



AYUDAS A LA INNOVACIÓN
EDUCATIVA Y A LA MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE
(CONVOCATORIA 2010)

INTEGRACIÓN DE ACTIVIDADES DOCENTES DE ASIGNATURAS DE
AERONAVEGACIÓN A TRAVÉS DE ENTORNOS VIRTUALES DE SIMULACIÓN EN
INTERNET





HOJA DE CONTROL DE DOCUMENTACION

TÍTULO		
INTEGRACIÓN DE ACTIVIDADES DOCENTES DE ASIGNATURAS DE AERONAVEGACIÓN A TRAVÉS DE ENTORNOS VIRTUALES DE SIMULACIÓN EN INTERNET		
CÓDIGO	1ª EDICIÓN	EDICIÓN VIGENTE
	Fecha: 19/05/2010	EDICIÓN N°: 1.0
CLASIFICACIÓN	TIPO DE DOCUMENTO	
Público	Documento Técnico	
Interno X	Presentación	
Confidencial	Propuesta / Informe X	
NOMBRE DE FICHERO		
RUTA DEL ARCHIVO		
PALABRAS CLAVE	Innovación educativa, entornos de simulación, actividades docentes, practicas, auto-aprendizaje, IVAO, VATSIM	
RESUMEN DEL CONTENIDO		
Este documento contiene la propuesta desarrollada por un grupo de profesores del Departamento de Infraestructura, Sistemas Aeroespaciales y Aeropuertos, en respuesta a la "Convocatoria 2010 de Ayudas a la innovación educativa y a la mejora de la calidad de la enseñanza" , titulada: "Integración de actividades docentes de asignaturas de Aeronavegación a través de entornos virtuales de simulación en Internet"		
	NOMBRE /	Departamento/ Centro
REALIZADO (responsable de actualización y mantenimiento del documento)	Rosa Arnaldo Valdés	Dep.. Infraestructura, Sistemas Aeroespaciales y Aeropuertos/ EUITA
REVISADO	José Félix Alonso Javier Crespo Luis Perez	Dep.. Infraestructura, Sistemas Aeroespaciales y Aeropuertos/ EUITA
APROBADO		



Tabla de Contenidos

1	Introducción.....	4
1.1	Ayudas a la innovación educativa y a la mejora de la calidad docente.....	4
1.2	Propuesta para la Integración de actividades docentes de asignaturas de Aeronavegación a través de entornos virtuales de simulación en Internet	5
2	Objetivo y alcance de la propuesta.....	6
2.1	Objetivo principal de la propuesta.....	6
2.2	Origen del proyecto.....	6
2.3	Objetivos adicionales del proyecto.....	7
3	Experiencia previa.....	10
3.1	Prácticas de vuelo.....	10
3.2	Simulador de vuelo.....	12
3.3	Elementos de éxito en una simulación educativa.....	14
4	Empleo de simuladores y mundos virtuales en la educación en ingeniería. Estado del Arte.....	16
4.1	Nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje	16
4.2	Simuladores en las enseñanzas aeronáuticas y de ingeniería.....	18
4.3	Laboratorios virtuales en las enseñanzas aeronáuticas y de ingeniería.....	20
4.4	Mundos virtuales en las enseñanzas aeronáuticas y de ingeniería: entornos y escenarios reales simulados accesibles a través de Internet.....	23
5	Mundos virtuales de simulación de vuelo.....	25
5.1	Los mundos virtuales de simulación de vuelo y de control de tráfico aéreo como redes educativas y de entretenimiento.....	25
5.2	Componentes y elementos de los mundos virtuales de simulación de vuelo y ATC.....	26
6	Fases de la propuesta.....	50
6.1	Fase 1. Evaluación detallada de los mundos virtuales.....	51
6.2	Fase 2. Desarrollo de un programa completo de actividades docentes que permita la realización de prácticas de vuelo y de control a través de Internet.....	53
6.3	Fase 3. Integración de actividades docentes del conjunto de asignaturas de la especialidad de Aeronavegación.....	56
7	Adecuación de la propuesta a los objetivos de la convocatoria.....	58
7.1	Adecuación del proyecto a los objetivos del Centro.....	58
7.2	Nivel de desarrollo del proyecto y concreción de los objetivos y las actividades propuestas.....	59
7.3	Nivel de interdisciplinaridad.....	59
7.4	Resultados previstos.....	60
7.5	Expectativas de los resultados positivos en el proceso de enseñanza / aprendizaje en asignaturas del plan a extinguir.....	61



7.6	Numero de estudiantes a los que afecta el proyecto.....	62
7.7	Numero de profesores implicados en el proyecto.....	62
7.8	Viabilidad de desarrollo del proyecto.	62
7.9	Interés de la propuesta.....	63
7.10	Adecuación del presupuesto a las actividades y objetivos planteados.	63
7.11	Acciones previstas de forma concreta para la difusión de los resultados.	63
8	Criterios para la evaluacion de los resultados	65
9	Equipo de profesores	68
10	Referencias	69

Índice de Figuras

Figura 1.	Simulador de vuelo bajo coste para fines educativos.....	13
Figura 2.	Uso incremental de tecnologías de simulación en los procesos de aprendizaje.	17
Figura 3.	Componentes de las redes virtuales de vuelo y control	26
Figura 4.	Organigrama típico de una división en la red.	31
Figura 5.	Preparación del Plan de Vuelo en IVAO.....	46
Figura 6.	Bases de datos técnicos y operativos.....	49
Figura 7.	Fases del proyecto.....	50
Figura 8.	Adecuación del proyecto a los objetivos del centro.....	58

Índice de Tablas

Tabla 1.	Niveles de conocimientos.	34
Tabla 2.	Graduaciones básicas de Controladores de IVAO	37
Tabla 3.	Graduaciones básicas de Piloto de IVAO	37
Tabla 4.	Graduaciones avanzadas de Controlador de IVAO	38
Tabla 5.	Graduaciones avanzadas de Piloto de IVAO.....	39
Tabla 6.	Graduaciones de Controlador instructor de IVAO	40
Tabla 7.	Graduaciones de Piloto Comercial- Instructor de IVAO.....	42
Tabla 8.	Presupuesto del proyecto.	¡Error! Marcador no definido.

Índice de Cuadros de Texto

Cuadro de texto 1.	Misión de IVAO.....	28
Cuadro de texto 2.	Personal actual de la División España de la red IVAO	29
Cuadro de texto 3.	Contenido del programa de enseñanza de la red IAVO.	33
Cuadro de texto 4.	iPack de la red IAVO.	35
Cuadro de texto 4.	Sistema de graduaciones de la red IAVO.	43
Cuadro de texto 5.	Ejemplos de eventos organizados en la red IAVO.....	45
Cuadro de texto 6.	Ejemplos de SW garantizado por la red IAVO.	48



1 INTRODUCCIÓN.

1.1 AYUDAS A LA INNOVACIÓN EDUCATIVA Y A LA MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE.

Dentro de la Convocatoria 2010 de Ayudas a la innovación educativa y a la mejora de la calidad de la enseñanza la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica fomenta, entre otras líneas el desarrollo de actividades encaminadas a facilitar el proceso de enseñanza /aprendizaje de la titulación (ant. al RD 1393) de Ingeniero Técnico Aeronáutico.

Dentro de la “Convocatoria 2010 de Ayudas a la innovación educativa y a la mejora de la calidad de la enseñanza” de la UPM, la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica (EUITA) ha realizado una apuesta por la presentación de proyectos de innovación educativa que contribuyan al proceso de implantación del Título de Graduado/a en Ingeniería Aeroespacial por la UPM en la Escuela de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio (EIAE); así como a facilitar el proceso de extinción de la titulación de Ingeniero Técnico Aeronáutico impartida en la EUITA.

En el marco de estas titulaciones la EUIT Aeronáutica define tres áreas de actuación:

- El proceso de acogida, seguimiento y apoyo a los alumnos de nuevo ingresos en la titulación de grado de la EIAE.
- Coordinación del programa formativo en el 1º curso del título de Graduado/a en Ingeniería Aeroespacial en la EIAE.
- Actividades encaminadas a facilitar el proceso de enseñanza / aprendizaje de la titulación (ant. al RD 1393) de Ingeniero Técnico Aeronáutico para todas las especialidades.

Como parte de la anterior línea de trabajo se establecen los siguientes objetivos:

- Tutoriales para autoaprendizaje.
- Sistemas de auto-evaluación, basados en la red.
- Apoyo al aprendizaje en asignaturas sin actividad docente presencial.
- Procedimientos y materiales para la integración de actividades docentes de distintas asignaturas.
- Materiales en red y aplicaciones encaminadas a la gestión de prácticas para grupos numerosos o heterogeneidad de niveles.

Más específicamente, dentro de esta última línea de actividad, la Escuela ha establecido como objetivos desarrollar, y en su caso, poner en marcha:

- Materiales tutoriales para situaciones de autoaprendizaje.
- Sistemas de auto-evaluación, basados en la red, para asignaturas del plan mencionado.
- Acciones de apoyo al aprendizaje en asignaturas sin actividad docente presencial.
- Procedimientos y materiales para la integración de actividades docentes de distintas asignaturas (plan 2002 ITA).- especial interés por materiales para la red y aplicaciones informáticas de uso compartido.
- Materiales en red y aplicaciones encaminadas a la gestión de prácticas para grupos numerosos o heterogeneidad de niveles.

