



XI Congreso Ibérico de Agroingeniería XI Congresso Ibérico de Agroengenharia 2021



Oral

Concurso competitivo para diseñar una estructura que permita calcular el centro de gravedad en tractores agrícolas.

Francisco J. Castillo-Ruiz ^{1,*}, Julia Arbizu-Milagro ¹, José M. Peña ¹ and Alberto Tascón ¹

¹ Universidad de La Rioja. G.I. "Tecnología, ingeniería y seguridad alimentaria. Facultad de Ciencia y Tecnología, C/ Madre de Dios, 53, 26006,

* Correspondencia: francisco-jose.castillo@unirioja.es

Resumen: El diseño de los planes de estudio de los niveles 2 (grado) y 3 (máster) del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES) suele incluir un número elevado de horas de formación práctica en el campo de la ingeniería, aunque en ocasiones, no existen suficientes metodologías activas de aprendizaje. El objetivo de este trabajo es diseñar, implementar y evaluar una actividad de aprendizaje basada en un proyecto. Para ello, se ha propuesto a estudiantes del Grado en Ingeniería Agrícola y del Máster en Ingeniería Agronómica de la Universidad de La Rioja el diseño, el desarrollo de una tarea que consiste en el dimensionamiento y cálculo de una estructura para determinar la altura del centro de gravedad en tractores agrícolas. La tarea se ha estructurado como un concurso competitivo en el que sólo los tres mejores estudiantes obtendrán puntuación, siendo esta puntuación una valoración extraordinaria. La participación de los estudiantes ha sido muy dispar, lo que muestra la necesidad de adaptarse al alumnado en cada actividad, aunque los estudiantes que han participado han obtenido calificaciones altas que no se correlacionan con las calificaciones en el resto de actividades de la asignatura basadas en metodologías de aprendizaje pasivas.

Palabras clave: Aprendizaje basado en proyectos; Metodología activa de aprendizaje; Motivación de los estudiantes; Calidad del aprendizaje; Evaluación por pares.

1. Introducción

Uno de los cambios que podrían explorarse en las enseñanzas técnicas universitarias sería el cambio desde las metodologías pasivas a metodologías activas, concibiendo el aprendizaje como un proceso que diferirá para cada alumno en vez de como una forma de acumular información y capacidades que no siempre ocurre tal y como se espera por parte del profesorado. Sin embargo, no existe una fórmula única de enseñanza, sino que es necesario adaptar las distintas fórmulas de enseñanza a cada materia, al alumnado y al resto de circunstancias de aprendizaje. Las metodologías de enseñanza activas suelen mejorar la motivación, la retención de conceptos y la participación de los alumnos en clase, aunque, por el contrario, es imprescindible controlar el tiempo para evitar que no se pueda seguir el ritmo que requiere la asignatura, y en ocasiones, los alumnos pueden mostrarse descontentos por preferir una metodología de enseñanza pasiva [1]. Las metodologías activas de enseñanza, como el aprendizaje por proyectos, pueden servir también como forma de transición desde el mundo académico al mundo laboral, animando a los alumnos a pensar como profesionales [2].

La metodología de aprendizaje basado en proyectos puede servir dentro del Espacio Europeo de Educación Superior como una herramienta que cumple con las directrices de aprendizaje por competencias, enseñanza centrada en el alumno y aprendizaje activo [3]. Además, puede emplearse como un proceso de transición en los últimos cursos desde el periodo formativo de los alumnos hasta su inserción en el mercado laboral que permite a los alumnos trabajar de forma autónoma durante periodos de tiempo más o menos prolongados, proporcionando unos resultados lo más realistas posible. En este caso, el papel del docente, es de guía o coordinación, pero no de dirección del trabajo, permitiendo que el alumno pueda desarrollar sus habilidades de forma lo más autónoma posible. La aplicación de esta metodología de aprendizaje en ocasiones mejora la percepción del proceso de aprendizaje por parte de los alumnos, mejora las puntuaciones en las encuestas de satisfacción de los estudiantes y las calificaciones obtenidas por los estudiantes en las asignaturas en las que se aplica [4]. Sin embargo, aunque la aplicación de una metodología de aprendizaje basado en proyectos en una asignatura aislada dentro de un plan

de estudios puede ser positiva, su aplicación aislada puede dejar una huella muy limitada en la formación del estudiante, e incluso generar conflictos con otras asignaturas cursadas por los alumnos de forma simultánea [5].

