

# VISIÓN HOLÍSTICA DE LA GESTIÓN DEL TRÁFICO AÉREO BASADA EN RETOS: ANÁLISIS DE DEMANDA, PREDICTIBILIDAD Y SEGURIDAD DE TRAYECTORIAS

Rosa M. Arnaldo Valdés, Javier A. Pérez-Castán, Álvaro Rodríguez-Sanz, Rocío Barragán Montes, Fernando Gómez Comendador y Javier Crespo

Departamento Sistemas Aeroespaciales, Transporte Aéreo y Aeropuertos  
E.T.S.I. Aeronáutica y del Espacio  
Universidad Politécnica de Madrid  
e-mail: rosamaria.arnaldo@upm.es

**Resumen.** *El objetivo de artículo es describir la experiencia obtenida tras la implementación de un proyecto de innovación educativa basado en retos. Este proyecto colaborativo se centra en las interrelaciones entre la demanda, la predicatabilidad y la seguridad en el transporte aéreo. Particularmente, este proyecto ha involucrado tres asignaturas del Máster Universitario en Sistemas del Transporte Aéreo de la Universidad Politécnica de Madrid. El desarrollo multidisciplinar de este proyecto permite trabajar a los alumnos en un ambiente colaborativo a partir de escenarios operativos reales del transporte aéreo. Este artículo propone una experiencia educativa que intenta cambiar la perspectiva tradicional de la enseñanza por medio de un proyecto colaborativo. Los estudiantes son los principales actores de su aprendizaje y deben enfrentarse a distintos retos y encontrar el camino para resolverlos. Los resultados concluyen que los estudiantes desarrollan competencias colaborativas y multidisciplinarias y profundizan sus conocimientos sobre las interdependencias del transporte aéreo.*

**Palabras clave:** Innovación Educativa, Aprendizaje Basado en Retos; Educación colaborativa; Máster; Transporte Aéreo

## 1. Introducción

La educación basada en retos es una estrategia educativa basada en el auto aprendizaje de los alumnos, teniendo como objetivo desarrollar diferentes habilidades a través de proyectos reales donde los estudiantes pueden enfrentarse a distintos problemas [1-3]. Dentro de esta metodología, la adquisición de conocimientos tiene la misma relevancia que el desarrollo de habilidades y actitudes, las cuales son fundamentales para afrontar a su futura carrera profesional. A partir de los logros conseguidos a través de retos y la resolución de problemas interdisciplinarios, las principales características de este proyecto son la colaboración, el compromiso y el desarrollo educativo [4].

La educación basada en retos se sustenta en la necesidad de evolucionar el actual paradigma del proceso educativo [5,6]. Éste evoluciona desde el aprendizaje sin implicaciones relacionadas con la vida laboral hasta el aprendizaje que las analiza y las introduce. Esta nueva visión proporciona una guía a los estudiantes, evitando un rol pasivo y animándoles a ser parte activa en la adquisición de conocimientos desde su participación e integración [7].

Este proyecto se ha llevado a cabo por estudiantes de tres especialidades del Máster Universitario de Sistemas del Transporte Aéreo de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Las especialidades involucradas han sido Aeropuertos y Transporte Aéreo (ATA), Gestión del Tráfico Aéreo (ATM) y Seguridad aérea (SAS). Además, el

proyecto ha sido realizado de manera conjunta por tres asignaturas “Análisis de la demanda del transporte aéreo”, “Predictibilidad, optimización y sincronización de trayectorias” y “Modelización de la seguridad y del riesgo de colisión”. Esto ha permitido crear una unión para el aprendizaje de los alumnos y proveer de una visión global de todos los procesos involucrados en la gestión y previsión del sistema de transporte aéreo.

El resto del artículo está dividido como sigue: La sección 2 describe el proyecto y la metodología seguida para aplicar este proyecto de innovación educativa. La sección 3 presenta los resultados y discute sus implicaciones. Finalmente, la sección 4 presenta las principales conclusiones

## **2. Descripción del proyecto**

Este proyecto se centra en el desarrollo de un aprendizaje basado en retos. El objetivo es proporcionar a los estudiantes una visión global de todos los procesos involucrados en el sistema de gestión del tráfico aéreo. Este proyecto une los distintos procesos desde la gestión y previsión de trayectorias de aeronaves a partir del punto de vista de los distintos agentes involucrados, así como distintos conceptos operacionales actuales y futuros. Además, los estudiantes desarrollan competencias y habilidades para resolver problemas bajo una programación temporal, atendiendo a sus distintas necesidades [8,9]. Por lo tanto, los estudiantes analizan escenarios operativos reales del espacio aéreo español y se familiarizan con la importancia del conocimiento de una perspectiva global de todos los agentes, sus responsabilidades y tareas.

Para alcanzar este objetivo, se ha dividido el sistema ATM en diferentes áreas que adquieren un rol específico en las operaciones de tráfico aéreo: los estudiantes de ATA adquieren el rol de Planificador de la Red, los estudiantes de ATM actúan como compañías aéreas y los estudiantes de SAS juegan el rol de Gestor de Seguridad de la red. Estos roles ayudan a tener una perspectiva sobre el tradicional problema de la Capacidad, Demanda y Seguridad. Todos los estudiantes deben enfrentarse y resolver distintos problemas en determinadas áreas del transporte aéreo conjuntamente con el resto de alumnos. Solamente una interacción completa entre los distintos roles permite obtener una visión global de todo el sistema de transporte aéreo.