A esta convocatoria pueden concurrir tanto proyectos promovidos por Grupos de Innovación Educativa como proyectos promovidos por colectivos de profesores no pertenecientes a los grupos de innovación



educativa, y en los que se contemple el desarrollo de actividades de interés para el centro y recogidas en el proyecto que promueva el centro.

1.2 PROPUESTA PARA LA INTEGRACIÓN DE ACTIVIDADES DOCENTES DE ASIGNATURAS DE AERONAVEGACIÓN A TRAVÉS DE ENTORNOS VIRTUALES DE SIMULACIÓN EN INTERNET

Profesores del Departamento de Infraestructura, Sistemas Aeroespaciales y Aeropuertos presentan el proyecto titulado:

“Integración de actividades docentes de asignaturas de Aeronavegación a través de entornos virtuales de simulación en Internet”

En respuesta a la “Convocatoria 2010 de Ayudas a la innovación educativa y a la mejora de la calidad de la enseñanza” un grupo de profesores del Departamento de Infraestructura, Sistemas Aeroespaciales y Aeropuertos, presentan el proyecto titulado:

“Integración de actividades docentes de asignaturas de Aeronavegación a través de entornos virtuales de simulación en Internet”

Este proyecto se encuadra en la tercera de las líneas de innovación propuestas por la EUITA:

“Actividades encaminadas a facilitar el proceso de enseñanza / aprendizaje de la titulación (ant. al RD 1393) de Ingeniero Técnico Aeronáutico para todas las especialidades”.

En el se plantea una actividad de innovación docente cuyos fines principales responden a los siguientes objetivos planteados por la EUITA:

- Desarrollo de materiales en red y aplicaciones encaminadas a la gestión de prácticas para grupos numerosos o heterogeneidad de niveles.
- Desarrollo de procedimientos y materiales para la integración de actividades docentes de distintas asignaturas (plan 2002 ITA).- especial interés por materiales para la red y aplicaciones informáticas de uso compartido.

Adicionalmente, y aun cuando no constituye su objetivo principal, las actividades planteadas en este proyecto también contemplan otros objetivos planteados por la EUITA:

- Desarrollo de materiales tutoriales para situaciones de autoaprendizaje.
- Desarrollo de sistemas de auto-evaluación, basados en la red.



2 OBJETIVO Y ALCANCE DE LA PROPUESTA

2.1 OBJETIVO PRINCIPAL DE LA PROPUESTA.

Objetivo principal de la propuesta:

Estudiar la viabilidad de adaptar desarrollos avanzados TIC de temática aeronáutica, accesibles para el público general a través de Internet, como elementos complementarios de la docencia impartida en las escuelas de ingeniería aeronáutica de la UPM

El objetivo principal de esta propuesta es estudiar la viabilidad de adaptar desarrollos avanzados TIC de temática aeronáutica, accesibles para el público general a través de Internet, como elementos complementarios de la docencia impartida en las escuelas de ingeniería aeronáutica de la UPM.

En este proyecto se pretende evaluar la posibilidad de adaptación de entornos virtuales de simulación disponibles en Internet, para la integración de actividades docentes de distintas asignaturas del ámbito de la especialidad de Aeronavegación. En particular se espera que estos entornos permitan la realización de prácticas, actividades autoaprendizaje y evaluación en grupos numerosos y con heterogeneidad de niveles.

Dentro del proyecto se considerarán al menos dos mundos virtuales de simulación cooperativa, a través de Internet, de escenarios reales de Navegación y Circulación Aérea, donde los alumnos pueden desarrollar un role de piloto o controlador aéreo. El proyecto pretende evaluar la adaptabilidad de estos mundos virtuales, incluyendo los materiales disponibles en la red y las aplicaciones informáticas de uso compartido. Se valorará su posible empleo, de forma integrada y coordinada, como herramienta soporte en la realización de prácticas, actividades de autoaprendizaje y evaluación continuada en parte de los programas docentes de diversas asignaturas de la especialidad de Aeronavegación.

2.2 ORIGEN DEL PROYECTO.

Necesidad del proyecto:

Inviabilidad de organizar prácticas en el simulador de vuelo para grupos de más de 20 alumnos.

El número de alumnos de la titulación de Ingeniero Técnico Aeronáutico en la especialidad de Aeronavegación es en la actualidad 3 ó 4 veces superior a esa cifra, y se prevé que lo sea aún más en el nuevo título de grado

Este proyecto surge inicialmente de la necesidad de buscar vías alternativas que permitan gestionar de forma eficiente la organización y realización de las prácticas de ciertas asignaturas del área de conocimientos de Aeronavegación. En concreto las prácticas de vuelo en simulador que durante cierto tiempo se han realizado como parte del temario de la asignatura de Sistemas de Navegación.

Las características de las prácticas y de los medios actualmente disponibles para su realización, condicionan un uso secuencial e individual de éstos, con guiado y supervisión continua del profesor durante la realización de las mismas. El número de horas requerido por práctica y alumno, así como la disponibilidad de un único simulador de vuelo para la realización de las mismas implica que, pese al gran potencial formativo de estas actividades, no es viable su planificación ni ejecución para grupos de más de 20 alumnos. El número de alumnos de la titulación de Ingeniero Técnico Aeronáutico en la especialidad de Aeronavegación es en la



actualidad 3 ó 4 veces superior a esta cifra, y se prevé que lo sea aún más en el nuevo título de grado.

Con el espíritu de superar estas limitaciones de forma creativa y eficiente, a la vez que rigurosa, se plantea en este proyecto una propuesta novedosa de innovación educativa. Esta se centra en la explotación y adaptación de herramientas de simulación aeronáutica, desarrolladas para otros propósitos, pero que ofrecen un gran potencial de uso en la formación superior en el ámbito de la ingeniería aeronáutica, tanto en las titulaciones actuales a extinguir como en el nuevo modelo formativo de las titulaciones de grado.

Oportunidades tecnológicas:

El desarrollo actual de las tecnologías de la información ofrece mundos virtuales de Navegación y Circulación Aéreas.

Los mundos virtuales son entornos de simulación cooperativa en Internet que reproducen con rigurosidad escenarios reales de gestión de tráfico aéreo.

En particular a través de esta propuesta se evaluará la viabilidad de adaptación de entornos virtuales de simulación disponibles en Internet a los intereses y necesidades formativas de la EUITA. Para ello se han identificado inicialmente dos posibles “mundos virtuales” que, mediante entornos de simulación cooperativa en Internet reproducen con rigurosidad escenarios reales de gestión de tráfico aéreo: IVAO, International Virtual Aviation Organisation™, y VATSIM, Virtual Air Traffic Simulation Network.

Estos mundos virtuales son servicios dedicados, independientes y gratuitos, desarrollados para proveer a la comunidad de simulación de vuelo un servicio y soporte de calidad, que permite realizar simulaciones de vuelo y de control de tráfico aéreo en un ambiente lo más realista posible. Esto incluye, un sistema para volar (como piloto) y/o controlar (como controlador) 'on-line', bases de datos con información sobre el mundo de la aviación, reproducción de las reglas y procedimientos de vuelo y control del tráfico aéreo, la impartición de formación y la organización eventos 'on-line'.

Estos mundos virtuales recrean el escenario real en el cual pilotos y controladores ATC desarrollan su profesión y permiten a cualquier usuario aprender y ejercitar los conocimientos, destrezas y habilidades necesarios para ello, así como adquirir un conocimiento práctico y profundo de cómo están organizados y como funcionan los distintos aspectos de la Navegación y la Circulación Aéreas.

Adicionalmente estos sistemas implementan un esquema de grados o maestría mediante horas de experiencia y exámenes teóricos y prácticos, actividades formativas on line y un sistema de “mentoring” y tutoría mediante el cual los usuarios avanzados con grados de pilotos y controladores expertos instruyen y guían a los de niveles inferiores.

2.3 OBJETIVOS ADICIONALES DEL PROYECTO.

Las tecnologías de los mundos virtuales permiten combinar en un mismo entorno las ventajas de los simuladores convencionales y su capacidad para reproducir la realidad de sistemas complejos, con la facilidad de acceso e interacción que proporcionan los laboratorios virtuales, que



pueden utilizarse en cualquier lugar y en cualquier momento, permitiendo un aprendizaje on line.

Dado el potencial de estas herramientas el objetivo inicial de desarrollar un entorno que permita la realización de unas prácticas de una asignatura concreta en un grupo elevado de alumnos, se amplía para incluir tres objetivos adicionales:

Objetivos adicionales del proyecto

Explotación de medios que permitan integrar y coordinar actividades docentes, de carácter práctico y experimental, del conjunto de asignaturas del área de conocimientos de Aeronavegación.

Abordar temas comunes desde distintas perspectivas con una visión integral, prestando especial atención a aspectos que puedan considerarse comunes y/o transversales a las diversas asignaturas.

Desarrollar otras actividades docentes, incluyendo el autoaprendizaje, la auto evaluación y la evaluación continua, de forma integrada para el conjunto de estas asignaturas.

- La explotación de medios que permitan integrar y coordinar actividades docentes, de carácter práctico y experimental, del conjunto de asignaturas del área de conocimientos de la especialidad de Aeronavegación
- Abordar temas comunes desde distintas perspectivas con una visión integral, prestando especial atención a aspectos que puedan considerarse comunes y/o transversales a las diversas asignaturas.
- El desarrollo de otras actividades docentes, incluyendo el autoaprendizaje, la auto-evaluación y la evaluación continua, de forma integrada para el conjunto de estas asignaturas.