El objetivo del presente estudio es diseñar, implementar y evaluar el funcionamiento de una actividad de aprendizaje basado en un proyecto en el que los alumnos diseñen una plataforma para la determinación de la altura del centro de gravedad en tractores y maquinaria agrícola que en un futuro será usada como material docente en otra asignatura.

2. Materiales y Métodos

Debido a la situación provocada por la pandemia de la COVID-19, la actividad se preparó para que fuese posible llevarla a cabo sin contacto físico entre alumnos y profesores, a la vez que se trabajaban competencias digitales como la capacidad de realizar la exposición de un tema a través de un vídeo. Por un lado, el presente estudio pretende responder de forma eficaz y cooperativa al exceso de transmisión expositiva de conocimientos, y en parte se sustituye por un proceso de aprendizaje basado en un proyecto. Además, en ocasiones, otro de los problemas es la falta de motivación de los estudiantes. El hecho de poder aportar sus ideas a un proyecto que realmente se construirá y que va a ser empleado en la formación de otros compañeros o en proyectos de investigación o transferencia ha actuado en algunos casos como un elemento motivador del alumnado. Por otro lado, se ha pretendido mejorar la adquisición de conocimientos y el desarrollo de competencias mediante el aprendizaje por proyectos a través de la participación de los alumnos en un concurso competitivo.

Se ha diseñado y establecido una actividad de aprendizaje basada en un proyecto que se ha proporcionado a los alumnos como una tarea para dos concursos optativos separados entre los estudiantes de las asignaturas Ingeniería Rural del Máster en Ingeniería Agronómica y Máquinas Agrícolas del Grado en Ingeniería Agrícola en cursos y momentos de aprendizaje, en los que los alumnos están próximos a una posible salida al mercado laboral (Tabla 1). Se ha realizado un concurso por separado para cada asignatura, pues se trata de alumnos ubicados en diferentes niveles de enseñanza y de asignaturas con distintos contenidos. El Proyecto ha consistido en que el alumno diseñe, desarrolle y calcule de forma autónoma una plataforma para poder pesar el tractor en pendiente elevando uno de sus ejes y calculando la altura de su centro de gravedad. Como requisito imprescindible se ha pedido a los alumnos que la plataforma sea desmontable y transportable, ya que es difícil que la maquinaria agrícola, por sus características, realice desplazamientos largos hasta centros de ensayo.

Tabla 1. Asignaturas en las que se ha establecido la tarea de aprendizaje basada en un Proyecto, peso en la nota global de la asignatura sobre 10 y rango de puntos extra (potencialmente el alumno podría superar la calificación de 10) que se pueden obtener con la actividad.

Asignatura	Titulación	Curso de la asignatura	Número de cursos del título	Peso en la nota global de la asignatura	Rango de puntos extra
Máquinas Agrícolas	Grado en Ingeniería Agrícola	3º	4	5 %	1 – 0,25
Ingeniería Rural	Máster en Ingeniería Agronómica	1º	2	0 %	1 – 0,25

