

APRENDIZAJE EXPERIMENTAL EN LOS TRABAJOS FIN DE GRADO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA DE SAN JAVIER

Esta comunicación presenta un ejemplo de aprendizaje experimental realizado en la asignatura de Trabajo Final de Grado (TFG) de la titulación de Ingeniería de Organización Industrial impartida en el CUD de San Javier. En la misma se exponen la metodología, el desarrollo y los resultados obtenidos del referido TFG haciendo énfasis en el carácter experimental del mismo. Debido al alto interés del alumno sobre la temática, los objetivos marcados para la tarea fueron sobrepasados sobradamente, poniendo en práctica gran parte de los conocimientos adquiridos en la titulación de Grado y profundizando en varias áreas de conocimiento para solventar los problemas que se encontraron. Como conclusión se postula que este tipo de trabajos y metodologías son altamente adecuados en los estudios técnicos superiores por la motivación, autonomía y aprehensión de conocimientos por parte del alumnado.

Palabras clave: EEES, Ingeniería, Trabajo Fin de Grado, Aprendizaje Experimental, Motivación, Desafío Intelectual

1. Introducción y objetivos

Las necesidades de las Fuerzas Armadas (FAS) modernas implican una complementariedad de la formación castrense con una formación técnico-humanística de suficiente calado (Nieves-Nieto, Madrid-García, Roca-Dorda & Teruel-Sánchez, 2012) que llevó, en el año 2007, a la inserción de la formación en las FAS en el sistema educativo general (Ley 39/2007). Como resultado de ello, se creó, para la formación de oficiales, el sistema de Centros Universitarios de la Defensa (CUDs) que dan docencia de grados universitarios dentro del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

En el caso del Ejército del Aire (EA), el CUD de San Javier imparte para sus futuros oficiales el Grado en Ingeniería en Organización Industrial (GIOI) (Orden Ministerial 53/2010). Un porcentaje de estos alumnos recibirán, adicionalmente, una formación aeronáutica que les habilitará como pilotos militares. La última asignatura de estos estudios, como en todos los Grados del EEES, consiste en un Trabajo Fin de Grado (TFG), donde los alumnos deben sintetizar las enseñanzas de diversas disciplinas adquiridas durante sus años de formación académica. En el caso del EA, la realización de estos TFGs tiene la singularidad de ser realizados en los conocidos como Centros Docentes Militares de Formación (CDMF) que distan de la ubicación donde se encuentra el CUD de San Javier. Ello implica que el proceso de tutorización del alumno tiene el inconveniente y el desafío de la distancia entre este y el profesor, lo que unido a la dedicación de los alumnos en los cursos de formación aeronáutica (López-Belchí & Serna, 2016) (bien Cursos de Vuelo Avanzados, bien cursos de Controlador y Operador de Sistemas Aeronáuticos), hace que haya que buscar temáticas y desarrollos que motiven altamente al alumnado para el desarrollo de los TFGs.

Organizado por:



Además del hecho conocido de que todo alumno aprende mejor cuando responde a una pregunta la cual tiene interés en responder, cuando persigue un objetivo que quiere alcanzar (Bain, 2007), está el hecho de que el tiempo que pueden emplear estos alumnos al TFG es reducido y, por tanto, debe ser un tiempo de “calidad” si se quiere tener un resultado excelente del proceso.

El presente trabajo muestra un caso de éxito de la metodología seguida en algunos TFGs, donde el alumno aprende de manera natural mientras intenta solucionar los problemas que le preocupan. Así, el seguimiento y orientación por parte del profesorado lleva al TFG a alcanzar cotas propias de una ingeniería mucho más técnica que la de corte generalista impartida en el CUD de San Javier, sin implicar esto una sobrecarga del profesorado, dado que el alumno presenta claramente sus dudas y tiene claramente interiorizados los objetivos del proceso.

