



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

PROMOCION DEL EMPLEO DE LAS VIDEOCONFERENCIAS COMO ELEMENTO DE POTENCIACION DE LA CALIDAD EN EL APRENDIZAJE EN LA ETSEIAT

García-Almiñana, Daniel (Universitat Politècnica de Catalunya)

Chester, Edward (Universitat Politècnica de Catalunya)

Martínez-Sánchez, Manuel (Massachusetts Institute of Technology)

Gibert, Jaume (Universitat Politècnica de Catalunya)

Gríful, Eulàlia (Universitat Politècnica de Catalunya)

Sallán, José María (Universitat Politècnica de Catalunya)

daniel.garcia@upc.edu; ed.chester@upc.edu; mmart@MIT.EDU;

jaume.gibert@upc.edu; eulalia.griful@upc.edu; jose.maria.sallan@upc.edu

1. Resumen

El aprendizaje basado en problemas (PBL) así como el trabajo cooperativo (CW) son herramientas de docencia que han ido ganando en relevancia durante los últimos 50 años.

Actualmente, la convergencia hacia un espacio europeo de enseñanza superior (EEES) implica necesariamente una transformación de los modelos tradicionales de enseñanza (focalizados sobre el profesor y basados en clases expositivas por parte de éste) hacia modelos avanzados de aprendizaje (focalizados sobre los alumnos y basados en la capacitación alcanzada por los mismos al final del ciclo).

Por otro lado, la revolución de las TIC's aporta cada vez más medios y entornos para facilitar tanto la implantación de nuevos modelos de asignatura como la gestión de la información generada con el fin de optimizar el proceso de evaluación de las capacidades adquiridas por parte de los alumnos.



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

En esta comunicación se describen dos experiencias de aplicación de las videoconferencias en asignaturas de elevado contenido tecnológico, dentro de la titulación de Ingeniería Aeronáutica que se imparte en la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Industrial y Aeronáutica de Terrassa (ETSEIAT).

2. Palabras clave

Calidad en el aprendizaje / Herramientas TIC / Videoconferencias

3. Abstract

Problem Based Learning (PBL) as far as Cooperative Work (CW) are teaching tools that have had increasing relevance during last 50 years.

At present, convergence to European Higher Education Area (EHEA) necessarily means transforming traditional teaching models (focused on professor and based on expositive lessons) into advanced learning models (focused on students and based on achieving capabilities at the end of their process).

Information and Communication Technologies (ICT's) revolution is also bringing more and more frameworks and tools to make easy introducing new subject models such as management of produced information, in order to optimize test process about students acquired capabilities.

In this communication two experiences of application of videoconferences in subjects of high technological content are described, both subjects belong to the Aeronautics Engineering Degree of the ETSEIAT (*Upper Technical Industrial and Aeronautics Engineering College of Terrassa*).

4. Keywords

Learning quality / ITC tools / Videoconferences



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

5. Desarrollo

a) Objetivos:

El objetivo de esta comunicación es presentar una experiencia de la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Industrial y Aeronáutica de Terrassa (ETSEIAT) en el empleo de las TIC como forma de mejora en la calidad del aprendizaje y, en especial, aquellas basadas en el empleo de las videoconferencias en dos asignaturas de alta especialización como son:

- Propulsión Espacial – Asignatura Optativa de 5º curso - Desarrollada conjuntamente con profesorado del MIT (*Massachusetts Institute of Technology*).
- Diseño de Vehículos Espaciales – Asignatura Optativa de 5º curso – Desarrollada conjuntamente con alumnado de la Universidad de California Davis.

b) Descripción del trabajo:

1. NUEVAS TECNOLOGIAS EN DOCENCIA

La clase expositiva como eje básico del modelo de aprendizaje superior se remonta al siglo XII, con la aparición de los gremios de oficios en los que el maestro enseñaba al aprendiz y, en el ámbito intelectual, mediante la fórmula dialéctica del “*quaestio-disputatio-sententia, conclusio*” (planteamiento de un problema, discusión argumentada en torno al mismo y consecución de una conclusión sintetizadora). [1,2]