El desarrollo de la tarea se planteó como un concurso entre alumnos de la misma titulación y asignatura, en la que cada alumno trabajaría de forma individual. Por un lado, los alumnos tuvieron que entregar una breve memoria y los planos para la construcción de la plataforma. Por otro lado, los alumnos debían realizar una breve exposición de su propuesta grabando un vídeo de 5 minutos de duración máxima, y que estuvo a disposición de sus compañeros, una vez ya habían entregado la tarea todos los alumnos. El profesorado de cada asignatura puntuó cada propuesta junto con los alumnos, que también puntuaron las propuestas de sus compañeros, ambos sobre una base de 10 puntos. En el caso de los alumnos, la evaluación se realizó sólo en base al vídeo grabado por sus compañeros, sin que se permitiese la autoevaluación del trabajo propio. Las puntuaciones del profesorado se

ponderaron en un 50 % y la media de las puntuaciones del alumnado también se ponderó un 50 % y ambas puntuaciones se sumaron para obtener la puntuación final. Los trabajos de cada asignatura se clasificaron por separado y por orden descendente de puntuación, obteniendo el primer clasificado 1 punto extra sobre la puntuación final de la asignatura, el segundo clasificado 0,5 puntos extra y el tercer clasificado 0,25 puntos extra.

La idea inicial era que, una vez finalizado el concurso, los profesores seleccionarían uno de los trabajos propuestos o combinarán varias soluciones de las propuestas para diseñar la estructura definitiva. Esta estructura se emplearía para la realización de una práctica con el tractor y las balanzas pesa ejes ya disponibles en la Universidad de La Rioja, durante los siguientes cursos académicos en las asignaturas Sistemas de Calidad y Seguridad Laboral impartidas en los Grados en Ingeniería Agrícola y Enología. Hasta el momento actual, como no se dispone de estructura, las actividades llevadas a cabo sólo permiten medir la distancia del centro de gravedad del tractor al eje trasero, pero no la altura. Estos elementos también podrían emplearse en actividades de investigación y/o divulgación que se lleven a cabo por parte del personal docente e investigador. Hasta la actualidad, la falta de presupuesto del proyecto de innovación docente, no ha permitido llevar a cabo la construcción de esta estructura, aunque se espera que se pueda construir en un futuro.

3. Resultados

En primer lugar, la participación en la actividad basada en el aprendizaje basado en un proyecto ha sido muy dispar en las asignaturas en las que se ha aplicado, obteniéndose una tasa de evaluación de la actividad del 100 % en la asignatura de grado y del 0 % en la asignatura de máster (Tabla 2).

Tabla 2. Alumnos matriculados, tasa de evaluación y tasa de rendimiento de las asignaturas en las que se ha implementado una tarea de aprendizaje basado en un proyecto.

Asignatura	Titulación	Alumnos matriculados	Tasa de evaluación (%) ¹	Tasa de rendimiento (%) ²
Máquinas Agrícolas Ingeniería Rural	Grado en Ingeniería Agrícola	5	100	100
	Máster en Ingeniería Agronómica	12	0	-

¹ Tasa de evaluación = alumnos presentados * 100 / alumnos matriculados.

² Tasa de rendimiento = Alumnos que superan la actividad * 100 / alumnos matriculados.

El resultado del proyecto realizado por los alumnos fue altamente satisfactorio, obteniéndose propuestas que en la mayor parte de los casos eran funcionales y en un par de casos requerían una modificación de materiales o de diseño para ser funcionales. Por este motivo, se otorgaron buenas calificaciones a los alumnos que habían participado, aunque como se ha indicado previamente, sólo 3 alumnos obtendrían una calificación que se sumaría a la calificación global de la asignatura (Tabla 3).

Tabla 3. Calificaciones obtenidas en la tarea de aprendizaje basado en un proyecto (ABP), aportadas por esta tarea a la calificación global y calificaciones globales de la asignatura de Máquinas Agrícolas.

Alumno	Calificación tarea ABP	Calificación aportada por ABP a la calificación global	Calificación global de la asignatura
1	9,40	1	8,5
2	8,72	0,5	7,5
3	8,34	0,25	8,0
4	8,31	0	9,1
5	8,14	0	9,0

Los alumnos calificaron el trabajo de sus compañeros en base al vídeo de 5 minutos que cada uno había grabado, dejándolo disponible para su visualización a través del aula virtual. Esta evaluación por pares se produjo sin que ningún alumno tuviese conocimiento de la nota ya asignada por parte del profesor, aunque ambas

calificaciones presentaron una correlación muy alta, por lo que se puede indicar que la evaluación realizada por el profesor y la evaluación realizada por pares se habían producido en el mismo sentido. Cabe resaltar que, a la hora de ordenar los trabajos de mayor a menor puntuación para asignar los puntos extra según el método de calificación descrito, la puntuación de los trabajos fue tan ajustada que hubo que recurrir al segundo decimal para determinar qué trabajo quedaba en tercer lugar y qué trabajo quedaba en cuarto lugar (Tabla 4).

Tabla 4. Calificaciones obtenidas en la tarea de aprendizaje basado en un proyecto (ABP), aportadas por esta tarea a la calificación global y calificaciones globales de la asignatura de Máquinas Agrícolas.

Alumno que recibe la calificación	Alumno que otorga la calificación					Nota media alumnos	Nota profesor	Nota actividad
	1	2	3	4	5			
1	-	9,5	9,5	9,2	9	9,3	9,5	9,40
2	9	-	8,75	8,8	9,2	8,9	8,5	8,72
3	9	9	-	8,4	8,3	8,7	8	8,34
4	8,5	9,5	8,5	-	8	8,6	8	8,31
5	8,5	9	8,25	7,4	-	8,3	8	8,14

4. Discusión

Con esta actividad de aprendizaje basado en proyectos se ha pretendido fomentar la motivación del alumnado desarrollando nuevas formas de intervención que produzcan un impacto en la mejora de la calidad del aprendizaje e introduzcan cambios significativos y duraderos en la enseñanza. Al mismo tiempo se desea incorporar metodologías activas que fomenten la participación del estudiantado en la construcción de su propio proceso formativo. Esto es así ya que el alumno no sólo se siente partícipe de su propio proceso formativo, sino que, además, contribuye al proceso formativo de futuros alumnos en otras asignaturas.

Sin embargo, la motivación del alumnado es condición necesaria pero no suficiente para afrontar una actividad de aprendizaje basado en proyectos, y la percepción del alumnado de su participación en su propio proceso formativo, depende del curso en el que se encuentre. En este sentido, los alumnos de grado fueron más participativos en la actividad (Tabla 2), por dos motivos: Por un lado, la grabación del vídeo explicando su proyecto se consideró que formaría parte también del proceso de evaluación de la asignatura según se especifica en la guía docente, suponiendo un 5 % de la calificación final de la asignatura (Tabla 1). Por otro lado, la percepción del alumnado de estar participando en su propio proceso formativo era real, puesto que el resultado del proyecto podría emplearse en la asignatura de Sistemas de Calidad y Seguridad Laboral que se imparte en 4^a curso del Grado en Ingeniería Agrícola.

En cambio, la participación de los alumnos de máster fue nula, a pesar de encontrarse aún más cerca de su inserción en el mercado laboral (Tabla 2). Esta falta de participación en la asignatura de máster puede deberse a tres factores fundamentales: En primer lugar, la cercanía de la fecha de finalización de la actividad a los exámenes, pues se solicitó la entrega de la tarea el 13 de junio de 2021 cuando el periodo de exámenes comenzaba el 14 de junio de 2021. En segundo lugar, la baja participación del alumnado de máster también puede deberse a la saturación de tareas de la asignatura, en la que ya se solicita un proyecto de construcción de una nave agrícola o agroindustrial completo y un examen final escrito, lo que supone una carga de trabajo elevada para una asignatura de 6 créditos ECTS. En tercer lugar, el hecho de que la actividad no tuviese ningún peso en la calificación global de la asignatura (Tabla 1) también actuó como un factor clave en la nula participación de los alumnos.

