una duración máxima de cuatro minutos en el que participen de forma activa todos los integrantes del equipo. El primer día de clase presencial, se les explica con detalle esta tarea y tienen disponibles en el aula virtual los temas que pueden elegir, las instrucciones para desarrollar y entregar la tarea así como los criterios de evaluación de la misma. Para que los estudiantes puedan organizarse, y con la intención de que no se acumule con las actividades y exámenes de fin de semestre, el plazo para elaborar esta tarea es de dos meses.

Una vez finalizado el plazo de realización y entrega, se procede a la evaluación de la tarea. Esta consiste en una coevaluación que comprende la evaluación de los profesores y una evaluación por pares. La calificación de la tarea proviene de la suma de 3 partes: un peso del 40% se corresponde con la nota del profesor sobre el trabajo escrito, un 40% es la nota del profesor sobre el vídeo elaborado y un 20% es la nota que los propios alumnos dan a los vídeos de sus compañeros.

Para llevar a cabo esta evaluación por pares se utilizan los recursos disponibles en la plataforma PoliformaT, de forma que al crear la tarea correspondiente se programa que el día de cierre de la misma se envíe, de forma automática y aleatoria, a cada grupo tres vídeos de sus compañeros. Los estudiantes tienen una semana para visionarlos y evaluarlos. Para asegurar que esta tarea se realiza de forma correcta se les indica que asignen una nota entre 5 y 10 al vídeo y hagan un comentario crítico (mínimo ochenta palabras) donde expliquen el porqué de la nota propuesta. En el caso de no realizar esta actividad de forma correcta, el equipo perdería el 20% de la nota que les corresponde en esta parte.

3. Resultados

A continuación se mostrarán los principales resultados obtenidos tras la experiencia llevada a cabo con la implantación de la Tarea de Observación, que llamaremos a partir de ahora Actividad. El objetivo es evaluar si hay alguna diferencia entre los tres grupos de la asignatura y entender el efecto de la corrección por pares dentro de los actos evaluativos. El análisis estadístico de resultados se evaluó mediante el uso de ANOVA unidireccional (nivel de confianza del 95%) utilizando Statgraphics Centurion XVII. Valores de p-value por debajo de 0,05 indican una diferencia estadísticamente significativa, que se es mucho más significativa cuanto mayor sea el valor de F.

Con respecto a las notas globales obtenidas en la asignatura de TMA, impartida en el curso 2018-2019, cabe decir que no se aprecia una significancia estadística ($F= 1,24$; $p\text{-value}= 0.2927$) entre los grupos mañana, tarde y retitulados tras aplicar la herramienta ANOVA a las 157 notas obtenidas (dos alumnos no tienen calificaciones por lo que no se incluyen en el estudio). Esto también se observa al comparar los valores medios obtenidos por el grupo mañana $6,5\pm 1,0$, el grupo tarde $6,2\pm 1,2$ y los retitulados $6,4\pm 0,7$.

Sin embargo, cuando analizamos la nota de la Actividad, se observan diferencias importantes. Comparando los grupos de mañana y de tarde no hay una significancia estadística ($F= 0,10$; $p\text{-value}= 0,7473$), pero sí la hay cuando comparamos el grupo de retitulados con el grupo de mañana ($F=10,08$; $p\text{-value}= 0,0015$) y con el grupo de tarde ($F=13,65$; $p\text{-value}= 0,0004$). En las figuras 1 y 2 se presentan los gráficos de cajas y bigotes correspondientes a estas comparativas.

Con respecto a ello cabe decir que la nota media de la Actividad para los retitulados es de $7,4\pm 0,5$, mientras que la del grupo de mañana es $8,3\pm 1,0$ y la del grupo de tarde es $8,4\pm 1,0$. Por lo tanto, la nota de la Actividad de los retitulados es un 10,8% y un 11,9% más baja que la de los alumnos de los grupos de mañana y tarde, respectivamente. Esto puede ser debido al tiempo requerido para realizar esta actividad, ya que la elaboración del trabajo escrito sumado a la dedicación necesaria para preparar, grabar y editar el vídeo, puede ser excesiva para alumnos que en muchos casos trabajan además de estudiar.