2. Marco teórico/legal:

Las competencias específicas de los egresados como Tenientes del Cuerpo General del EA se pueden encontrar en (Memoria Justificativa del Currículo de Teniente de Cuerpo General del Ejército del Aire EO-STP y Orden DEF/287/2016). En este documento se recoge el Plan de Estudios Conjunto entre estudios de Grado (Orden DEF/810/2015, de 4 de mayo) y militares. En los estudios de Grado, el TFG consta como asignatura de 12 créditos ECTS que se cursa durante el 5º Curso. En el caso particular del GIOI, los TFGs pueden atender a las siguientes categorías:

- a) Proyecto clásico de ingeniería, que puede versar, por ejemplo, sobre el diseño e incluso la fabricación de un prototipo, la ingeniería de una instalación de producción, o la implantación de un sistema en cualquier campo de la ingeniería.
- b) Estudios técnicos, organizativos y económicos: realización de estudios sobre los campos propios de la titulación y que relacionen cuando proceda alternativas técnicas con evaluaciones económicas y discusión y valoración de los resultados.
- c) Trabajos teóricos-experimentales: trabajos de naturaleza teórica, computacional y/o experimental, que constituyan una contribución a la técnica en los diversos campos de la Ingeniería incluyendo, cuando proceda, evaluación económica y discusión y valoración de los resultados.

3. Metodología:

Expuesto el marco legal en que se encuadra el TFG, surge la problemática de realizar el seguimiento del alumno y conseguir mantener la motivación del mismo para la obtención de los objetivos del TFG desde la distancia y al tiempo que el alumno desarrolla otras tareas académicas, aeronáuticas y castrenses, demandantes de tiempo y, en ocasiones, condicionantes de su futuro profesional, con la consecuente presión que esto tiene sobre el alumno.

Es evidente la fuerte motivación intrínseca que existe en el alumnado por la necesidad de superar la asignatura de TFG, donde su trabajo será evaluado por un tribunal externo (Guía Docente del Trabajo Fin de Grado), lo que le permitirá la

Organizado por:



obtención del título de Graduado en Ingeniería de Organización Industrial y, lo que es más perseguido por este tipo de alumno, el despacho de Teniente. Esta motivación, a todas luces es suficiente para la realización de trabajos dignos, sin embargo, si se persigue la excelencia y trabajos de calidad, se precisa de una motivación extra, motivación de índice vocacional (García-Laencina *et al*, 2014) que lleve al alumno, por iniciativa propia, a profundizar en el conocimiento necesario para el desarrollo del TFG y vaya solventando problemas conforme van apareciendo. Esta motivación extra surge en los TFGs experimentales de la propia propuesta que realizan los alumnos sobre técnicas o tecnologías aplicadas al mundo aeronáutico. De esta manera los estudiantes mantienen su ilusión mediante expectativas positivas que son genuinas, estimulantes pero realistas, y hace que tomen en serio su trabajo. En estos casos es más fácil que las personas disfruten de su educación si creen que están al mando de la decisión de aprender, y no manipulados por una recompensa externa como pueden ser las notas (Bain, 2007). En el caso que se presenta en este trabajo, el alumno puso de manifiesto la ventaja de la técnica del *Aprendizaje Experimental*, que le permitió ahondar en conocimientos a un nivel más allá del impartido en los estudios de GIOI. La anterior metodología ha sido constatada en varios estudios de innovación docente como un modo natural de adquirir conocimiento, basado en el hecho de que los seres humanos son animales curiosos que aprenden de manera natural mientras intentan resolver problemas (Bain, 2007). Esto junto con la realimentación del profesorado al alumno, con su compromiso y compartiendo con él, con confianza y franqueza, sus apreciaciones para el correcto desarrollo del TFG permiten que el alumno aprenda de los errores cometidos en el proceso (Bain, 2007).