Los estudiantes que adquieren el rol de una compañía aérea deben definir la estrategia de su propia compañía aérea (compañía de corto o largo alcance, bajo coste o tradicional, etc.) y preparar los planes de vuelo para el resto de agentes. El Planificador de la red analiza los históricos de tráfico y estudia los rasgos de la demanda para realizar una prognosis de tráfico aéreo que permita conocer el tráfico futuro anual y de un día tipo. La conjunción de los planes de vuelo y la prognosis de tráfico aéreo permite al Gestor de Seguridad analizar que la previsión de tráfico aéreo cumple los límites de seguridad y proporciona trayectorias libres de conflicto para las compañías aéreas. Finalmente, los alumnos de las diversas especialidades ponen en común toda la información anterior para realizar un ejercicio de simulación de las operaciones de vuelo anteriormente planificadas. Todo este conjunto de procesos permite conocer cómo funcionan las instituciones europeas para asegurar un sistema de transporte aéreo eficiente y fluido.

## **3. Resultados y discusión**

La evaluación del proyecto y el avance de los alumnos se ha realizado usando diferentes técnicas de evaluación, siendo la más relevante la presentación final por parte de cada grupo de trabajo. Entre todos los grupos de trabajo, los más destacados son seleccionados para presentar una sesión abierta y común para todos los estudiantes,

así como expertos externos del ámbito profesional. A partir de la guía propuesta por los profesores, la presentación de los resultados, la discusión posterior y el intercambio de opiniones permiten obtener una visión global profunda y contrastada de todo el proyecto.

Los alumnos fueron encuestados tras la realización de la sesión de presentación de resultados. Algunos de los principales resultados fueron que más del 70% de los encuestados estaban completamente o muy de acuerdo con haber ampliado sus conocimientos respecto al sistema de transporte aéreo, particularmente: planificación de vuelo, predicción de trayectorias y gestión de los conflictos. Además, 94% de los encuestados estaban de acuerdo con que los conocimientos adquiridos con el proyecto están relacionados con el contenido de su asignatura. No obstante, también hubo propuestas de mejora para el proyecto, sobre todo con respecto a la coordinación entre las asignaturas y el calendario docente.

Los estudiantes estaban muy satisfechos de haber participado en este proyecto educativo, tal y como han manifestado durante la realización del trabajo final y en las encuestas. Este proyecto multidisciplinar ha desarrollado una técnica de aprendizaje que motiva a los alumnos mediante el reto de resolver una situación real en el espacio aéreo al que deberán enfrentarse durante su futura carrera profesional. No obstante, este proyecto se ha realizado por primera vez durante este curso y por lo tanto tiene un margen de mejora. Se debe mejorar la coordinación entre las tres asignaturas, así como proporcionar una base común para todos los alumnos. Futuros trabajos se centrarán en constituir grupos formados por alumnos de distintas especialidades que facilitará este intercambio de información y proporcionará distintos puntos de vista complementarios. Además, los profesores deberán focalizarse en una uniformización de los calendarios y de los conceptos operativos que son necesarios para la realización del proyecto.

#### **4. Conclusiones**

El resultado más importante de este proyecto ha sido alcanzar una docencia dinámica, mixta y activa donde los estudiantes son los principales beneficiados. Ellos toman las decisiones, investigan, razonan, discuten y evalúan los distintos conceptos operacionales e implicaciones de la gestión de trayectorias. Además, adquieren sus conocimientos a través del compromiso que existe con el proyecto y se involucran profundamente en las distintas etapas que lo constituyen. En definitiva, mediante el proyecto basado en retos se consigue profundizar y asentar los conocimientos en los alumnos mediante el análisis de un escenario real a la docencia universitaria. Este proyecto novedoso supone un avance en el proceso educativo aplicado al sistema de gestión del tráfico aéreo.

#### **REFERENCIAS**

- [1] Apple Inc. (2008). Learning in the 21st Century. Apple Classrooms of To-morrow—Today.
- [2] Apple Inc. (2010). Challenge Based Learning. A Classroom Guide.
- [3] Nichols, M., Cator, K., Torres, M. (2016). Challenge Based Learner User Guide. Digital Promise.
- [4] Arnaldo Valdés, R. M. (2017). Visión Holística de la Gestión del Tráfico Aéreo Basada en Retos: Análisis de la Demanda, Predictibilidad y Seguridad de Trayectorias. Proyecto de Innovación Educativa (Universidad Politécnica de Madrid)

- [5] Yew, E. H. J., Goh, K. (2016). Problem-Based Learning: An Overview of its Process and Impact on Learning. *Health Professions Education*, 2(2), 75-79. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.hpe.2016.01.004>
- [6] Johnson, L. F., Smith, R. S., Smythe, J. T., Varon, R. K. (2009). Challenge-Based Learning: an Approach for Our Time. *The New Media Consortium*.
- [7] Piironen, A., Ikonen, A., Saurén, K., Lankinen, P. (2009). Challenge Based Learning in Engineering Education. *Proceedings of the 5th International CDIO Conference*.
- [8] Rojas, J.I., Prats, X., Montlaur, A., García-Berro, E. (2008). Model Rocket Workshop: a Problem-Based Learning Experience for Engineering Students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 3(4), 70-77.
- [9] R. & Pérez-Gómez, B. (2002). *Lo obvio y lo obtuso. Imágenes, gestos, voces*. Barcelona: Paidós.