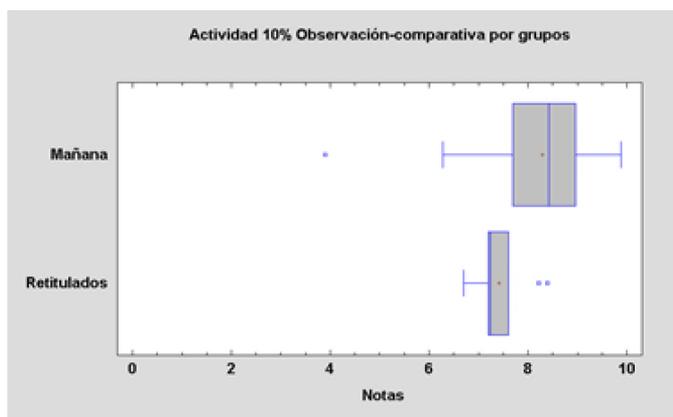


Figura 1. Nota de la Actividad para los grupos de mañana y retitulados

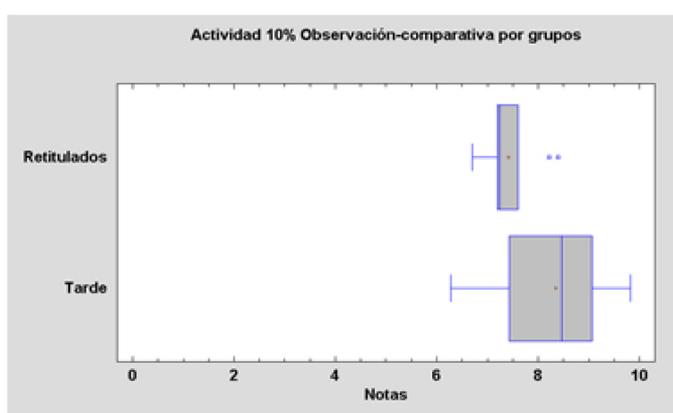


Figura 2. Nota de la Actividad para los grupos de tarde y retitulados

Otro dato destacable sería el hecho de que, aunque en esta parte de la evaluación (tiene un peso del 10% en el cómputo global) el grupo de retitulados obtiene notas más bajas, no hay diferencia entre los grupos respecto a la calificación global obtenida en la asignatura TMA. Esto se explica porque la nota obtenida en las dos pruebas parciales de evaluación hechas mediante examen tipo test, que suponen el 60% de la nota final de TMA, es ligeramente superior en el grupo de retitulados. Comparando datos, la nota media de los dos exámenes para los retitulados es un 3,8% y un 8,4% superior a la de los grupos de mañana y tarde, respectivamente. Esto parece indicar que estos alumnos invierten mayores esfuerzos en estas pruebas evaluativas más tradicionales y con mayor peso sobre la nota final.

Por otro lado, se ha realizado el análisis que relaciona las notas globales de TMA obtenidas por cada alumno con la obtenida en la Actividad, dando lugar a la figura 3, en la que las notas de TMA se han organizado de menos a más.

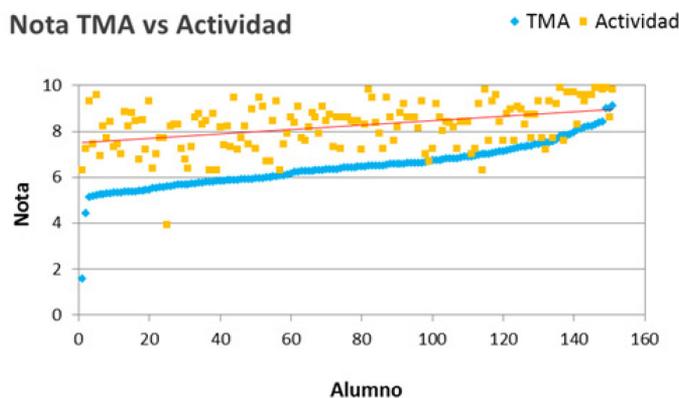


Figura 3. Notas de la asignatura de TMA y de la Actividad para todos los alumnos. La línea roja corresponde a la línea de tendencia lineal correspondiente a las notas de la Actividad.

En esta representación podemos ver una dispersión bastante grande en las notas de la Actividad, que se reduce a medida que aumentan las calificaciones de la asignatura. Esto conduce a la observación de una pendiente ligeramente positiva si se traza la línea de tendencia para estos puntos (línea roja de la figura 3). Ello nos indica que aquellos alumnos con mejores notas en la asignatura de TMA también suelen tener mejores notas en la Actividad. También se observa claramente que las notas de esta Actividad superan a la de la asignatura prácticamente siempre.