Los papeles y funciones repartidas eran asimismo muy simples: el maestro-sabio transmitía sus conocimientos-sabiduría al discípulo-estudiante... y así ha sido a lo largo de los últimos nueve siglos. Dicho planteamiento ha podido funcionar de forma efectiva en tanto el acceso a los estudios superiores ha sido limitado a unos pocos afortunados. Cuando el acceso a dichos estudios ha sido creciente y masivo, tal como ha ocurrido en el mundo occidental durante los últimos 50 años, la fórmula previa ha topado con fuertes inconvenientes, entre otros motivos por el hecho de que la ratio alumnos por



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

profesor ha venido incrementándose de forma similar a como lo ha hecho el volumen de conocimientos a transmitir.

Dado que la opción de incorporar a un número exponencialmente creciente de sabios a nuestras universidades no es en realidad ninguna alternativa, las posibilidades que se plantean para satisfacer la demanda de graduados son únicamente aquellas que permitan activar el proceso de aprendizaje en los estudiantes con la menor necesidad de recursos y con el máximo de eficacia.

Es en este marco que aparecen las técnicas de aprendizaje cooperativo como una de las variantes más eficientes del otrora llamado trabajo en grupo. Frente a la clase expositiva convencional en la que el profesor expone sus conocimientos a partir de sus anotaciones y los alumnos toman sus propias notas para, posteriormente, aprender (es un proceso en el que la información pasa desde unas anotaciones a otras... sin pasar activamente por el cerebro de ninguno de los actores del proceso), el aprendizaje cooperativo promueve un flujo de información profesor-alumno, alumno-profesor y alumno-alumno en el que el proceso del aprendizaje (por parte del alumno y también, en otros aspectos, del profesor) sale reforzado, cambiando la forma habitual de la enseñanza. El profesor ya no viene condicionado únicamente a exponer sino a promover aquella dinámica de flujo de información.

Las herramientas TIC, entre las que destacan los entornos de trabajo colaborativos, los vídeos docentes y las videoconferencias ya han sido objeto de diversas comunicaciones en congresos y jornadas de innovación docente [3, 4, 5], así como también lo es la metodología CLIL (*Content and Language Integrated Learning*) como vehículo para la adquisición en estudios de ingeniería de competencias específicas en una tercera lengua [6].

En la ETSEIAT, de forma similar a como ocurre en otras escuelas de ingeniería punteras, se imparte docencia aprovechando las ventajas y posibilidades que ofrecen las



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

herramientas TIC. A continuación se exponen dos ejemplos de asignaturas impartidas mediante videoconferencia en la titulación de Ingeniería Aeronáutica de la ETSEIAT y que, asimismo, incorporan el trabajo con entornos colaborativos, el aprendizaje basado en proyectos y el desarrollo de la competencia genérica “Tercera Lengua”.

2. ASIGNATURA PROPULSION ESPACIAL

La asignatura “*Propulsión Espacial*” es una asignatura optativa de 5º curso de la intensificación en Ingeniería Espacial. Tiene asignados 4.5 créditos en el actual plan de estudios, 3 en teoría y 1.5 en prácticas.

Los objetivos de la asignatura pueden resumirse en:

- Familiarizar al estudiantado con los diversos métodos existentes de propulsión para satélites en órbita.
- Estudios de optimización de misiones que usen propulsión limitada para la potencia disponible, y por tanto, restringida a bajas aceleraciones.
- Dinámica de vuelo de bajo empuje y cálculo de incrementos de velocidad para diversas misiones típicas.
- Física, diseño y actuaciones de motores electrotérmicos resistivos o de arco eléctrico.
- Física de plasmas per a la comprensión de motores iónicos, Hall o MPD.
- Estudio individual del funcionamiento de estos motores de plasma.
- Nociones sobre la expansión en vacío de un flujo de plasma y aplicación al estudio de las interacciones motor-satélite.
- Física de la electrodispersión de líquidos conductivos y aplicación a los motores coloidales e iónicos con iones de origen líquido.
- Instalaciones y técnicas de prueba para estos tipos de motores.