La consecución de los objetivos anteriores implica:

- El análisis detallado, la evaluación y valoración de las características, prestaciones y operativa de estos mundos virtuales para su empleo como soporte en la docencia aeronáutica universitaria. La valoración supondrá la definición de requisitos básicos y unos criterios de aceptabilidad que permitan garantizar la calidad de la actividad docente que pudiera llegar a realizarse mediante estas herramientas. Se identificarán las mejoras y adaptaciones necesarias y se estudiara la viabilidad e implicación de la realización de las mismas. Se analizarán igualmente los condicionantes para dotar de estabilidad a largo plazo a una actividad docente sustentada sobre redes virtuales no propietarias.
- El desarrollo de materiales y aplicaciones complementarias adicionales encaminadas a poder desarrollar y gestionar practicas de asignaturas de Aeronavegación para grupos numerosos o con heterogeneidad de niveles. En particular la adaptación y el desarrollo de ejercicios y programas de prácticas que puedan ejecutarse, evaluarse y controlarse en estas aplicaciones informáticas en red. El diseño de un nuevo programa de prácticas de vuelo y de control de tráfico aérea que responda a las necesidades de la asignatura de Sistemas de Navegación. La adaptación y/o evolución de prácticas existentes al nuevo entorno de trabajo. El desarrollo de materiales adicionales y complementarios.
- La coordinación de aspectos y conocimientos de diversas asignaturas de Aeronavegación cuya asimilación practica pueda



plantearse como una actividad docente transversal e integrada a través de estos entornos virtuales de simulación.

- La coordinación y el desarrollo de procedimientos y materiales para la integración de actividades docentes de diversas asignaturas, tanto del plan 2002 ITA como del nuevo título de grado, a través de estas aplicaciones informáticas de uso compartido a través de la red.
- El desarrollo de materiales y tutoriales que permitan situaciones de autoaprendizaje y auto-evaluación a través de la participación del alumno en estos mundos virtuales como piloto, controlador o como observador.
- La planificación y coordinación de las asignaturas y las actividades docentes diseñadas sobre las redes virtuales para lograr una distribución temporal ordenada y equilibrada de la carga de trabajo, así como una introducción progresiva en los entornos de red, a lo largo de los diversos cursos y semestres en los cuales se impartan las asignaturas afectadas.



3 EXPERIENCIA PREVIA.

El grupo de profesores que colabora en esta propuesta ha desarrollado y optimizado en los últimos años un programa simulaciones educativas a través de prácticas de vuelo instrumental con simulador.

El grupo de profesores que colabora en esa propuesta acredita experiencia en actividades de innovación docente previas relacionadas con la temática y contenidos del proyecto que se presenta en esta convocatoria.

En particular este grupo ha desarrollado y optimizado en los últimos años un programa simulaciones educativas a través de prácticas de vuelo instrumental con simulador. El programa desarrollado incluye no solo el diseño y la impartición de un programa de ejercicios guiados y supervisados en un simulador de vuelo, sino también la construcción, mantenimiento y operación del simulador de vuelo en el cual se imparten las prácticas.

Este programa se ha ejercitado con éxito en grupos reducidos de alumnos como parte de las prácticas de asignaturas regladas y de cursos específicos impartidos por el Departamento de Infraestructura, Sistemas Aeroespaciales y Aeropuertos.

Las siguientes secciones describen los detalles más relevantes de esta experiencia previa, prestando especial atención al contenido y características didácticas del programa de prácticas diseñado, al simulador desarrollado a partir de productos comerciales, y a los elementos que deben estar presentes en toda experiencia educativa basada en simulación.

3.1 PRÁCTICAS DE VUELO.

El objetivo esencial de estas prácticas es que el alumno asimile conceptos básicos y esenciales de las asignaturas de Sistemas de Navegación y Gestión de Espacio Aéreo. Es decir que entienda e interiorice los principios de la navegación y que compruebe desde el punto de vista del usuario final, el piloto, el uso operativo de las distintas ayudas y sistemas de navegación, comunicaciones y vigilancia, que se explican durante el curso.

Para ello se organizan un conjunto de prácticas de vuelo en simulador que permiten al alumno experimentar los principios del vuelo en un entorno realista.

El programa incluye cuatro prácticas diseñadas para ser ejecutadas en cuatro periodos de una hora cada uno. Las prácticas están organizadas para favorecer una introducción y dominio progresivo de las técnicas de vuelo.

Todas las prácticas incluyen una descripción y guía que el alumno debe trabajar antes de realizarla. Como parte de esta preparación se incluyen también ejercicios previos, generalmente relativos a cálculos relacionados



Cuatro prácticas orientadas a la asimilación de los conceptos relacionados con el vuelo y más concretamente con el vuelo instrumental.

con el vuelo, que el alumno debe realizar previamente para verificar que ha entendido y asimilado los conceptos básicos que deberá ejercitar durante el vuelo simulado. Se incluyen también ejercicios a posteriori, que el alumno debe completar una vez que ha realizado la práctica.

Las prácticas son realizadas de forma individual por cada alumno siendo atendido durante todo el periodo por un profesor. Debido a la limitación de tiempo del que se dispone para completar las practicas, es de vital importancia la preparación previa de la misma por parte del alumno. Una comprensión de la práctica y la realización de los ejercicios correspondientes optimizan el uso del simulador, así como el aprendizaje del alumno.

Con los ejercicios previos se pretende favorecer la asimilación de los conceptos relacionados con el vuelo, y más concretamente con el vuelo instrumental, como son: maniobras básicas de vuelo, instrumentos de a bordo, navegación instrumental, procedimientos de vuelo, etc...

Adicionalmente se proporciona al alumno una descripción detallada del simulador de vuelo y su funcionamiento, y se le explica la teoría de vuelo en el contexto del simulador que va a emplear.

La *primera de las prácticas* es una introducción al vuelo básico y la navegación VOR y la aproximación ILS. Esta práctica es un primer contacto con el simulador y tiene por objeto familiarizar al alumno con las maniobras básicas de vuelo: vuelo establecido y nivelado, virajes coordinados, seguimiento de un rumbo, compensación del avión, etc... Además sirve de toma de contacto con la navegación VOR y la aproximación ILS.

La *segunda práctica* tiene por objeto afianzar los conceptos adquiridos en la práctica anterior. Para ello se realiza de nuevo vuelo de radiales en acercamiento y alejamiento, interceptación de radiales, marcación de un punto mediante intersección de radial VOR con distancia DME, aproximación ILS. Se incluirá además vuelo de marcación ADF en acercamiento y en alejamiento.

La *tercera práctica* se basa esencialmente en el vuelo del circuito de espera, las distintas incorporaciones a la espera, y la realización de virajes reglamentarios. Los tramos de alejamiento y acercamiento de los virajes se basan en el VOR y se finaliza con una aproximación ILS a una pista de un aeropuerto.

La *ultima practica* reproduce un vuelo completo de aproximadamente una hora de duración entre dos aeropuertos cercanos. El vuelo preparado para la simulación consta de todas las fases típicas de cualquier vuelo instrumental: despegue, salida instrumental (SID), vuelo en ruta, llegada instrumental (STAR), aproximación instrumental y aterrizaje en el aeródromo de destino. A lo largo del vuelo se aplican todos los conceptos de navegación utilizados en las prácticas anteriores. En lugar de facilitar un esquema, como en las sesiones anteriores, se proporcionan al alumno las cartas reales de navegación, donde el alumno deberá identificar entre otros



datos: frecuencias de comunicaciones y de las ayudas a la navegación, los distintos procedimientos de salida, llegada y aproximación, altitud de transición, etc... Es muy importante que antes de realizar esta practica el alumno esta plenamente familiarizado con el vuelo que va a realizar, puesto que la elevada carga de trabajo para el piloto, el alumno en este caso, es una característica de todo vuelo IFR. En este caso además la inexperiencia es un factor agravante.

3.2 SIMULADOR DE VUELO.

Los profesores que participan en esta propuesta han construido un Simulador de vuelo de bajo coste para formación en las asignaturas de Aeronavegación.

Cuando se habla de simuladores de vuelo la mayoría de la gente visualiza los grandes simuladores que emplean las compañías aéreas. Sin embargo existen muchos otros tipos de simuladores de vuelo, incluyendo paquetes comerciales de SW de simulación que funcionan sobre ordenadores personales. Esta tecnología en concreto ha evolucionado de forma considerable en los últimos años permitiendo la reproducción de experiencias en vuelo con un realismo sorprendente. Como resultado de ello los simuladores de vuelo para PC han ganado cada vez más aceptación en la comunidad aeronáutica no solo para el entrenamiento de pilotos, sino también para la formación en otras disciplinas aeronáuticas como la ingeniería [1][2][3].

La Figura 1 presenta el simulador de vuelo de bajo coste construido especialmente para la experiencia educativa llevada a cabo en el Departamento de Infraestructura, Sistemas Aeroespaciales y Aeropuertos en la EUITA. Este simulador fue construido por los profesores del Departamento de Infraestructura, Sistemas Aeroespaciales y Aeropuertos a partir de productos SW comerciales (of the shelf), que se describen a continuación.

El simulador de vuelo se ha construido a partir de productos SW comerciales.