Se hizo un análisis más minucioso, en el que se agruparon las notas obtenidas en rangos de una unidad (entre 5 y 6, entre 6 y 7, etc.), y separando estos datos en los tres grupos. Los resultados obtenidos se muestran en las figuras 4.a), 4.b) y 4.c). En estos diagramas no se han incluido los alumnos que obtuvieron calificaciones para TMA inferiores a 5, es decir, que no superaron la asignatura. Estos estudiantes sólo representan un 3,8% del alumnado.

Se observa un mismo comportamiento en el caso de los grupos de mañana y tarde, lo cual ya se había corroborado con los análisis estadísticos con ANOVA. En el caso de la nota de TMA se forma una campana con asimetría positiva, donde el máximo está entre 6 y 7. El porcentaje mayor de las calificaciones está entre 5 y 7, cuyos rangos incluyen un 72,0% y un 70,4% de los alumnos de mañana y tarde respectivamente. En el caso de la nota de la Actividad, la campana tiene una asimetría negativa y menos acusada, estando desplazada a rangos más altos, de forma que el 42,0% y el 41,0% de los alumnos de mañana y tarde están en el rango entre 8 y 9, respectivamente.

Las notas obtenidas por los alumnos retitulados en TMA se distribuyen con menor dispersión. La mayor parte de las notas de la Actividad de los retitulados (62,5%) se concentran en el rango de 7 a 8, inferior al de los otros dos grupos. Este hecho corrobora los análisis estadísticos llevados a cabo y que se han comentado anteriormente.

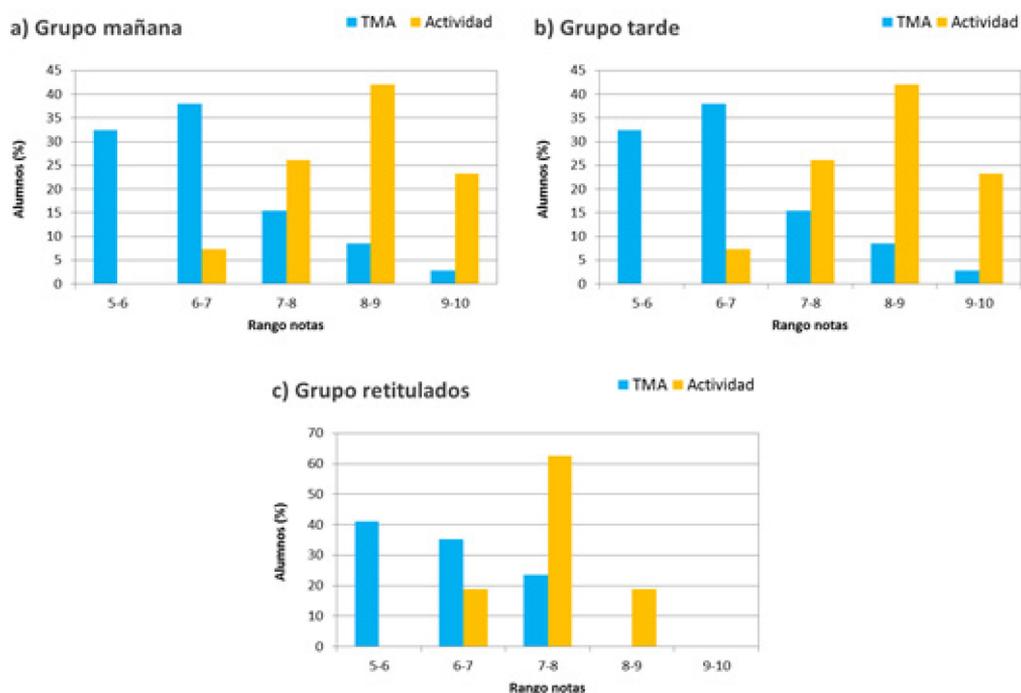


Figura 4. Notas globales de TMA y de la Actividad por rangos de 5 a 10 en incrementos de una unidad: a) Grupo mañana, b) Grupo tarde y c) Grupo retitulados.

Por último, cabe analizar la corrección por pares utilizada en la Actividad. Al comparar las notas del vídeo propuestas por los alumnos y las propuestas por el profesorado, se detecta una diferencia estadística significativa entre ellos ($F= 46,88$; $p\text{-value} < 0,0001$). Observando la Figura 5, se comprueba que las notas puestas por los profesores (valor medio= $8,9 \pm 0,7$) son claramente superiores a las propuestas por los alumnos (valor medio= $8,1 \pm 0,9$). Las notas propuestas por los estudiantes tienen una mayor dispersión, pero dentro de lo asumible. El establecimiento de unas instrucciones para esta actividad más la obligatoriedad de comentar su propuesta deben haber contribuido a este resultado.