Como puede verse, son objetivos muy específicos y al mismo tiempo muy especializados. Ello obligaba pues a un tratamiento adecuado para alcanzar los niveles de calidad deseados en la asignatura, que empezó a impartirse en el cuatrimestre de



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

otoño de 2008.

Desde la dirección de la ETSEIAT y concretamente desde la subdirección de Innovación Académica se propuso estudiar la posibilidad de impartir dicha asignatura aprovechando los conocimientos de un centro puntero en Ingeniería Aeroespacial como es el Massachusetts Institute of Technology (MIT) mediante videoconferencia con uno de los mayores expertos mundiales en propulsión espacial. Tras diversos contactos pudo definirse un acuerdo de colaboración renovable anualmente entre la UPC y el MIT y, en la actualidad, ya se ha impartido en los cursos 2008-2009 y 2009-2010, con excelentes resultados de valoración, satisfacción y aprovechamiento por parte del estudiantado.

3. ASIGNATURA DISEÑO DE VEHICULOS ESPACIALES

“*Diseño de Vehículos Espaciales*” (DVE) es un conjunto de dos asignaturas optativas de 5º curso de la intensificación en Ingeniería Espacial. DVE-I tiene asignados 4.5 créditos en el actual plan de estudios, 3,5 en teoría y 1 en prácticas y DVE-II tiene asignados 6 créditos, 4 en teoría y 2 en prácticas.

Los objetivos y contenidos del conjunto de las dos asignaturas pueden resumirse en:

- Problema restringido de los 3 cuerpos, perturbaciones.
- Maniobras orbitales, tipos de misiones y tipos de vehículos.
- Procesos y herramientas para el diseño de vehículos espaciales.
- Ingeniería de sistemas, solicitudes, fiabilidad y redundancia.
- Requisitos y restricciones, arquitectura de la misión.
- Sistema eléctrico de potencia.
- Control térmico del vehículo espacial.
- Determinación y control de actitud.
- Conceptos sobre segmento terrestre, comunicaciones y operaciones.
- Sondas interplanetarias, entrada atmosférica.
- Configuración global de la plataforma, la carga de pago como parámetro determinante de diseño.



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

En este caso puede observarse como, más allá de los conocimientos teóricos avanzados que se requieren, el conjunto de las dos asignaturas puede trabajar mediante la metodología del PBL (Project-Based Learning) para el diseño de soluciones concretas de vehículos espaciales, entendiendo la fuerte interdependencia entre todos los aspectos considerados en el diseño.

Las tareas y ejemplos utilizados durante las sesiones de clase también han sido concebidas para el desarrollo del trabajo con metodología de proyectos. En particular se adopta el enfoque de la "Fase A" de un equipo de diseño – comparando alternativas y calculando los parámetros más importantes en un diseño de vehículo o misión. Cuando se estudia una parte concreta de la nave espacial (por ejemplo, el subsistema de potencia), las tareas correspondientes que deben ser completadas por los estudiantes son las de hacer un modelo adecuado basado en hojas de cálculo (o herramientas de software similares) para diseñar y calcular las principales características que se precisan para cumplir con las especificaciones básicas. Cada componente definido en la hoja de cálculo es enlazado progresivamente con los demás subsistemas, reforzando las complejas relaciones entre cada factor para un diseño iterativo. Por último, aquellos mismos instrumentos desarrollados por los estudiantes como tareas específicas, son combinados entre sí para formar un elemento de diseño en equipo que se utiliza por el conjunto del equipo. De esta manera, incluso la parte teórica que no viene desarrollada en modalidad de proyectos también queda asociada con un trabajo "práctico" de modelización que puede aplicarse en un proyecto posterior. Estas herramientas simples son actualmente utilizadas en la industria para comparar diferentes opciones entre un abanico de alternativas distintas de diseño.

La primera vez que se impartió la asignatura, durante el curso 2008-2009, se desarrolló el proyecto de una misión de exploración de la superficie de Venus mediante globo y dicho proyecto fue invitado a tomar parte en las sesiones de acogida de los nuevos estudiantes de ingeniería aeronáutica que han ingresado en el curso 2009-2010,



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

haciendo una presentación de su trabajo como elemento de motivación para el nuevo estudiantado.

La gestión de las comunicaciones y la coordinación entre los equipos ha supuesto un reto importante debido a la gran diferencia entre los horarios en cada zona. Esto no supone una sorpresa (era esperado) y por ello tuvo que asignarse tanta importancia a los aspectos técnicos del proyecto como a los aspectos de gestión y coordinación del mismo. Esto es nuevamente algo útil para que el equipo de estudiantes no sólo comprenda los aspectos técnicos del desarrollo en el que trabajan, sino también para mejorar en el dominio del idioma común de trabajo y cómo relacionar la jerga más específica utilizada en la industria.

En esta segunda edición (curso 2009-2010) se ha planteado que el proyecto de diseño sea desarrollado entre el conjunto de estudiantes de la ETSEIAT y otro grupo de estudiantes de la Universidad de California Davis, de similares características en cuanto a conocimientos y asignaturas cursadas. Para ello, desde la subdirección de Innovación Académica de la ETSEIAT se ha definido un programa de videoconferencias y trabajo mediante el entorno colaborativo BSCW (que ya ha sido empleado en las asignaturas previas de cuarto curso “Diseño de Aviones” (4A) y “Proyectos” (4B)) entre los grupos de estudiantes para alcanzar un resultado común.

Asimismo, el conjunto de las cuatro asignaturas constituye un ejemplo de introducción de la metodología CLIL por cuanto parte del trabajo desarrollado en Diseño de Aviones se ha desarrollado en lengua inglesa, la totalidad del Proyecto se ha desarrollado en inglés y la totalidad de las asignaturas DVE-I y DVE-II son asimismo en inglés, haciendo que el recorrido del estudiantado de esa especialización tenga una fuerte participación de la competencia genérica “Tercera Lengua”.

El punto de partida que fue elegido para el diseño de este curso fue el de asignar las verdaderas prioridades para el sector y para la exploración espacial en particular. Esta



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

relación directa con la realidad actúa como un elemento de inspiración ciertamente optimista. El enfoque específico fue de identificar un documento de estrategia de alto nivel, para el que el documento sobre la “*Estrategia Global de Exploración*” ha resultado ser un candidato ideal: multidisciplinar, global, conciso, y no científico. Un 'primer nivel' en el esquema de documentos relacionados sobre estrategia y mapas de ruta pudo ser identificado rápidamente acerca del tema de base sobre exploración global. Uno de los temas precisamente se enfoca hacia la “*Inspiración y la Educación*”.

Para diseñar un nuevo curso de especialización en espacio, dentro de un contexto de aeronáutica, son diversas las preguntas que podrían hacerse: ¿Qué tiene de extraordinario la ingeniería de sistemas espaciales en relación a, por ejemplo, aeroespacio, telecomunicaciones, etc.? ¿Cuáles son los gaps entre el conocimiento "académico", y la experiencia industrial o de las agencia? (confianza, terminología/idioma, instrumentos, experiencia, responsabilidad...) ¿Qué es posible hacer en un tiempo limitado de curso? Mientras que éstos son los factores importantes que fueron considerados, finalmente se escogió comenzar con la pregunta más inusual: ¿Puede el aprendizaje ser dirigido por la inspiración que ofrecen los mapas de ruta? Los mapas de ruta de la exploración espacial publicados por las distintas agencias espaciales son, por lo tanto, la fuente de las especificaciones del proyecto y de sus ideas. El equipo de estudiantes no sólo trabaja en un problema que resulta ser un desafío para su aprendizaje y comprensión, para gestionar el proyecto y su trabajo como un equipo, sino que también ellos son animados a adoptar un sentido de la responsabilidad más elevado para así poder entregar su trabajo a la comunidad en su sentido más amplio – no sólo como un mero ejercicio académico interno de la evaluación.

Además de completar un proyecto como el descrito más arriba, los estudiantes también trabajaron en el idioma de la industria del espacio, a sus requisitos y sus necesidades de gestión, a matrices de trazabilidad, a industria espacial y sus relaciones, prestaciones, requisitos ocultos, críticos y funcionales, etcétera. Combinando todo ello en un proyecto de equipo y apoyado por alguna sesión sobre requisitos y especificaciones, una parte



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

significativa de la ingeniería de sistemas puede ser explicada sin emplear demasiado tiempo en el aula.

Los principios para el proyecto de este curso en la ETSEIAT fueron:

- Haz algo real, por pequeño que sea.
- Toma la responsabilidad necesaria para definir objetivos, plan de trabajo, recursos necesarios, entregables, horario, etc.
- Alguien en la realidad (agencia espacial, industria espacial) mundial debe querer leer tu proyecto.
- Explica cómo el proyecto puede integrarse en una visión más global: en la tecnología, en el concepto o en un mapa de ruta.

c) Conclusiones:

La ETSEIAT ha ido introduciendo herramientas TIC para la mejora de la calidad del aprendizaje del estudiantado de las distintas titulaciones que se imparten en ella. Un primer ejemplo de ello fue el desarrollo de la totalidad de la titulación de Ingeniería en Organización Industrial, en modalidad semipresencial, la cual fue merecedora del Premio a la Calidad en la Docencia Universitaria, otorgado por el Consejo Social de la Universitat Politècnica de Catalunya en 2003.

Esta comunicación ha presentado algunos ejemplos de empleo de TIC's, en asignaturas troncales y optativas que configuran la intensificación en Ingeniería Espacial de la titulación de Ingeniería Aeronáutica.

Concretamente se han expuesto los ejemplos de:

- Trabajo con metodología PBL en entornos colaborativos virtuales basados en la herramienta web BSCW (asignaturas “Diseño de Aviones”, “Proyectos” y “Diseño de Vehículos Espaciales”).
- Aplicación de videoconferencias para la asignatura “Propulsión Espacial”, con profesorado del MIT y estudiantes de la ETSEIAT.



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

- Aplicación de videoconferencias para la asignatura “Diseño de Vehículos Espaciales”, con profesorado y estudiantado de la ETSEIAT i UC Davis.

La última conclusión es el papel relevante que puede tener la existencia de una subdirección específica en Innovación Académica para la promoción de actuaciones de mejora de la calidad en el aprendizaje del estudiantado. En la ETSEIAT esta subdirección existe específicamente desde el año 2000 y, en estos diez años, ha sido merecedora dos veces del premio de la Universidad a la Calidad en la Docencia Universitaria, en los años 2003 y 2009, así como la distinción Jaume Vicens Vives de la Generalitat de Catalunya, también en 2009.

6. Referencias Bibliográficas

- [1] Domingo, J. (2005), “*L’aprenentatge cooperatiu: una eina al servei d’una altra manera de fer docència*” IV Jornada de Aprendizaje Colaborativo. Girona.
- [2] Rodríguez-San Pedro, L.E., “*Los orígenes de la Universidad : El marco medieval. Origen y consolidaciones*”. Disponible en <http://universidades.universia.es/info-general/historia/historia-universidad/marco>
- [3] García-Almiñana, D., Amante, B. (2007), “*Algunas reflexiones en torno a la enseñanza de proyectos basada en entornos colaborativos*” XV Congreso Universitario de Innovación en las Enseñanzas Técnicas. Valladolid.
- [4] Amante, B., García-Almiñana, D. (2007), “*Tendencia a la semi-presencialidad y propuesta de tutorización por videoconferencias*” XV Congreso Universitario de Innovación en las Enseñanzas Técnicas. Valladolid.
- [5] Simó, P., Salán N. et al (2009), “*Introducción de “Video stream y canales docentes: Análisis de la utilización de vídeos docentes de bajo coste en la Red”* XIII Congreso de Ingeniería de Organización. Barcelona-Terrassa.



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

[6] García-Almiñana, D., Amante, B. et al. (2007), “*Potenciación de las competencias en inglés técnico en los estudios de ingeniería industrial*” XI Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos. Lugo.