Finalmente, si se pretende realizar un TFG que sea un trabajo realmente disciplinar e implementar, como se ha realizado en este caso, un sistema completo, dada las circunstancias referidas anteriormente de distancia y enfoque del alumno en su quehacer diario a otras actividades docentes de corte castrense/aeronáutico, el desarrollo por parte de un único alumno es harto complejo. En este aspecto, la implicación del profesorado también es requerida para optimizar el trabajo, evitando duplicidades y coordinando las actividades de los alumnos.

4. Discusión de los datos, evidencias, objetos o materiales:

La metodología anterior se aplicó de manera exitosa a un TFG en el GIOI del CUD de San Javier, buscando el máximo potencial de la motivación y el *Aprendizaje Experimental*. El referido TFG consistió en un estudio teórico y actualizado de los sistemas de lanzamiento de aeronaves embarcadas junto con el desarrollo de un demostrador a escala de la tecnología de lanzaderas electromagnéticas. Como hitos dentro de este proceso cabe destacar los siguientes:

1. La propuesta de TFG se hizo por el alumno en el curso académico inmediatamente anterior al del desarrollo del TFG. El hecho de que la propuesta saliera del propio alumno propicia el clima perfecto para que se anime a una participación mayor y tome las riendas de su aprendizaje dado

- que siente seguridad en el dominio de la temática y el miedo a cometer errores es menor.
- Propuesto el TFG, se mantuvieron diversas conversaciones y reuniones con el alumno interesado para revisar conocimientos necesarios adquiridos: Diseño Gráfico (1ºGIOI), Automatización e Instrumentación Electrónica (2ºGIOI), Tecnología Eléctrica (2ºGIOI), Tecnología de Seguridad y Defensa (3ºGIOI), Aviónica y Conocimiento General de Aeronaves (4ºGIOI). Las dudas de los primeros estadios, se pudieron resolver en el CUD de San Javier con la oportunidad de generar el listado de componentes necesarios para la fabricación del demostrador que finalmente utilizaría en su acto de defensa pública.
 - Durante el desarrollo del TFG, el alumno realizó exhaustivas búsquedas de material desclasificado por la red y consultó dudas sistemáticamente al profesorado. Estas dudas iban surgiendo con el devenir del desarrollo de la plataforma, claro ejemplo del *Aprendizaje Experimental*. La realimentación con el profesorado fue continua, haciendo uso de herramientas de docencia 2.0: correos electrónicos, carpetas compartidas de Dropbox para ver la evolución de los documentos, grupo de Whatsapp para consultas puntuales, espacio de entrega en Aula Virtual para envío de documentos en fechas de entrega oficiales,... Fruto de este trabajo, los controles periódicos (Guía Docente Trabajo Final de Grado) fueron superados sin mayor dificultad por el alumno.
 - En el momento de la entrega final, el documento memoria y el demostrador estaban tan depurados que fue necesaria una mínima realimentación por parte de los tutores, básicamente en formato y estilo de redacción del documento a presentar. El grado de implicación del alumno llegó a ser tal que con los conocimientos adquiridos pudo realizar una comparativa cuantitativa acerca de las ventajas de esta nuevas plataformas frente a las existentes..

En las siguientes imágenes se puede observar el resultado del demostrador creado por el alumno de TFG, un sistema de lanzamiento de aeronaves embarcadas para la aceleración hasta velocidad de despegue de una maqueta de Eurofighter.

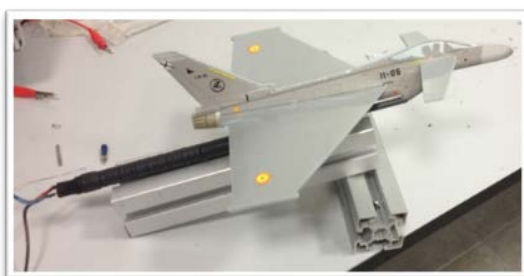


Figura 1. Izquierda: maqueta de Eurofighter Typhoon utilizado en el demostrador. Derecha: demostrador de sistema de aceleración electromagnético en funcionamiento.