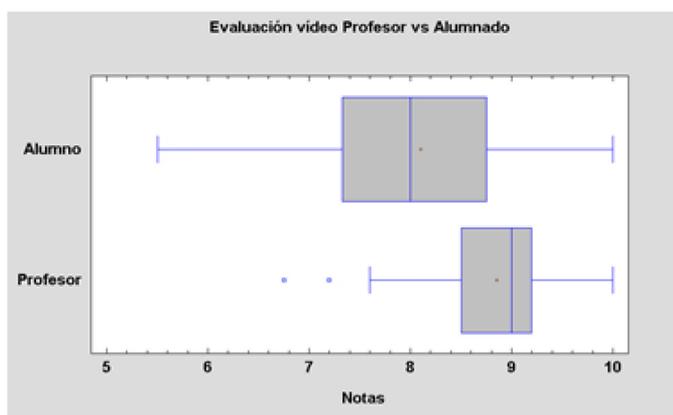


Figura 5. Nota del video correspondiente a la Actividad propuesto por los alumnos y por el profesor.

4. Conclusión

A continuación se detallan las conclusiones derivadas de nuestro estudio sobre las micro innovaciones llevadas a cabo en la asignatura TMA del Grado de Ingeniería Mecánica en el curso 2018/2019.

La realización del vídeo y de la evaluación por pares no ha implicado una fuente de quejas por parte de los estudiantes. Asimismo, los profesores han considerado que la actividad es satisfactoria lo que hizo que se estableciera en otras asignaturas y se realice en los cursos posteriores con pequeñas modificaciones.

Las actividades planteadas no suponen un reto excesivo para los estudiantes. La calidad de los resultados es buena. Los estudiantes emplean una gran diversidad de recursos y la nota de la actividad es superior a la nota media de la asignatura.

Hay una diferencia significativa entre los resultados del grupo de retitulados y los demás grupos. Los grupos de mañana y tarde no presentan diferencia entre si. Nuestra interpretación es que este grupo concede menos importancia a esta actividad por la incertidumbre asociada a la misma y vuelca sus esfuerzos en las actividades más convencionales.

Los estudiantes califican a sus compañeros críticamente. Esta parte se ve reforzada al obligar a los alumnos a aportar comentarios sobre los aspectos que les han llevado a decidir la nota propuesta. No hay efectos claros de centrado ni efecto techo en los resultados. La calificación media por pares es inferior a la calificación propuesta por los profesores.

Con todo ello concluimos que la realización del vídeo es viable técnicamente y, pese a las diferencias entre algunos grupos, no repercute negativamente en la nota de la asignatura. Consideramos que la evaluación por pares enriquece el proceso formativo de los estudiantes y constatamos que no supone una distorsión en los resultados ni en la carga de trabajo de los participantes.

5. Referencias

ANECA (2005). Libro blanco de titulaciones de grado de ingeniería de la rama industrial. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.

<http://www.aneca.es/Documentos-y-publicaciones/Libros-Blancos/Libro-Blanco-de-Titulaciones-de-Grado-de-Ingenieria-de-la-Rama-Industrial> [Consulta : 17 de marzo de 2020]

CÁTEDRA UNESCO (2006). Propuestas para la renovación de las metodologías educativas en la universidad. Madrid. Comisión para la renovación de las metodologías educativas en la universidad, Ministerio de Educación y Ciencia.

CONFERENCE OF MINISTERS RESPONSIBLE FOR HIGHER EDUCATION (1999), The Bologna Declaration, Bologna.

< <http://www.ehea.info/cid100210/ministerial-conference-bologna-1999.html>> [Consulta : 17 de marzo de 2020]

CONFERENCE OF MINISTERS RESPONSIBLE FOR HIGHER EDUCATION (2003), Realising the European Higher Education Area, Berlin.

< <http://www.ehea.info/cid100938/ministerial-conference-berlin-2003.html>> [Consulta : 17 de marzo de 2020]

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. Guía docente de la asignatura Tecnología Medioambiental para la Titulación de Grado en Ingeniería Mecánica.

< http://www.upv.es/titulaciones/GIM/menu_1015238c.html> [Consulta : 17 de marzo de 2020]

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. Misión, visión y valores del Plan Estratégico UPV 2020.

< <https://www.upv.es/organizacion/la-institucion/misionvisionvalores-plan-upv-es.html>> [Consulta : 17 de marzo de 2020]

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. Programa institucional de competencias transversales UPV.

< <http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/>> [Consulta : 17 de marzo de 2020]