- [Motor de simulación:](#) El motor de simulación empleado es el X-Plane. Este producto es un simulador de vuelo para ordenadores personales producido por Laminar Research. El producto funciona sobre las siguientes plataformas: iPhone/iPod Touch, Palm's WebOS, Linux, Mac or Windows. Este paquete SW dispone de una arquitectura "plug-in" que permite integrar X-Plane con otros productos, hardware y software, para construir y adaptar aeronaves y escenarios de vuelo. De esta forma pueden ampliarse las funcionalidades del producto y construir un simulador acorde a las necesidades específicas de cada usuario. El simulador se configura en un único PC y permite una presentación diferenciada en dos pantallas, una para el alumno y otra para el instructor.
- [Consola de vuelo.](#) El simulador incorpora una consola de vuelo diferenciada, AV-IFR, diseñada para reproducir los controles y prestaciones de aeronaves de uno o más motores con fines de instrucción. Entre sus características se incluyen: rueda de control de tamaño completo, acelerador estilo Cessna, control de mezcla,



encendido eléctrico, controles de tren de aterrizaje y flaps, push-to-talk para comunicaciones, ajuste de elevación del morro del avión mediante Trim,...

- [Sub Panel de Control](#). En la parte inferior de la consola se monta un sub-panel de control que permite al piloto controlar la mayor parte de los sistemas que pueden encontrarse en aeronaves de motor único. Entre ellos podemos citar: conmutadores de los magnetos, encendido, conmutadores maestros (ELEC., ALT., Avionics), conmutadores de indicadores Pitot, interruptor de la bomba de combustible, interruptor de (NAV, Land, Taxi, BCN), carenado de flaps, ...
- [Módulo de control de timón](#). El módulo de control de timón (conocido como el RCM) utiliza cilindros hidráulicos industriales que simulan efecto de amortiguación precisa durante el vuelo.
- [Aviónica KR-1](#). Incorpora equipos estándar de Bendix-King para aviónica de aviación general. Las características principales son: pantallas de plasma naranja, mandos de radio duales concéntricos, dos KX 165 NAV / COMM, KR 87 ADF, KN 62A DME, transpondedor KT 71, piloto automático KFC 150, OBS 1 & 2, altímetro, indicadores luminosos individuales de radiobalizas, luces de engranaje rojo y verde, y medidor HOBBS.

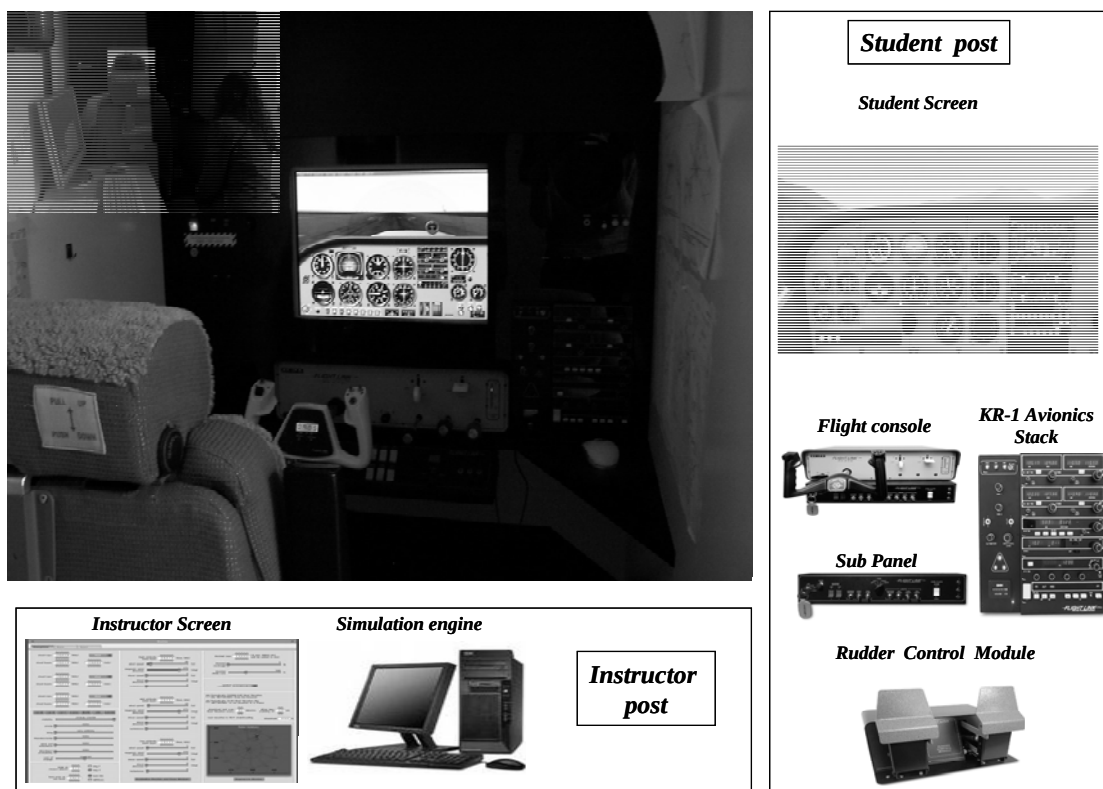


Figura 1. Simulador de vuelo bajo coste para fines educativos.



3.3 ELEMENTOS DE ÉXITO EN UNA SIMULACIÓN EDUCATIVA.

La tecnología de simuladores de vuelo para ordenadores personales, especialmente sus potentes gráficos y la fidelidad de los modelos físicos empleados, hace de estas herramientas un recurso útil para la formación y la educación. A pesar de ello, sigue siendo necesario que el profesor apoye al alumno en la comprensión de las áreas más débiles del simulador.

Uno de los valores de una buena simulación es su capacidad para desarrollar conceptos y conceptualización.

Uno de los valores de una buena simulación es su capacidad para desarrollar conceptos y conceptualización. Las simulaciones educativas, diseñadas correctamente son un tipo de evento que permite a los alumnos asimilar más fácilmente los conceptos principales. Sin embargo, el éxito de una simulación educativa requiere un énfasis en los componentes de enseñanza y no solo en el aspecto de la simulación. Los objetivos de las simulaciones educativas no deben solo proporcionar un entorno de práctica, sino también proporcionar un entorno de aprendizaje específico.

En esta experiencia se combinaron los tres elementos esenciales que, de acuerdo con Aldrich [4], se pueden utilizar para crear experiencias educativas exitosas: elementos de simulación, elementos de juego y elementos pedagógicos.

Los elementos de simulación permiten el descubrimiento, la experimentación, la práctica y la construcción activa de sistemas de contenidos.

Los elementos de juego proporcionan interacciones familiares y entretenidas que dirigen y multiplican el tiempo que el estudiante invierte en la experiencia educativa. Estos elementos, aunque no soportan directamente los objetivos de aprendizaje constituyen, tal y como dice Aldrich, "el toque de azúcar que ayuda a tomar la medicina".

Los elementos esenciales para una buena simulación educativa son:

- Elementos de simulación
- Elementos de juego
- Elementos pedagógicos

Por último, los elementos pedagógicos son el material de fondo que soporta los contenidos. Estos elementos son los más importantes. Deben conducir a la experiencia de aprendizaje y organizar los otros elementos alrededor de ella.

Esta experiencia educativa también ha permitido identificar los siguientes factores clave para el desarrollo de un programa de simulación educativa.

En primer lugar, las simulaciones deben ser reales o casi reales; eso significa que deben reproducir la parte principal de la actividad suficientemente bien para que aprendizaje real pueda tener lugar. Este concepto de simulación de la realidad es clave para fines educativos, tal y como introduce Rheingold [5] en su libro de Realidad Virtual, donde estudia la tecnología que "... crea la ilusión completamente convincente de que uno se encuentra inmerso en un mundo que únicamente existe dentro de un ordenador". Por suerte, la sofisticación de los modernos simuladores de vuelo para PC es tan alta que se utilizan de forma estándar en la formación inicial en las escuelas de pilotos. En el caso de esta experiencia el



simulador de vuelo para PC se integró en una maqueta de cabina de vuelo, para dar aun más realismo a la situación, integrándolo con mandos y aviónica similares a los reales.

El segundo elemento fundamental es la adecuada planificación de los ejercicios de simulación [6][7]. Un factor muy importante para el éxito es definir objetivos claros para cada ejercicio a desarrollar y generar una imagen clara de lo que se espera que los estudiantes aprendan. Es útil preparar el ejercicio con el alumno en una sesión previa que permita expresar claramente el propósito de la simulación. Los ejercicios deben diseñarse de manera que facilitan a los estudiantes a convertirse en actores, no sólo en oyentes u observadores. Los ejercicios también deben ser motivadores y potenciar la participación de los estudiantes en la actividad. Afortunadamente, los simuladores de vuelo para PC actuales están concebidos como video juegos, por lo que el jugador se convierte en el centro de la actividad. Es mas, a pesar de la complejidad y rendimiento de los gráficos, los simuladores son bastante fáciles de usar incluso para aquellos que nunca han jugado antes. Sólo se necesita un poco instrucción sobre las características del simulador para preparar al estudiante para ejecutar los ejercicios de simulación educativa.

Lecciones aprendidas

Factores claves para el desarrollo de un programa de simulación educativa:

- Simulaciones cuasi reales
- Planificación y clara definición de los objetivos de los ejercicios
- Cambio de role del profesor

El tercer elemento importante es el profesor [8]. El uso de simulaciones exige del profesor un nuevo role. Su papel en esta experiencia educativa ya no es la de un presentador de la información, sino el de una guía, o coacher (entrenador), que ayuda al estudiante en el proceso de aprendizaje. Este cambio de función es el resultado inevitable de la evolución del papel del profesor en la educación. Con el uso de este tipo de simulaciones el profesor evoluciona de forma natural hacia ese nuevo rol. En ese sentido, esta experiencia ha sido también muy interesante y útil para los profesores que han participado en ella, constituyendo también una experiencia de aprendizaje para ellos. Cada simulación debe incluir también un componente de "orientación", para ayudar al alumno a través de las tareas, proporcionar asesoramiento a distintos niveles y suministrar feedback al alumno respecto a su rendimiento [9].



4 EMPLEO DE SIMULADORES Y MUNDOS VIRTUALES EN LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA. ESTADO DEL ARTE.

4.1 NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Tecnología y enseñanza-aprendizaje son dos conceptos que han entrado en estrecha relación a medida que la primera se ha ido desarrollando. La incorporación de las nuevas tecnologías al campo de la docencia está facilitando la puesta en práctica de nuevas metodologías de aprendizaje.

TIC: Nuevas posibilidades tecnológicas en el proceso de enseñanza - aprendizaje

- Simulaciones.
- Laboratorios virtuales.
- Mundos virtuales.

En este escenario, las clases donde un profesor expone sus conocimientos a un mudo auditorio de alumnos que toma apuntes, no constituyen la única forma de enseñanza. Actualmente, los foros docentes rebosan de expresiones que representan nuevas formas de aprendizaje: constructivismo, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en casos, aprender haciendo, aprendizaje activo, o sus respectivas formas nativas inglesas.

Todas estas nuevas formas de aprendizaje centran la enseñanza en el alumno, no en el profesor, y representan una mayor implicación de éste en su aprendizaje. Los expertos mundiales en el mundo de la educación ratifican la mayor eficacia de estos métodos [10]. El Dr. Larson, del MIT, defiende que el alumno debe hacer, practicar, experimentar, jugar y manipular conceptos, y además divertirse [11]. Difícilmente podría describirse más gráficamente lo que representa el aprendizaje activo, learning by doing o aprender haciendo. Si esto es así en enseñanzas empresariales o humanísticas [12], lo es mucho más en las científicas o técnicas, donde las prácticas han sido siempre una componente principal en el aprendizaje.

En este sentido, los simuladores, así como los laboratorios y mundos virtuales constituyen herramientas fundamentales a través de las cuales el alumno puede “*hacer y aprender*”. Cada una de estas herramientas, tal y como se ilustra en la Figura 2, constituye un paso incremental en el proceso de aumentar la interactividad, y de proporcionar al alumno la posibilidad de actuar y darse cuenta de cómo afectan las diferentes decisiones en el resultado de un problema. La idoneidad de unas u otras será función de las características y las necesidades de la materia y conocimientos a reforzar mediante estas vías complementarias de aprendizaje, así como del número y perfil del alumnado.

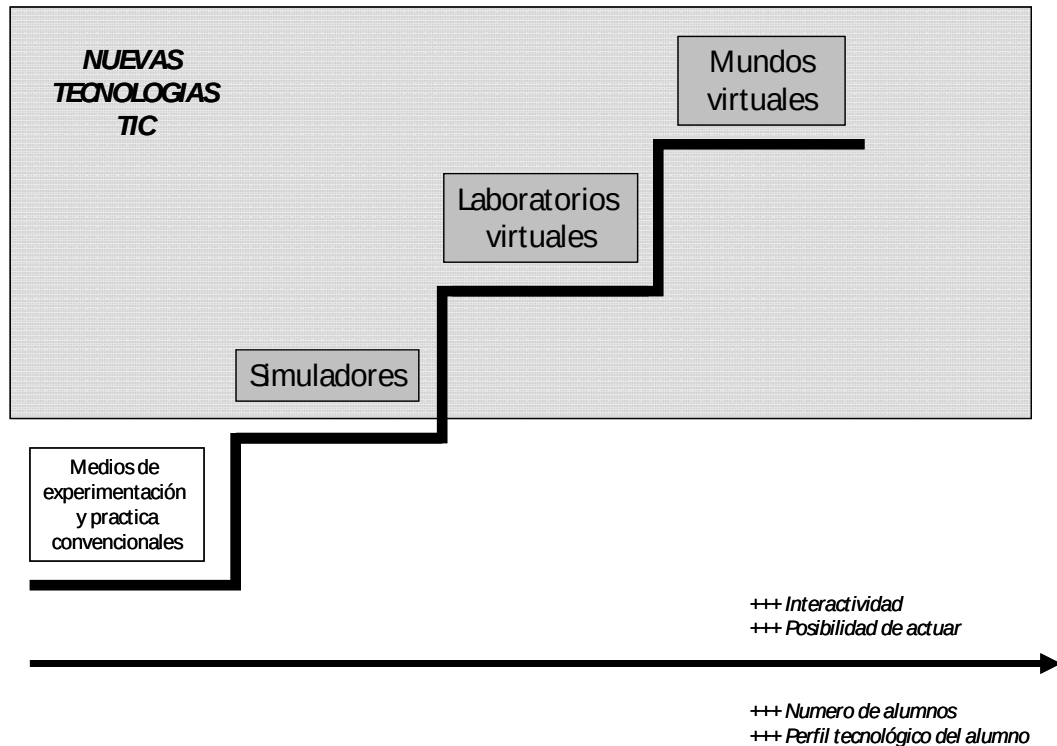


Figura 2. Uso incremental de tecnologías de simulación en los procesos de aprendizaje.

El desarrollo actual de las tecnologías de comunicaciones permite que un gran número de personas tengan acceso a un extenso volumen de información. El hecho más destacado radica en que, gracias a Internet, este proceso de comunicación se puede llevar a cabo desde cualquier punto del mundo utilizando herramientas más o menos estandarizadas. Este proceso de conexión puede llevarse a cabo simultáneamente por un gran número de personas, lo que permite la interacción de todos ellos en entornos similares a escenarios reales.

Apuesta por la incorporación de nuevas tecnologías en el proceso educativo, a fin de ofrecer una mayor calidad en la docencia, potenciando una participación activa en el proceso de aprendizaje a través de una experiencia de enseñanza centrada en el aprendizaje y en el alumno.

En este sentido, este proyecto es una apuesta por la incorporación de nuevas tecnologías en el proceso educativo, a fin de ofrecer una mayor calidad en la docencia, potenciando una participación activa en el proceso de aprendizaje a través de una experiencia de enseñanza centrada en el aprendizaje y en el alumno. Además de los fines didácticos, se entiende que desde el punto de vista del alumnado, resultaría muy estimulante disponer de una serie de herramientas didácticas accesibles vía Internet, que les permitan reforzar y practicar aquellos conocimientos expuestos en las clases teóricas. Mas allá cuando estas herramientas han sido diseñadas con un fin no solo didáctico, sino también, y fundamentalmente, de entretenimiento.



4.2 SIMULADORES EN LAS ENSEÑANZAS AERONÁUTICAS Y DE INGENIERÍA.

Gracias a la relación directa entre los sistemas técnicos, las leyes y principios físicos que explican su funcionamiento y los modelos matemáticos que los gobiernan, los entornos de

Las aplicaciones de simulación, que proceden del campo de la ingeniería, son programas informáticos que permiten trabajar en un entorno virtual con entidades técnicas complejas, como las empleadas en los procesos industriales, como si de un entorno real se tratase y comprobar su funcionamiento. Estas aplicaciones son muy numerosas, pero quizá las más conocidas son las que simulan instalaciones de fluidos, circuitos eléctricos y electrónicos, estructuras resistentes, sistemas digitales o automatismos neumáticos, por ejemplo. Algunas de estas aplicaciones han trascendido el ámbito ingeniería y se han convertido en productos de propósito y consumo general, como es el caso de los simuladores de vuelo.

Estas aplicaciones de simulación se suelen utilizar para simular procesos reales. El conocimiento de las leyes físicas y matemáticas que gobiernan el funcionamiento de los circuitos, mecanismos y estructuras es lo que permite simular en el entorno virtual el comportamiento del sistema físico homólogo. Gracias a esta relación directa entre los sistemas técnicos, las leyes y principios físicos que explican su funcionamiento y los modelos matemáticos que los gobiernan, los entornos de simulación son un campo privilegiado para las actividades multidisciplinares en la enseñanza.

Los simuladores permiten al usuario una comprensión mucho más rápida y eficaz de conceptos complejos. Un simulador posee una ventaja fundamental respecto un texto o una explicación del profesor en clase: la *interactividad*. El alumno puede “jugar” con diferentes parámetros apercibiéndose de qué manera afectan estos a los resultados. Además, los simuladores suelen acompañarse de material adicional explicativo donde el alumno puede consultar y comprender con el rigor científico necesario las simulaciones que acaba de experimentar.

La industria aeroespacial ha sido desde sus inicios, uno de los baluartes en innovación tecnológica, y su desarrollo ha ido parejo al de otros campos como el de las tecnologías de la información y de la implementación de sistemas. En este ámbito los simuladores son un ejemplo perfecto de esta interrelación. El primer simulador de vuelo en la industria aeroespacial, fue instalado por la Pan American Airways en 1948. No contaba con pantalla y consistía en una serie de relojes analógicos que reproducían la instrumentación básica de la aeronave. Este primer simulador permitía a los pilotos instruirse en situaciones de emergencia y realizar prácticas de recorridos de rutas enteras con la única ayuda de los instrumentos de a bordo.

El primer simulador de vuelo permitía a los pilotos instruirse en situaciones de emergencia y realizar prácticas de recorridos de rutas enteras con la única ayuda de los instrumentos de a bordo.

Desde entonces hasta nuestros días los simuladores han evolucionado notablemente, como también lo han hecho, de forma pareja, los programas de formación de profesionales que los emplean como herramientas. En particular, el mundo de la simulación aeronáutica ha experimentado un amplio desarrollo en una línea más comercial con



simuladores de bajo coste y propósito general que en muchas ocasiones se utilizan en el mercado del ocio. En ocasiones a veces nos referimos a estos productos como videojuegos ¹, cuando en realidad son verdaderos simuladores de vuelo para PC. Estos productos han permitido un uso extensivo de estas tecnologías en la formación de profesionales aeronáuticos.

Las tecnologías actuales permiten el uso de simuladores de vuelo y simuladores de control de tráfico aéreo en:

- La formación de pilotos
- La formación de controladores de tráfico aéreo
- La formación de Ingenieros Aeronáuticos.

Así por ejemplo los pilotos utilizan los simuladores en su periodo de instrucción. Este uso ayuda a que se familiaricen con los instrumentos de vuelo sin correr ningún riesgo. La ejercitación mediante el uso de esos simuladores de vuelo para PC permite entrenar la pericia y familiarizar a los estudiantes con la navegación aérea, facilitando que asimilen lo aprendido en las clases teóricas. Además ofrece la posibilidad de familiarizarse con el marco y la respuesta instrumental de la aeronaves en situaciones que no se dan en condiciones normales: baja visibilidad, lluvia, fallo de motor, entrada en pérdida,... Otra ventaja adicional es que se puede pilotar una amplia gama de aviones y operar en un aeropuerto de cualquier continente, así como ejercitarse en cualquier procedimiento instrumental de vuelo y en cualquier espacio aéreo del mundo. Más aún, los pilotos siguen utilizando estos simuladores una vez transcurrido el periodo de instrucción inicial.

Al igual que en el manejo de las aeronaves, en el aprendizaje del personal ATC, es decir en la formación de los controladores de la circulación aérea, se utiliza también la simulación. Existen hoy en día potentes simuladores para PC (o videojuegos) que permiten reproducir el entorno y las actuaciones de un controlador de tráfico aéreo, incluida su interacción con las aeronaves y otros controladores colaterales.

Por otra parte el uso de simuladores de vuelo y simuladores ATC aporta a la ingeniería aeronáutica una serie de posibilidades para extender y afianzar las enseñanzas relacionadas con la navegación y la circulación aérea. En este sentido el Departamento de Infraestructura, Sistemas Aeroespaciales y Aeropuertos ha sido pionero en este ámbito con la construcción de un simulador de vuelo a partir de un programa comercial de simulación para PC. Este simulador se ha empleado para la realización de prácticas durante el último año de la titulación de Ingeniero Técnico Aeronáutico de Aeronavegación, para dominar los conocimientos necesarios en el diseño de procedimientos de vuelo. Como complemento a la parte teórica del curso los alumnos diseñan procedimientos de vuelo instrumental que luego ejercitan personalmente en el simulador, con la ayuda y guía de los profesores. En este caso el simulador reutiliza como herramienta un simulador comercial para PC: el X-Plane. Mediante estos ejercicios el alumno verifica que el procedimiento diseñado es correcto, los cálculos están bien realizados y el procedimiento se puede volar. Por otra parte, este proceso permite a los ingenieros ver las sensaciones que

¹ Ejemplos de estos productos son Flight Simulator, el X-Plane, etc... Aunque estos productos puedan emplearse como videojuegos por el público general, este término no debe confundirnos respecto a sus prestaciones y nivel de realismo. Tal es así que algunos de estos productos han sido certificados como medios aceptables en la formación de pilotos por la FAA (Federal Aviation Administration).



experimentaría un piloto ante la orografía del terreno y el vuelo del procedimiento. Adicionalmente como parte de este ejercicio, el alumno asimila e interioriza de forma natural los conceptos esenciales de navegación, circulación aérea y organización y estructuración de espacio aérea que se han impartido a lo largo de esta y otras asignaturas relacionadas.

Esta experiencia y otras similares ofrecen al alumno la oportunidad de asimilar los conceptos esenciales de Navegación y Circulación Aérea ejerciendo de pilotos o controladores de la circulación aérea en un entorno controlado y realista. Difícilmente encontraremos personas que preferirían una exposición teórica tradicional. Esto nos viene a confirmar, que a todos nos gusta experimentar con lo que hemos de aprender. Probablemente nuestra experiencia nos dice que todo lo que nos han enseñado pero no hemos practicado no lo hemos aprendido de forma adecuada.

Un simulador ofrece, por tanto, algo diferente a lo que puede proporcionar la explicación de un profesor o un libro: la interactividad, la posibilidad de actuar y darse cuenta de cómo afectan las diferentes decisiones en el resultado de un problema.

Con todo lo dicho hasta ahora, parece sorprendente que los simuladores no sean la herramienta fundamental de aprendizaje en toda enseñanza mediante medios electrónicos. Probablemente su elevado coste los hace prohibitivos para la mayoría de los cursos. Por otra parte los simuladores convencionales siguen siendo herramientas relativamente complejas con limitaciones de instalación, mantenimiento y uso, que implican una elevada carga de trabajo para su empleo como herramienta didáctica. En particular el empleo de simuladores de vuelo con una aproximación convencional en la enseñanza implica un uso secuencial de los mismos lo cual hace inviable concebir un programa de práctica y experimentación para un número elevado de alumnos.

Se hace necesario por tanto, explorar un poco más las posibilidades de las tecnologías actuales, para extender los principios y beneficios didácticos del empleo de simuladores a un grupo numeroso de alumnos.

Limitaciones del empleo de simuladores de vuelo en la docencia:

- Coste
- Complejidad de mantenimiento y operación
- Uso secuencial de las instalaciones
- Necesidad de supervisión continua por un profesor.
- Limitaciones en el número de alumnos.

Se hace necesario explorar otras posibilidades tecnológicas actuales.

4.3 LABORATORIOS VIRTUALES EN LAS ENSEÑANZAS AERONÁUTICAS Y DE INGENIERÍA.

Un paso más en el camino de incorporar tecnologías avanzadas de simulación en los procesos docentes es el desarrollo de "*laboratorios virtuales*".

Los laboratorios son componentes esenciales en la enseñanza en ingeniería. Con la aparición de las nuevas tecnologías, los laboratorios basados en la web constituyen una alternativa o un complemento a los laboratorios físicos. Los laboratorios físicos tradicionales requieren generalmente un amplio espacio, instalaciones y equipamiento, así como personal cualificado para su manejo y mantenimiento. Los laboratorios



WEB, conocidos también como laboratorios virtuales, o ciberlaboratorios, son alternativas reales a los laboratorios físicos. Pueden utilizarse en cualquier lugar y en cualquier momento, permitiendo un aprendizaje on line.

Se han desarrollado laboratorios virtuales en un gran número de disciplinas científicas y de ingeniería [13]-[21], utilizando para ello una gran variedad de tecnologías de simulación. Diversos autores, como Mannix [24], han documentado ampliamente las bondades de los laboratorios virtuales.

Por otra parte, como demuestra la literatura, la difusión de estos laboratorios no es homogénea. Estos no son homogéneos en términos de creación, desarrollo y costes de mantenimiento. Tampoco los beneficios educacionales que pueden derivarse de ellos son iguales. Uno de los aspectos clave para lograr una eficiencia educativa radica en la interactividad asíncrona y en la posibilidad de interacción entre usuarios que se encuentren geográficamente separados o distribuidos [22]. También el grado de simulación de la realidad y el software empleado difiere en gran medida. Algunos laboratorios virtuales muestran imágenes en dos dimensiones del equipamiento y no van más allá de la ilustración de los principios esenciales a demostrar [13],[14],[22]; mientras que otros utilizan recursos avanzados de realidad virtual para simular un laboratorio real [23].

Los laboratorios virtuales, en particular los más avanzados y realistas, permiten a los estudiantes realizar prácticas en cualquier momento y lugar. Pueden realizar las prácticas como si estuvieran en el laboratorio real, asimilar e interpretar los resultados. Estos laboratorios virtuales contribuyen a mejorar el aprendizaje, la retención y la transferencia del aprendizaje, extendiendo el alcance de las prácticas y permitiendo la exploración de situaciones sin la necesidad de un laboratorio real, y quizás sus limitaciones.

Se pueden citar varios precedentes de proyectos innovadores que han incorporado tecnologías de simulación virtual y aplicaciones específicas de Internet en la educación superior en los ámbitos de la ingeniería [25][26]. A título de ejemplo puede mencionarse la experiencia llevada a cabo por el departamento de Informática de Sistemas de la universidad de Valencia, con el desarrollo un conjunto de aplicaciones educativas desarrolladas con el ánimo de mejorar el proceso de aprendizaje en asignaturas pertenecientes al ámbito de la informática, para la docencia en materias englobadas dentro del entorno EIE (Electrical and Information Engineering), que pueden utilizarse de forma muy sencilla mediante el uso de un navegador web. La universidad Ramon Llull de Barcelona ha llevado a cabo una experiencia innovadora con la incorporación de simuladores en la enseñanza semipresencial de sus titulaciones de Ingeniería de Telecomunicaciones e Informática, implantando laboratorios virtuales y simuladores, para facilitar el aprendizaje de conceptos teóricos y la realización de prácticas en la asignatura Procesado Digital de la Imagen en las Ingenierías de Telecomunicación e Informática.



Las ventajas de los laboratorios virtuales son obvias:

- **Economía:** Un laboratorio virtual es más económico que una instalación real. Los entornos virtuales no ocupan espacio ni utilizan recursos costosos. Ahorran mucho dinero porque permiten poner a prueba un proyecto técnico o industrial sobre una maqueta, antes de invertir dinero o de construir infraestructuras e instalaciones. Para un centro de enseñanza, un programa de simulación es una forma sencilla y económica de ampliar los recursos disponibles en los talleres y laboratorios.
- **Abundancia de recursos:** A diferencia del entorno real, en el que la instrumentación es siempre escasa, el laboratorio virtual dispone de una librería de instrumentos prácticamente inagotable. La instrumentación virtual se comporta de modo idéntico a la instrumentación real. A menudo, incluso, los instrumentos virtuales funcionan mejor que los instrumentos reales, porque son instrumentos ideales que obedecen a las leyes físicas para representar las magnitudes que miden y están libres de los desajustes debidos al desgaste y a los efectos parásitos del entorno.
- **Ensayos catastróficos:** En un entorno de simulación se puede poner a prueba el comportamiento de un sistema técnico en situaciones límite, incluso pueden ensayarse situaciones catastróficas y comprobar el funcionamiento de los sistemas de protección. Estas simulaciones son una alternativa a los ensayos destructivos que, en ocasiones, siguen siendo necesarios.
- **Utilidad formativa:** Los laboratorios virtuales tienen una aplicación educativa inmediata, permiten la formación y el entrenamiento del personal técnico a bajo coste.

Las ventajas de los laboratorios virtuales son:

- Economía
- Abundancia de recursos
- Posibilidad de realizar ensayos catastróficos
- Utilidad formativa.

Permiten la ejercitación de prácticas y ensayos virtuales como ejercicios controlados, **pero no son capaces de reproducir las reglas lógicas y la dinámica de un sistema complejo en el que interactúan diversos tipos de usuarios.**

Muchos de los entornos virtuales utilizados en la industria son muy completos y complejos, tienen en cuenta multitud de factores y parámetros y son, por lo tanto, inadecuados para utilizarlos directamente en la enseñanza. Sin embargo, hay versiones aligeradas de estos programas para uso educativo.

Pero ¿cuál es la utilidad real de estas herramientas? ¿Cómo y cuándo deben utilizarse? Por una parte un entorno virtual soluciona la escasez de medios en los laboratorios y talleres de tecnología pero, por otra parte, no puede reemplazar a la asimilación de conceptos teóricos y en algunos casos a la manipulación, a la experiencia física con el entorno. Por otra parte los laboratorios virtuales permiten la ejercitación de prácticas y ensayos virtuales como ejercicios controlados, pero no son capaces de reproducir las reglas lógicas y la dinámica de un sistema complejo en el que interactúan diversos tipos de usuarios.



4.4 MUNDOS VIRTUALES EN LAS ENSEÑANZAS AERONÁUTICAS Y DE INGENIERÍA: ENTORNOS Y ESCENARIOS REALES SIMULADOS ACCESIBLES A TRAVÉS DE INTERNET.

Los mundos virtuales permiten combinar en un mismo entorno las ventajas de los simuladores convencionales y su capacidad para reproducir la realidad de sistemas complejos, con la facilidad de acceso e interacción que proporcionan los laboratorios virtuales.

El último escalón en la incorporación de las tecnologías de simulación en los procesos docentes lo constituyen en la actualidad los “mundos virtuales”. Estas tecnologías permiten combinar en un mismo entorno las ventajas de los simuladores convencionales y su capacidad para reproducir la realidad de sistemas complejos, con la facilidad de acceso e interacción que proporcionan los laboratorios virtuales.

Un mundo virtual es un espacio representado por medio de un programa de software ejecutado en una computadora. Este espacio tiene un conjunto definido de reglas que controlan las interacciones entre grupos de actores independientes que lo habitan.

El mundo virtual cuenta con un modulo central que controla las interacciones de los diferentes actores. Una forma de ejercer este control es mediante una estructura tipo cola de prioridades mediante la cual se simula un flujo infinito de acciones ejecutadas por los diferentes *Actores* del mundo.

Esta estructura ordena los actores del mundo tomando en cuenta el tiempo que les resta para ejecutar una acción nuevamente. El módulo central toma el primer Actor de la estructura y llama a su Selector de Acción con el fin de obtener la acción que este ejecutará; luego de la ejecución de la acción el Actor es relocalizado en un lugar de la estructura dependiendo del costo en tiempo asociado con la acción que ejecutó.

Por lo tanto, *cada Actor que habita el mundo debe tener la capacidad de decidir que acciones ejecutar independientemente de los demás Actores*; esto se logra mediante la asignación de Módulos de Decisión de Acción a cada Actor; los cuales pueden ser tan simples como repositorios de acciones que son elegidas al azar, o llegar a ser implementaciones de métodos de Inteligencia Artificial tales como redes neuronales o autómatas de estado finito, que toman como entrada la percepción y el estado actual del actor para producir como salida la acción que se desea ejecutar.

La implementación en sí de estos módulos no le concierne al motor que hace que el mundo virtual funcione, ya que este simplemente invoca a cada Actor con el fin de pedirle que haga una decisión, sin preguntarle como llego él a decidirla. Esto permite que diferentes implementaciones de selectores de Acción sean asignadas a los actores dentro del mundo, permitiendo que sean controlados por diferentes mecanismos y a si mismo puedan interactuar transparentemente entre ellos. Por ejemplo, podemos tener actores con Selectores de Acciones basados en árboles de decisión, mientras otros cuenten con un selector de acción que es una fachada a una entrada que se encuentra fuera del sistema, tal como un usuario humano a través de dispositivos de entrada.



Quizás una de los mundos virtuales mas conocidos por su amplia difusión sea second life. Este mundo virtual, que se origina con un propósito fundamentalmente lúdico, ha servido de base también para el desarrollo de múltiples aplicaciones educativas. En <http://es.elearning3d.wikia.com> podemos encontrar una completa lista de referencias de instituciones educativas superiores hispanohablantes que han utilizado second life como plataforma virtual en la enseñanza.

A titulo de ejemplo podemos citar el proyecto de “*Arquitectura en el universo on line. Lugares y herramientas emergentes de proyecto*”, un proyecto de Innovación Docente llevado a cabo durante el curso 2008/2009 en las asignaturas “Proyectos Arquitectónicos 3” y el curso de doctorado “Arquitecturas Coplanarias. Otros lugares de convivencia”; coordinado por Javier Fernandez García en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura en la Universidad de Granada.

También merece la pena citar el proyecto “Experimentación del desarrollo de metodologías educativas basadas en mundos virtuales sin ceñirnos a un único entorno” desarrollado Second Life, Wonderland por Enrique Barreiro de Escuela Superior de Ingeniería Informática de la Universidad de Vigo como parte de la Asignatura Mundos Virtuales; o el proyecto de “Desarrollo de experiencias de enseñanza y aprendizaje colaborativos en Wonderland. Integración de la plataforma con elementos externos coordinado por José Jesus García Rueda en la Universidad Carlos III de Madrid .

La universidad de **Purdue** ha sido pionera en este campo con el diseño de un curso de ingeniería de diseño aeroespacial a través de un mundo virtual.

También podemos encontrar ejemplos concretos en el campo de las enseñanzas aeroespaciales. En particular la universidad de Purdue ha sido pionera en este campo con el diseño de un curso de ingeniería de diseño aeroespacial a través de un mundo virtual [27]. Esta universidad, ante las limitaciones de los medios tradicionales de enseñanza, ha desarrollado un curso de introducción al diseño aeroespacial en el que se coordinan distintas disciplinas de ingeniería de diseño aeroespacial, se trabaja en equipo y por proyectos, se desarrollan documentos y presentaciones. El curso, que se imparte semestralmente con mas de 100 alumnos cada semestre, se ha concebido como un juego colaborativo y competitivo a la vez.

Por ultimo cabe mencionar que el interés y el potencial de las aplicaciones profesionales y educativas de los mundos virtuales es tan elevado que algunas universidades, como la Politécnica de Valencia, incluyen entre subprograma de asignaturas el desarrollo de mundos virtuales y sus aplicaciones en el ámbito de la ingeniería ².

2 NOMBRE DE LA ASIGNATURA: Realidad Virtual para Ingenieros de Telecomunicación CURSO/INTENSIFICACIÓN EN QUE SE IMPARTE: 5º A / Optativa Bloque Común PROFESOR/A RESPONSABLE: Beatriz Rey Solaz PROFESOR/ES QUE LA IMPARTEN: Beatriz Rey Solaz, y Mariano Luis Alcañiz Raya



5 MUNDOS VIRTUALES DE SIMULACIÓN DE VUELO.

Un trabajo preliminar de análisis de las capacidades y alternativas que ofrece Internet permite la identificación de dos mundos virtuales de simulación de vuelo que pueden ser objeto de estudio en esta propuesta:

- [IVAO, International Virtual Aviation Organisation™.](#)
- [VATSIM, Virtual Air Traffic Simulation Network](#)

Ambos sistemas responden a unos principios y sistemática común, diferenciándose solo en pequeños detalles de implementación práctica.