Un resultado llamativo es que la correlación entre la calificación obtenida en la actividad basada en un proyecto y la calificación global de la asignatura fue casi totalmente inversa, obteniendo los alumnos con peor calificación global de la asignatura una mejor nota en la actividad (Tabla 3). Aunque el número de casos estudiados es claramente insuficiente, este hecho podría deberse a que la diversidad en las capacidades innatas y

en la forma de trabajo de los alumnos puede hacer que algunos de ellos se adapten mejor a metodologías de aprendizaje pasivas, y otros se adapten mejor a metodologías de aprendizaje activas. Sin embargo, sí existe una correlación casi perfecta entre la evaluación por pares y la evaluación tradicional por parte del profesor (Tabla 4), lo que indica que considerando un cierto número de alumnos y cuando el objetivo del aprendizaje está interiorizado por parte del alumnado, ambos sistemas de evaluación se alinean de forma muy precisa.

5. Conclusiones

Se ha diseñado, implementado y evaluado una actividad de aprendizaje basado en un proyecto de diseño de una plataforma para la determinación de la altura del centro de gravedad en tractores y maquinaria agrícola que en un futuro será usada como material docente en otra asignatura. La tasa de evaluación de la actividad ha mostrado resultados muy dispares entre la asignatura de grado y la asignatura de máster, indicando que es fundamental encontrar las herramientas o criterios de diseño que permitan que el alumnado se involucre en este tipo de procesos de aprendizaje. En la asignatura de grado, la tasa de rendimiento ha sido muy satisfactoria, participando activamente los alumnos en el proceso de aprendizaje y evaluación por pares de la actividad. En este sentido y aunque el escaso número de alumnos hace que los resultados no sean concluyentes, se observan dos resultados interesantes: Por un lado, que los alumnos que mejor calificación han obtenido en esta actividad tenían peor calificación en el resto de actividades; Por otro lado, que existe una correlación casi perfecta entre la nota otorgada por el profesor y la calificación obtenida mediante la evaluación por pares.

Author Contributions: Conceptualization, F.J.C.R. and A.T.; methodology, F.J.C.R.; validation, F.J.C.R. J.A.M. and A.T.; formal analysis, F.J.C.R.; investigation, F.J.C.R.; resources, J.M.P.; data curation, F.J.C.R.; writing—original draft preparation, F.J.C.R.; writing—review and editing, J.A.M. and A.T.; supervision, J.M.P.; visualization, J.M.P.; project administration, F.J.C.R. J.A.M. and A.T.; funding acquisition, F.J.C.R. J.A.M. and A.T. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research was funded by University of La Rioja grant number 37 of Resolución de 26 de abril de 2021 de la Vicerrectora de Ordenación Académica y Profesorado.

Institutional Review Board Statement: Not applicable.

Informed Consent Statement: Not applicable.

Data Availability Statement: For data availability, please, contact authors.

Acknowledgments: Authors acknowledge student collaboration during the activity process.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest. Furthermore, the funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript, or in the decision to publish the results.

References

1. Comillas, F. Metodología pasiva vs. activa Available online: <https://www.fundacioncomillas.es/actualidad/noticias/view/metodologia-pasiva-o-activa/> (accessed on Sep 8, 2021).
2. Universidad del País Vasco Metodologías activas de enseñanza Available online: <https://www.ehu.eus/es/web/sae-helaz/eragin-irakaskuntza-metodologia-aktiboak> (accessed on Sep 8, 2021).
3. Martín, J.G.; Martínez, J.E.P. Aprendizaje basado en proyectos: método para el diseño de actividades. *Rev. Tecnol. Cienc. y Educ.* **2018**, *37–63*, doi:10.51302/TCE.2018.194.
4. Hassan, H.; Martinez, D.J.; Peres, A.; Albaladejo, J.; Capella, J. Integrated multicourse project based learning in electronic engineering. *Int. J. Eng. Educ. ISSN-e 0949-149X, Vol. 24, no. 3, 2008, págs. 581-591* **2008**, *24*, 581–591.
5. Júlia, G.S.; Miguel, V.G. Hablando sobre Aprendizaje Basado en Proyectos con Júlia. *Rev. Docencia Univ.* **2012**, *10*, 125–151.