

## **The Conquest of Space: un curso MOOC y SPOC en ingeniería aeroespacial**

Manuel Sanjurjo Rivo<sup>1</sup>, Mario Merino<sup>1</sup>, Filippo Cichocki<sup>1</sup>, Xin Chen<sup>1</sup>,  
David Morante<sup>1</sup>, Daniel Pérez Grande<sup>1</sup>, Gonzalo Sánchez Arriaga<sup>1</sup>, Manuel Soler<sup>1</sup>,  
Eduardo Ahedo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento Bioingeniería e Ingeniería Aeroespacial  
Universidad Carlos III de Madrid

{msanjurj,marmerin,fcichock,xchen,  
dmorante,daperezg,gonsanch,masolera,eahedo}@ing.uc3m.es

**Abstract.** Este artículo describe el proceso de diseño y desarrollo de un MOOC de la plataforma edX y un SPOC de la Universidad Carlos III de Madrid, que introduce a los alumnos en la ingeniería aeroespacial. Los objetivos de partida al presentar el proyecto consistían fundamentalmente en producir un curso de calidad que tuviese una alta difusión entre estudiantes de bachillerato y universitarios y profesionales del sector. Se ha analizado el cumplimiento de estos objetivos a la luz de los datos obtenidos tanto de las herramientas analíticas de la plataforma edX como de las encuestas propias realizadas a los estudiantes. Además, se han comparado los datos obtenidos en MOOC y SPOC. Los resultados parecen indicar que el propósito inicial en términos de difusión e impacto dentro del público objetivo y satisfacción de los estudiantes con los contenidos se ha conseguido.

**Keywords:** MOOC, SPOC, ingeniería aeroespacial.

### **1 Introducción**

En la convocatoria para la presentación de propuestas de MOOCs para el curso 2015-2016 de la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M), el equipo docente que firma este artículo se planteó acudir a ella con el proyecto educativo que aquí se describe. La propuesta de MOOC se realizó para la plataforma edX y tuvo por título: “The Conquest of Space: Space Exploration and Rocket Science.” Actualmente, este MOOC se encuentra en su segunda edición en dicha plataforma.

El objetivo de esta iniciativa era doble: por una parte, fomentar en los estudiantes de grado el interés por la ingeniería espacial subrayando la conexión existente entre la materia de estudio y la historia de la astronáutica; por otra parte, el curso pretendía dar a los profesionales del sector y personas aficionadas una revisión actualizada que podría ser de utilidad en su trabajo o afición. El idioma escogido fue el inglés, fundamentalmente por la posible mayor repercusión del curso, y porque se adecuaba al idioma del grado y máster en ingeniería aeroespacial en UC3M.

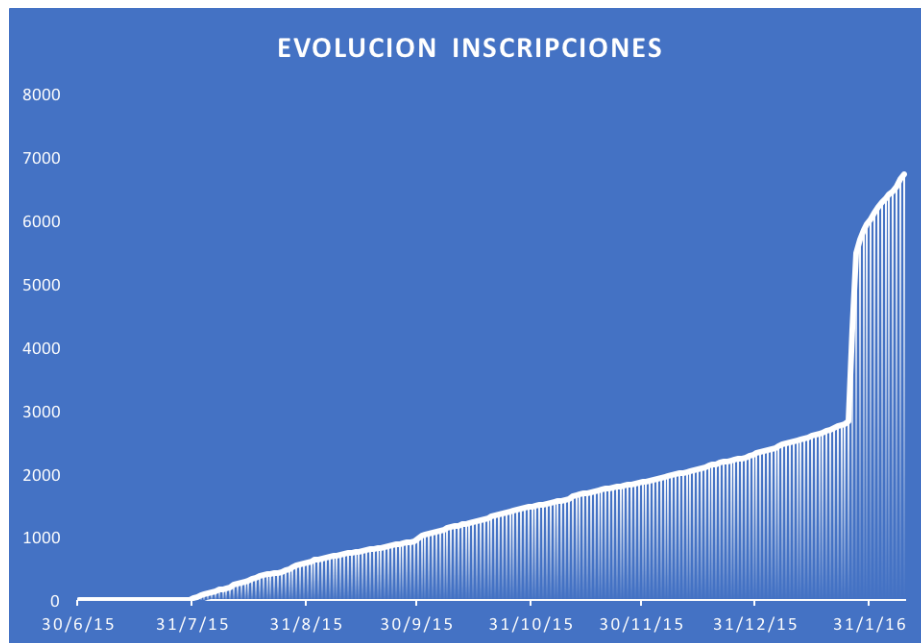
El enfoque del curso trata de cubrir simultáneamente ambos objetivos. Para ello, se organiza el contenido en siete semanas, siguiendo un orden cronológico desde el punto de vista histórico. Cada semana se presenta la evolución histórica de la conquista del espacio, ligada a la explicación técnica de un aspecto relacionado de la ingeniería aeroespacial, que sirve para valorar mejor los avances en dicha disciplina. Adicionalmente, todos los viernes se pone a disposición de los estudiantes una unidad de material adicional relacionado con proyectos futuros, a caballo entre el posible desarrollo tecnológico y la ciencia ficción (como el ascensor espacial o la viabilidad económica de la minería espacial). Para el colectivo del primer objetivo, los estudiantes universitarios y pre-universitarios, todo el contenido es probablemente novedoso, y es necesario apoyar los contenidos teóricos con ejercicios y actividades. El reto, en este caso, se sitúa en presentar el material de la manera más atractiva posible. En el diseño del curso, siempre se tuvo en cuenta esta perspectiva. Para el segundo colectivo, el de profesionales del sector y aficionados, parte del contenido es posiblemente conocido, y es necesario dar un enfoque nuevo o personal a parte del mismo. Para ello, la historia de la astronáutica se presenta desde una perspectiva más europea, ya que habitualmente el leitmotiv es el enfrentamiento entre bloques capitalista y comunista durante la guerra fría. Además, en esta línea, se realizaron entrevistas a expertos del sector (personal de la Agencia Espacial Europea y de la industria aeroespacial) que proporcionan información de primera mano, tanto de la historia reciente como del posible desarrollo futuro del entorno espacial. El material adicional también trata de cubrir la necesidad de proporcionar contenido nuevo a aquellos estudiantes ya familiarizados con el tema. El MOOC comenzó el 9 de febrero de 2016. En mayo de ese año, el contenido del MOOC se puso a disposición de estudiantes europeos que asistieron a un curso BEST de verano como material audiovisual adicional. El septiembre de 2016, el MOOC, limitando el contenido a la historia de la astronáutica se ofertó a alumnos de grado como un SPOC de humanidades. Por último, el 28 de febrero de 2017 comenzó la segunda edición del curso.

En este trabajo presentamos los detalles del desarrollo de dicho MOOC y SPOC, comparando los resultados de ambos, y analizando, hasta donde es posible, la consecución de los objetivos de partida. Los datos utilizados en este artículo provienen de las herramientas analíticas de la plataforma edX, en la que la información facilitada por los inscritos, así como de encuestas rellenas voluntariamente por los estudiantes del MOOC y del SPOC.

## **2 Desarrollo**

La promoción del MOOC comenzó a finales de 2015, varios meses antes del comienzo de la primera edición. La evolución de las inscripciones creció de manera aproximadamente lineal, hasta el momento en el que edX promocionó el curso en uno de sus correos electrónicos. Esa semana se triplicó aproximadamente el número de inscritos, como se puede ver en la Figura 1. Este hecho nos indica la diferencia en la capacidad de penetración de la comunicación de edX frente a la del equipo docente o la Universidad. Además, independientemente del público objetivo buscado, la población se

corresponde con la población tipo de los cursos MOOC de edX. De manera que el diseño de cursos para poblaciones ajenas a edX (como estudiantes europeos en último año de bachillerato) está, a priori, abocado al fracaso. El análisis detallado de la cohorte de esta primera edición se recoge en la sección de resultados.



*Figura 1 Evolución del número de inscritos desde el primer anuncio del curso hasta su inicio*

Al comienzo del MOOC, el número de inscritos superaba los 7000. El material de cada semana se publicaba cada martes, mientras que los viernes se publicaba el material adicional, para ofrecer a aquellos que estuviesen interesados un tema de investigación para el fin de semana. La evolución de estudiantes activos se puede ver en la Figura 2. Como se puede apreciar, el porcentaje de estudiantes activos es de tan solo 38 % en la primera semana, con una significativa caída en las siguientes, si bien atenuada hacia el final del curso. Del total de inscritos, el 5,61 % terminó el curso, de los cuales un 42,67 % superó el curso. De los inscritos, únicamente un 13 % realizó alguna actividad evaluada. Estos datos porcentuales son similares a los encontrados en otros MOOC de edX (véase referencia para más información).

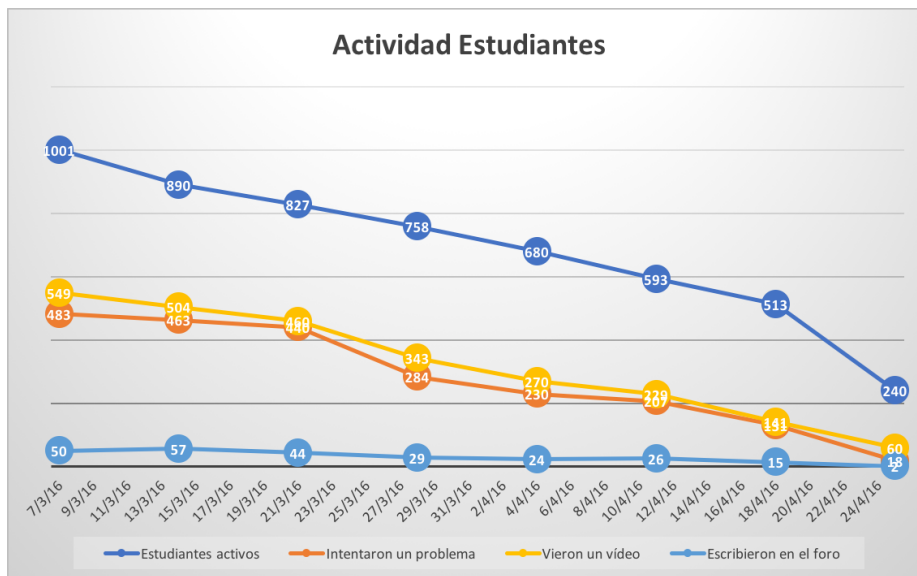


Figura 2 Actividad de los estudiantes inscritos durante el curso

En relación al SPOC, la asignatura se ofrece a alumnos de ingeniería de la Universidad Carlos III, dentro de la oferta de cursos optativos de humanidades. Por ese motivo, en el SPOC se mantiene únicamente el contenido del MOOC relacionado con la historia de la astronáutica. El número de matriculados es de 41, y todos superan la asignatura. En el apartado de resultados se analiza la valoración del curso realizada por los estudiantes y la comparación entre esta y la realizada por los alumnos del MOOC.

### 3 Resultados

#### 3.1 Cohorte de MOOC

Como se indicó en la Introducción, el público objetivo del MOOC era doble: por una parte estudiantes universitarios en sus primeros años de estudio, y profesionales del sector espacial. No es sencillo establecer con seguridad una métrica que nos permita evaluar si se ha conseguido llegar a ese público con los datos disponibles. Analizando únicamente la edad y el nivel de estudios, tal y como se ve en la Figura 3, aproximadamente el 25-30 % de los estudiantes del curso se encontraban en los últimos años de instituto o primeros de la Universidad. Es más difícil aventurar una cifra sobre el porcentaje de profesionales del sector que siguieron el curso. Sobre la procedencia, los estudiantes eran mayoritariamente de habla inglesa. De hecho, los tres países más representados eran EEUU, India y el Reino Unido. En todo caso, y con los matices antedichos, podemos decir que el curso logró llegar al público objetivo.

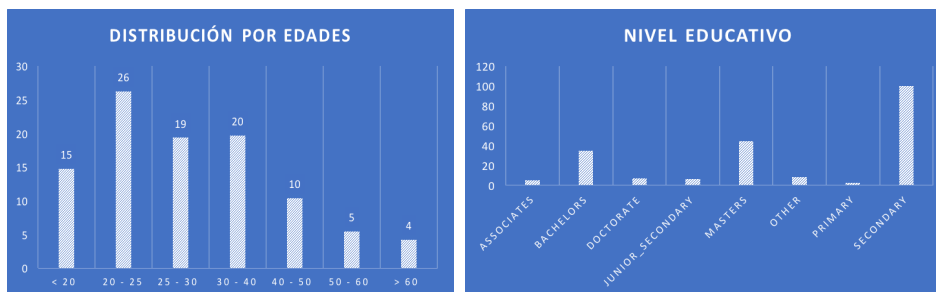


Figura 3 Distribución de la población de estudiantes en función de su edad y nivel educativo

Otro aspecto a tener en cuenta es la representación de la mujer en el curso. Existe un interés creciente y múltiples iniciativas para atraer a un porcentaje más alto de mujeres a carreras STEM (science, technology engineering, mathematics). En nuestro caso, el porcentaje de inscritas es de un 21%, muy por debajo de los porcentajes habituales en edX. No obstante, este dato se encontraría por encima del ratio de ingenieras en los EEUU.

Finalmente, acerca del nivel educativo de la cohorte, es necesario indicar que la falta de homogeneidad en los conocimientos previos de los estudiantes provocó algunas dificultades en cuanto a la comprensión de las materias técnicas. En particular, una parte de los estudiantes necesitaron apoyo en el foro para suplir alguna de las carencias en sus conocimientos matemáticos básicos. Desde nuestro punto de vista, esta falta de homogeneidad es, quizá, uno de los aspectos más difíciles de salvar a la hora de diseñar un curso de estas características.

### 3.2 Valoración del MOOC

Se diseñó una encuesta para que los estudiantes valorasen la experiencia de aprendizaje en el MOOC. La encuesta de valoración final fue respondida por 55 estudiantes. Este hecho introduce un sesgo en los resultados que hace que no sean tan significativos como sería deseable. La evaluación de los contenidos educativos es, en general, muy buena con una media de un 4,13 sobre 5. Sin embargo, la actividad de evaluación por pares recibe una valoración de 3,07 sobre 5, lo que indica que los estudiantes no perciben su utilidad en el proceso de aprendizaje, o bien la encuentran molesta. Además, la autoevaluación es percibida como más útil que los ejercicios evaluables en el aprendizaje. Sobre la comunicación, los estudiantes opinan que han tenido suficiente información, pero la utilidad del foro se pone en entredicho (3,69 de 5) tanto a la hora de resolver dudas como a la hora de interactuar con compañeros. El foro se mantuvo activo principalmente durante las primeras semanas. Todos los vídeos se acompañan de un hilo de discusión, encabezado por una pregunta abierta para tratar de fomentar el intercambio de opiniones entre los estudiantes. No obstante, muchos de los hilos de conversación no tuvieron continuidad en las últimas semanas del curso.

Finalmente, el curso ha cumplido con las expectativas de los estudiantes de manera satisfactoria (4,44 de 5). Es posible mencionar en este apartado, que el curso ha recibido en la plataforma edX 13 revisiones con una media de 4.5 sobre 5, un dato superior a la media de cursos similares.

### **3.3 Comparación entre MOOC y SPOC**

El ratio de aceptación del curso en sus dos formatos es alta. No obstante, es interesante resaltar la diferente evaluación de MOOC y SPOC que puede explicarse en términos de las diferentes experiencias de aprendizaje de los estudiantes. En primer lugar, el curso está mejor puntuado en su formato SPOC. La razón de ello puede estar en las clases presenciales adicionales y la posibilidad de discutir en persona con los instructores, fuera del foro online. Por otro lado, los estudiantes del MOOC valoran más la utilidad de los vídeos y cuestionarios. Esto es consistente con la explicación anterior porque los estudiantes MOOC únicamente tienen estas fuentes para su experiencia de aprendizaje con respecto a los estudiantes SPOC. Aunque las cifras de encuesta del SPOC para el material multimedia es menor que para el MOOC, los estudiantes de SPOC reportan una evaluación positiva en comparación con la enseñanza tradicional.

| Métrica  | Valor MOOC (%) | Valor SPOC (%) |
|--|----------------|----------------|
| En general, el curso ha cumplido mis expectativas                                | 89             | 95             |
| Utilidad de los test de auto-evaluación para comprobar mi proceso de aprendizaje | 89             | 82             |
| Utilidad de los vídeos para el aprendizaje                                       | 93             | 87             |

*Tabla 1 Comparativa MOOC (edición 2016) y SPOC (curso 2016-17)*

## **4 Conclusiones**

Durante el periodo de septiembre de 2015 hasta el momento, el equipo docente que firma este artículo ha diseñado y desarrollado los contenidos de un MOOC y SPOC sobre ingeniería aeroespacial, que une y entrelaza una discusión de la historia de la conquista del espacio con una introducción a aspectos técnicos en la ingeniería aeroespacial. El análisis de los datos disponibles indica que el propósito inicial en términos de difusión e impacto dentro del público objetivo y satisfacción de los estudiantes con los contenidos se ha conseguido.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen el trabajo realizado por parte del servicio de apoyo UC3M UTEID y del Departamento de Ingeniería Aeroespacial. Sin su esfuerzo el curso, en sus modalidades MOOC y SPOC, nunca habría salido a la luz.

## **Referencias**

1. Chuang, Isaac and Ho, Andrew Dean, HarvardX and MITx: Four Years of Open Online Courses – Fall 2012-Summer 2016 (December 23, 2016). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2889436> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2889436>
2. Inspiring the Next Space Pioneers, Innovators, Researchers, and Explorers (INSPIRE) Women Act, H.R.321, 115th Congress (2017-2018)
3. [Online] Katy Jordan. MOOC Project Available: <http://www.katyjordan.com/MOOCproject.html>. Accedido 7 de marzo de 2017
4. U.S. Department of Commerce, Economics and Statistics Administration. “Women in STEM: A Gender Gap to Innovation.” ESA Issue Brief 04-11. August 2011.