5. Resultados y/o conclusiones:

Como resultado del trabajo realizado durante el curso 2016-17, se presentó un TFG titulado "Sistemas de Lanzamiento de Aeronaves Embarcadas. Lanzaderas Electromagnéticas (EMALS)". Además, el alumno desarrolló un demostrador real para el lanzamiento de un prototipo a escala cuya cuyo funcionamiento explicó en el acto de defensa obteniendo la calificación final de Sobresaliente.

6. Contribuciones y significación científica de este trabajo:

El presente trabajo muestra un caso de éxito en que la conjunción del *Aprendizaje Experimental* y la motivación desembocan en unos resultados académicos excelentes, consecuencia de unos conocimientos adquiridos en parte de manera autónoma por el alumnado por su intriga y curiosidad acerca de las tecnologías que serán sus herramientas de trabajo en el futuro. Estas técnicas, aunque aplicadas en este caso a TFGs, pueden ser extrapolables a otras actividades académicas con potenciales garantías de éxito.

7. Bibliografía:

De Nieves-Nieto, C., Madrid-García, N., Roca-Dorda, J. & Teruel-Sánchez, R. (2012) *El nuevo modelo de Enseñanza Militar: Graduado Universitario y Oficial; transferencia de tecnología docente civil y militar* en Las Tecnologías de Doble Uso: la Investigación y el Desarrollo al Servicio de la Sociedad Civil y Militar. Centro Universitario de la Defensa de San Javier. ISBN 978-84-939010-1-1.

Bain, K (2007) *Lo que hacen los mejores profesores de universidad*. Ed: Universitat de Valencia. ISBN: 978-84-370-6667-7.

García-Laencina, P.J., De Nieves-Nieto, C., Madrid-García, N., Roca-Dorda, J., Serna-Serrano, J., Bernal-Conesa... Martínez-Salmerón, A. Implantación de metodología docente basada en la motivación vocacional de los alumnos del Centro Universitario de la Defensa de San Javier. *II Congreso Internacional de innovación docente 2014*. Febrero de 2014, Murcia.

Guía Docente de Trabajo Fin de Grado. Disponible en: <http://autentica.upct.es/apps/guiasdocentes?codDep=CUD&anyAnyaca=2016-17&steCod=GRADO&assCodnum=511104009&locale=es>.

Ley 39/2007, de 19 de noviembre (BOE de 20 noviembre), de la Carrera Militar. *Boletín Oficial del Estado*. Núm278, pp47336 – 47377.

López Belchí, A. y Serna, J. *Innovación E Integración En Una Formación Universitaria Multidisciplinar: Los Estudios Aeronáuticos En El Nuevo Modelo De Formación Militar* publicado en *Libro de actas CIMIE16* de AMIE. Disponible en <http://amieedu.org/actascimie16/>.



#CIMIE18

LA MARCHA DE LAS CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

Zaragoza, 5 y 6 de julio de 2018

Memoria Justificativa del Currículo de Teniente de Cuerpo General del Ejército del Aire, Escala de Oficiales para el acceso a la formación sin exigencia de titulación previa, de marzo de 2016. Disponible en www.defensa.gob.es/Galerias/ministerio/organigramadocs/sudef/digerem/plan-estudios-Oficiales-EA-Sin-titulacion-previa.pdf.

Orden Ministerial 53/2010, de 30 de julio (BOD de 12 de agosto), por la que se aprueban los Planes de Estudios de la Enseñanza de Formación de Oficiales para la Integración en el Cuerpo General del Ejército del Aire mediante las formas de ingreso sin titulación. *Boletín Oficial de la Defensa*. Núm 157, Sec I. pp9400 – 9403.

Orden DEF/287/2016, de 23 de febrero (BOE de 7 de marzo), por la que se aprueba el currículo de la enseñanza de formación de oficiales para la integración en el Cuerpo General del Ejército del Aire mediante las formas de ingreso sin titulación previa. *Boletín Oficial del Estado*. Num 57, Sec I. pp 18193 – 18199.

Organizado por:

