

Barcelona ZeroG Challenge: Experimentación en gravedad cero en la clase de Informática

Antoni Pérez-Poch

Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona
(EUETIB)

Consorci Escola Industrial de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)
Departament Llenguatges i Sistemes Informàtics
antoni.perez-poch at upc.edu

Resumen

El concurso internacional Barcelona ZeroG Challenge, organizado por la UPC Barcelona Tech ofrece a estudiantes de Grado, Máster o Doctorado la oportunidad de diseñar su propio experimento y volar con él en gravedad cero en vuelo acrobático. La plataforma de microgravedad de la UPC, pionera en Europa en realizar vuelos parabólicos de gravedad cero con aviones acrobáticos de una sola hélice, está abierta desde 2009 a investigadores y estudiantes para realizar este tipo de experimentos mediante un convenio con el Aeroclub Barcelona-Sabadell y el clúster "BAIE Barcelona Aeronáutica y Espacio". Hasta la fecha se han realizado hasta la fecha dos ediciones de este concurso educacional para estudiantes con notable éxito, y actualmente nos encontramos en la tercera edición. Con esta infraestructura, se consiguen hasta diez segundos de gravedad cero durante la maniobra parabólica del avión, pudiendo repetirse la maniobra hasta 15 veces en un solo vuelo. El coste total de una campaña resulta ser de unas 1000 veces inferior respecto del coste de una campaña convencional con avión parabólico reactor, y el tiempo de acceso a la plataforma mucho más rápida. La experiencia docente consiste en aplicar datos de estas investigaciones a una clase de primer curso de Informática, en un grupo piloto de la EUETIB de docencia en inglés. El objetivo de la experiencia es motivar e introducir a los alumnos en las tareas de investigación que se realizan en nuestra universidad. Para ello, se muestran vídeos y presentaciones de los experimentos realizados en una primera parte de la sesión. En la segunda parte, se propone a los alumnos la realización de ejercicios algorítmicos para procesar los datos obtenidos en el experimento. Entre otras, se obtiene el perfil de gravedad reducida que se obtiene en la maniobra del avión. Se muestran datos de una breve encuesta obtenida al final de la actividad. La actividad resulta ser altamente motivadora para el alumna-

do, y les permite entrar en contacto con una infraestructura de investigación única en España.

Abstract

The international contest 'Barcelona ZeroG Challenge' organized by UPC BarcelonaTech offers to undergraduate, master and PhD students the outstanding opportunity of designing its own experiment and fly with it in zero gravity in aerobatic flight. The UPC Microgravity platform, pioneer in Europe providing microgravity access in parabolic flights with single-engine planes is open since 2009 to researchers and students. Its capabilities cover experimentation and technological demonstrations and it is possible thanks to a joint venture between UPC BarcelonaTech, Aeroclub Barcelona-Sabadell and BAIE, the aerospace cluster in the Barcelona area. Two student editions of the Barcelona ZeroG campaign have already successfully taken place, now looking forward to the third edition. With this research infrastructure, it is achieved zero gravity parabola of up to 10 seconds duration, a manoeuvre that can be repeated up to 15 times at each flight. The overall cost of such a campaign is more than 1000 times less than that of a conventional campaign, and the time-to-access to the platform is significantly smaller. Our teaching experience consists of applying real data from a zeroG research campaign to the syllabus of a Computer Engineering fundamental course. The experience was performed in a pilot group at EUETIB (Barcelona College of Industrial Engineering) where classes are given entirely in English. The objective of this experience is to motivate the students, and immerse them to the actual research being done at our University. Videos and presentations of the experiments actually flying are presented in a first part. Afterwards, the students are given an exercise in which they should design an implement algorithms to process the data. Data of a final survey filled by the

students in the group are finally presented. In conclusion, this is an original way to effectively motivate students to study computer engineering in the initial phase of their studies.

Palabras clave

Motivación, informática básica, gravedad cero, investigación.

Keywords

Motivation, computer fundamentals, zero gravity, research.

1. Introducción

El concurso ‘Reto Barcelona Gravedad Cero para Vuelos Acrobáticos’, realizado en el Centre de Recerca en Aeronàutica i Espai (CRAE) de la Universitat Politècnica de Catalunya. BarcelonaTech (UPC), tiene por objetivo que estudiantado universitario de grado y de posgrado diseñe y construya un experimento relacionado con la gravedad cero en un periodo de tiempo limitado. El proyecto nació el 2009 partir de un convenio de colaboración entre la UPC, el Aeroclub Barcelona-Sabadell y el Cluster Aeroespacial de Catalunya, BAIE, mediante el cual se ha trabajado conjuntamente en el desarrollo de esta Plataforma, que coordina el profesor Pérez-Poch, y que permite a estudiantes y grupos de investigación de todo el mundo poder desarrollar experimentos en condiciones de microgravedad sin tener que salir al espacio, y a costes razonables [1, 2, 3, 4].

Desde el Aeroclub Barcelona-Sabadell se ponen a disposición de los investigadores los medios aéreos y los pilotos experimentados en las maniobras acrobáticas que permiten la obtención de microgravedad, así como la asistencia técnica necesaria para el acoplamiento del experimento en la aeronave y los procedimientos de seguridad. Desde BAIE, se ofrece el establecimiento de sinergias con la industria local y asesoramiento en el proceso dada la experiencia previa de la Asociación en la campaña de investigación en microgravedad de la Agencia Espacial Europea (ESA). No es necesario salir al espacio exterior para la obtención de condiciones de microgravedad. Éstas se pueden conseguir con cualquier sistema de vuelo capaz de generar condiciones de caída libre (es decir, precipitación al vacío haciendo que sólo actúe la fuerza de la gravedad sobre el cuerpo).

Así, por ejemplo, cualquier objeto en órbita se encuentra en estas condiciones, pero también podemos recrearlas sin entrar en órbita. Por ejemplo, con cohetes que realizan vuelos suborbitales (no entran en órbita) con una trayectoria en caída libre, se pueden obtener varios minutos de microgravedad; con aviones de tipo comercial especialmente modificados para

tal fin se pueden obtener hasta 25s (como el Airbus A300, que es el que utiliza la Agencia Espacial Europea, o el KC-135, utilizado por la NASA, o el Ilyushin-76 de la Agencia Espacial Rusa); asimismo, con las llamadas “torres de caída libre” desde donde el experimento simplemente se deja caer por el tubo interior de una torre de aproximadamente unos 150m de altura, se pueden obtener entre 5 y 10s de ingravidez.

Pero estas condiciones, y esta es la novedad, se pueden obtener también con avionetas acrobáticas más pequeñas que los aviones de tipo comercial, que realizan la misma maniobra (llamada “vuelo parabólico”, por la forma que hace la trayectoria de la aeronave durante el vuelo: una parábola), y con las cuales podemos obtener hasta 8s de gravedad cero, aproximadamente del mismo orden que en el caso de las torres de caída libre.

Este último método no se había utilizado hasta ahora en Europa con finalidades de investigación, y la Plataforma creada en Barcelona por la UPC, el Aeroclub de Sabadell y BAIE, lidera su establecimiento con una primera campaña de vuelos que se emprendió en el año 2010.

Cuanto más segundos de microgravedad sean los requeridos y más compleja sea la aeronave, más coste se añade al experimento. Los aviones acrobáticos son de uso habitual y son aeronaves pensadas para la operación de esta maniobra de forma que no hay que realizar ninguna modificación a la aeronave. Esto abarata sensiblemente los costes. De hecho, el coste de mantenimiento y operatividad de la Plataforma se ha estimado mil veces inferior al de los vuelos parabólicos convencionales. La nueva plataforma, por lo tanto, permite ampliar el abanico de sistemas disponibles para la obtención de ingravidez, con lo cual los investigadores disponen de mayor grado de libertad, escogiendo una u otra plataforma en función del tiempo de ingravidez mantenido requerido y del presupuesto disponible.

La plataforma se presentó a la comunidad científica internacional por primera vez en agosto del 2010 durante la celebración de un Seminario Aeroespacial en la Universidad Internacional del Espacio (ISU), en Francia. El éxito fue inminente puesto que varios grupos respondieron la convocatoria del concurso, lanzada bajo el nombre ‘Reto Barcelona Gravedad Cero para Vuelos Acrobáticos’.

El proyecto ganador de la primera edición fue ‘Figuras de Percepción Reversible en Vuelo Parabólico’, del equipo de la Universidad Internacional del Espacio, liderado por el francés Gilles Clément, experto en investigación en microgravedad, y formado por los canadienses Alexandra Kindrat, Heather Allaway y Alexander Melynshtyn, el británico Jagruti Pankhania y el francés Jonathan Muller. La campaña de vuelos se realizó el 31 de octubre. Esta plataforma sirvió

como campo de pruebas para que el mismo experimento se pudiera realizar con éxito durante el año 2012 en la Estación Espacial Internacional por astronautas profesionales. En el año 2011 se realizó una segunda convocatoria del premio internacional, y actualmente se ha convocado una tercera dado el éxito obtenido.

El Aeropuerto de Sabadell es ahora —gracias al acuerdo entre la UPC, el Aeroclub y BAIE— una plataforma de experimentación en microgravedad abierta a los científicos europeos de la Asociación Europea de Investigadores de Gravedad Reducida (ELGRA) y a estudiantes universitarios. La investigación también ha constatado que los efectos a largo plazo de no acondicionamiento del sistema cardiovascular a la microgravedad —arritmias, debilitación de la musculatura del corazón, disminución de la resistencia vascular, desmayos y dificultad para caminar, entre otras— son prácticamente los mismos en condiciones de gravedad marciana (un tercio inferior que en la Tierra).

La experimentación en este campo y las tecnologías que se desarrollan se han revelado esenciales para comprender procesos físicos, químicos o fisiológicos. Un ejemplo es el descubrimiento de un mecanismo fundamental en el control de las células productoras de glóbulos rojos, a raíz del estudio de la anemia que suelen sufrir los astronautas. [4, 5, 6].

2. Experiencia docente en Informática

2.1. Contexto Académico

La experiencia docente se basó en la integración de algunos resultados obtenidos en experimentos profesionales realizados en campañas de investigación previas de vuelos parabólicos en el Aeropuerto de Sabadell. Se obtuvieron series de datos que comprendían el valor de la gravedad en los tres ejes, obtenida en intervalos de 10ms, y los valores de tensión arterial, impedancia eléctrica, y pulso arterial de un sujeto sometido a estas variaciones de gravedad. Se suministraron los datos de hasta tres parábolas con una duración media de 6,7 segundos.

El contexto académico en que se realizó la experiencia docente fue con alumnos de un grupo de la fase inicial (primer curso) de Grado en Ingeniería en la EUETIB de la UPC. El grupo consta de 30 alumnos, siendo éste un grupo piloto en la UPC donde sus integrantes tienen una nota de entrada en la universidad mínima de 11,5 sobre 14 puntos; y la docencia se realiza íntegramente en inglés.

Dentro de la asignatura Informática, cuyos objetivos corresponden a los de un curso básico de Fundamentos de Informática de 6 créditos es habitual proponer ejercicios de diseño algorítmico. Los ejerci-

cios son en su mayoría académicos teniendo poca conexión con la experimentación, y menos aún con datos procedentes de experimentos reales realizados en la propia universidad o fuera.

2.2. Ejercicios de programación

El ejercicio que se describe en este artículo se propuso a los alumnos en clase de forma integrada con su currículum. Se dedicó media hora a realizar un seminario teórico con videos y demostración de la plataforma de investigación. En la siguiente media hora se realizó un taller práctico de diseño de experimentos para la convocatoria del concurso internacional *Barcelona ZeroG Challenge*. De este taller se obtuvieron ocho propuestas de experimento inicial con su hipótesis científica, justificación, detalle del experimento y diseño, así como el análisis de riesgos de seguridad asociados.

En la segunda hora se propuso un ejercicio de diseño algorítmico basado en los datos que se obtienen en un experimento previamente realizado por nuestro grupo de investigación del CRAE-UPC. El ejercicio está diseñado como una posible práctica de programación de la asignatura, a la vez que tiene el formato del tipo de ejercicios que se encontrarán en el examen final. Los alumnos realizaron en pareja la actividad como si de una actividad más de programación de la clase de problemas se tratara. Además, se ofreció la oportunidad que pueden aprovechar las clases de laboratorio para programarlo. Para ello, existe entonces la ventaja de poder utilizar un fichero con datos reales obtenidos de la investigación en vuelo parabólico, que los alumnos deben de extraer y procesar.

3. Resultados obtenidos

Al final de la experiencia docente se suministró a los alumnos una encuesta estandarizada SEEQ [7] para conocer el grado de satisfacción de los alumnos del grupo. En esta encuesta además, se ofrece un espacio en blanco para comentarios y sugerencias libres y anónimas. La encuesta comprende 37 ítems de valoración de la experiencia docente del alumno agrupados en 10 apartados: calidad del aprendizaje, entusiasmo, organización, interacción con el grupo, actitud personal, contenido, exámenes, carga de trabajo y dificultad, visión general, calificación global. Las encuestas fueron respondidas por 24 de los 28 alumnos matriculados (87%) en el grupo objeto de esta experiencia.

La experiencia fue calificada con una media de 3,8 sobre 5. En los comentarios se resaltó por parte de cuatro alumnos que era interesante realizar “por fin, algoritmos que tienen un significado real” o que “las clases son interesantes”. Otros comentarios de los alumnos se refirieron a la carga de trabajo: “nos ha dado mucho trabajo, y estamos a final de cuatrimes-

tre”, “tenemos más trabajo que en el cuatrimestre anterior”, “no se valora suficiente para la cualificación final” o también “habría que hacer más ejercicios parecidos a los del examen”.

La media de cada uno de los apartados es superior a 3 sobre 5, destacando el apartado de “interacción con el grupo” con un 4,2.

En el momento de entregar la comunicación no se conoce el rendimiento académico final de los alumnos, pero se dará a conocer y se discutirá éste en relación con esta experiencia, en la presentación del taller de Jenui.

Debemos destacar que el grupo de alumnos fue un grupo reducido (30) en fase inicial, ya que se trata de un grupo piloto de enseñanza en inglés en los Grados de Ingeniería ofertados en la EUETIB de la UPC. Estos alumnos cumplían dos requisitos de entrada: un nivel de inglés inicial medio (B2) y una nota de acceso a la universidad elevada (11,5/14). Es muy probable que el buen nivel de los alumnos haya influido en su interés por esta experiencia. Hacen falta más estudios para evaluar el impacto de experiencias como ésta en grupos más numerosos y con notas de entrada más bajas.

4. Conclusiones

Se ha presentado una experiencia docente original cuyo objetivo ha sido la de acercar la investigación que se realiza en la universidad además de incrementar la motivación de los alumnos. En las asignaturas de fase inicial, la motivación en general es un factor crucial para garantizar que, ante las dificultades, muchos alumnos desconecten. A este problema se suma que el carácter fundamental de una asignatura como Informática Básica donde es difícil a veces elaborar un discurso docente fluido y motivador.

La experiencia ha dado resultados preliminares positivos. Sería temprano analizar si esta primera inclusión en el currículum de Informática de esta experiencia es extrapolable a otras asignaturas y otros contextos docentes. Sin embargo, el alto interés de los alumnos por la iniciativa se ha puesto de manifiesto con el número de propuestas de experimentos recibidas y la buena satisfacción que han mostrado en las encuestas.

Finalmente, las actividades para inspirar a los alumnos a dedicarse en el futuro a la investigación científica creemos que son muy importantes, y deberían ser incluidas como currículum transversal en la docencia obligatoria de Grado. Corremos el peligro que, limitados por la obligación de dar los temarios, olvidemos fomentar la creatividad científica entre el alumnado universitario.

Agradecimientos

Debemos agradecer en primer lugar a los alumnos del grupo piloto en inglés de la fase inicial de la EUETIB, curso académico 2012-13, cuatrimestre de primavera por su buena disposición e interés para someterse a la experiencia y rellenar los cuestionarios de la encuesta.

El personal del Aeropuerto de Sabadell especialmente el grupo de vuelo acrobático, así como el piloto Daniel Ventura González, y la ex-directora de BAIE, Gloria García Cuadrado merecen también nuestro agradecimiento.

Referencias

- [1] Messerschmid E, Bertrand R, Space Stations. Systems and Utilization. pp 300-310. Springer Verlag. ISBN 3-540-65464-X Berlin 1999.
- [2] Pletser V, Short duration microgravity experiments in physical and life sciences during parabolic flights: the first 30 ESA campaigns. *Acta Astronautica*, 55(10) 829-854. 2004.
- [3] Pérez-Poch A., González, D.V. “Aerobatic flight: an innovative access to microgravity from a centennial sport”. 58th International Astronautical Conference, Glasgow, 2008. Conference Paper # IAC-08-A2.3-12
- [4] Pérez-Poch A. "On the role of numerical simulations in studies of reduced gravity-induced physiological effects in humans. Results from NELME.". Proceedings of the 38th COSPAR General Assembly, Bremen,
- [5] BAIE Announcement of Opportunity for European researchers/students: Recuperado el 8 de junio de 2013: <http://www.bcnaerospace.org/public/new.php?id=51> ,
- [6] CRAE-UPC Announcement of Opportunity for European researchers and students. Recuperado el 8 de junio de 2013: <http://recerca.upc.edu/crae/news/acrobatic-flight-an-innovative-access-to-microgravity-from-a-centennial-sport-announcement-of-opportunity-for-upc-students-researchers>
- [7] SEEQ: Students Evaluation of Educational Quality. Institut de Ciències de l'Educació UPC. Recuperado el 8 de junio de 2013 de: http://www.upc.edu/ice/innovacio-docent/eines_i_recursos/eines-upc/enquesta-de-satisfaccio-seeq/