Las siguientes secciones describen de forma genérica qué es un mundo virtual de simulación de vuelo, cuales son sus principales características y potencialidades para la docencia universitaria en ingeniería aeronáutica. Para ilustrar aspectos concretos se insertarán recuadros de texto o figuras que reproducen literalmente extractos de las páginas Web correspondientes.

5.1 LOS MUNDOS VIRTUALES DE SIMULACIÓN DE VUELO Y DE CONTROL DE TRAFICO AEREO COMO REDES EDUCACIONALES Y DE ENTRETENIMIENTO.

Un mundo virtual de simulación de vuelo, **es una herramienta de simulación cooperativa a través de Internet de escenarios reales de Navegación y Circulación aérea, donde los alumnos/usuarios pueden desarrollar un role activo, de piloto o controlador aéreo, o un role pasivo de observador.**

Estos sistemas han sido concebidos como un servicio dedicado, independiente y gratuito para todos aquellos que quieran participar y disfrutar de la simulación de vuelo. En general se caracterizan porque han sido creados para dar soporte de calidad a sus usuarios.

El principal objetivo de estas redes es proveer a la comunidad de simulación de vuelo un ambiente lo mas realista posible. Esto incluye, un sistema para vuelo (como piloto) y/o controlar (como controlador) 'on-line', bases de datos con información sobre el mundo de la aviación y la organización de formación y eventos 'on-line'. De esta forma permiten a sus usuarios, volar y/o controlar en el ambiente más realista posible, con meteorología real, a través de una conexión on line en tiempo real a través de Internet.

Estos mundos virtuales son redes educativas y de entretenimiento. Están desarrolladas para satisfacer necesidades de entretenimiento de los aficionados al mundo de la navegación aérea y del vuelo virtual. La comunidad de vuelo virtual engloba a todos los aficionados al uso de simuladores de vuelo, en sus distintos formatos, que disfrutan



del entretenimiento de las simulaciones de vuelo en distintas rutas y con distintas aeronaves. Por otra parte son redes educativas porque se conciben para formar en el mundo de la navegación y circulación aérea, garantizando la difusión y adquisición de conocimientos técnicos reales y fidedignos entre sus usuarios.

Estas redes permiten a los aficionados a la simulación de vuelo y simulación ATC encontrarse e interactuar en un entorno realista. En definitiva, facilitan que pilotos y controladores que interactúan como una comunidad en Internet en escenarios reales de navegación y circulación aérea.

5.2 COMPONENTES Y ELEMENTOS DE LOS MUNDOS VIRTUALES DE SIMULACIÓN DE VUELO Y ATC.

La Figura 3 presenta las principales componentes y elementos que integran estos mundos virtuales, y que están por tanto disponibles y accesibles para sus usuarios. Las siguientes secciones describen los aspectos más relevantes de cada uno de ellos.

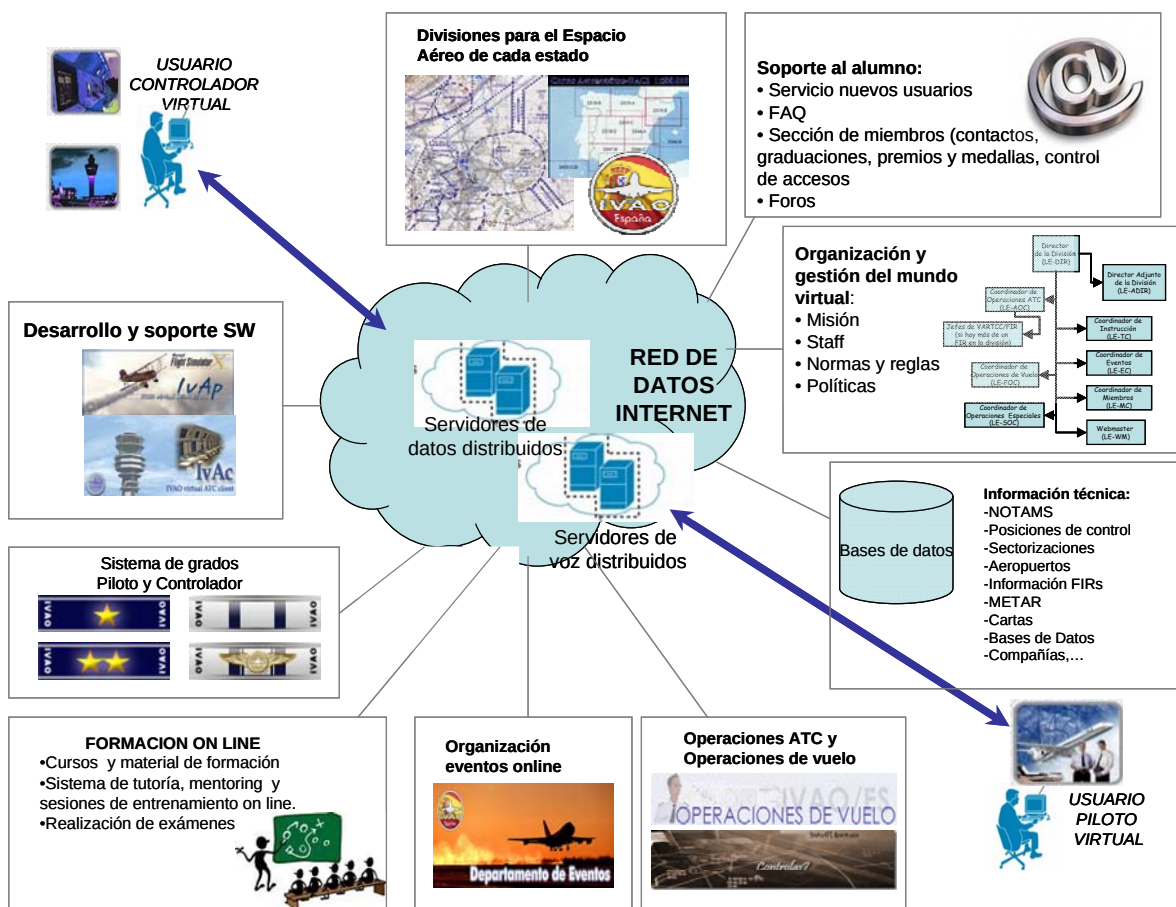


Figura 3. Componentes de las redes virtuales de vuelo y control .



5.2.1 RED DE CONEXIÓN

La red que permite la interconexión entre usuarios incluye todos los servidores y servicios necesarios para permitir la interconexión entre pilotos y controladores en tiempo real. La red está soportada por servidores de datos y de voz distribuidos a lo largo del mundo. Los usuarios se conectan a la red mediante clientes virtuales AT Cy/o pilotos residentes en su propio PC. Estos clientes SW son aplicaciones de simulación que permiten a los usuarios jugar el papel de piloto o controlador en el correspondiente simulador a la vez que interactúan con el resto de usuarios conectados a la red en ese momento.

5.2.2 SOPORTE AL ALUMNO /USUARIO

El sistema dispone de una serie de funcionalidades, servicios y aplicaciones orientadas a solucionar problemas y cubrir necesidades de carácter general de los alumnos y usuarios. En gran parte estos servicios están pensados para solventar problemas o dudas generales que puedan surgir a aquellos que se conectan a la red virtual por primera vez. Entre estos servicios pueden citarse:

- [Sección de nuevos miembros](#). Incluye instrucciones claras sobre todos los aspectos relevantes para un nuevo éntrate, desde los principios y reglas básicas de comportamiento y uso; hasta instrucciones técnicas detalladas para realizar la conexión, el SW a emplear, guías básicas para dar los primeros pasos en el sistema como controladores y/o pilotos, manuales sobre procedimientos y comunicaciones, etc...
- [Sección de preguntas frecuentes FAQ](#).
- [Foros](#) donde poder plantear dudas o discusiones.

5.2.3 FUNCIONALIDADES RELACIONADAS CON LA ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DEL MUNDO VIRTUAL.

Generalmente estos mundos virtuales están autoorganizados como divisiones, similares a pequeñas empresas u organizaciones que se encargan de regular el vuelo y el control en un espacio aéreo dado de un país o una región. Cada una de estas redes implementa un sistema ordenado de normas y principios de uso que los usuarios deben respetar en su participación en esta realidad virtual. En general el principio que inspira la actividad es lúdico pero ordenado. Es decir, la red se concibe como un lugar para aprender y disfrutar, pero bajo unas normas de uso y convivencia necesarias para permitir a todos disfrutarlas; la mayor parte de las cuales son de sentido común.



Los nuevos miembros disponen de secciones dedicadas donde se exponen con detalle los pasos a realizar y toda la información necesaria para familiarizarse tanto con los medios técnicos, como con los procedimientos administrativos y de funcionamiento, como con los conocimientos requeridos y el sistema de formación de la red. Cada usuario se conecta e identifica en el sistema mediante **número de usuario** y un **password** para usar en IVAN, la red de IVAO. El sistema dispone también de **supervisores y administradores**, que podrá encontrar en línea

Para lograr estos objetivos se estructuran como organizaciones y generalmente disponen de:

- [Misión](#) o declaración de intenciones que refleja los principios y razón de ser del mundo virtual.

Literalmente tomado de <http://www.iviao.es>

Reglas y Normas de IVAO

1.- Declaración de intenciones

1.1 - El objetivo de **IVAO** (Organización Internacional de Aviación Virtual) es proveer un entorno para una simulación realista de tráfico y control aéreos vía Internet, utilizando **IVAN**, (Red Internacional de Aviación Virtual), sin cargo económico alguno y al alcance de todo el mundo que cumpla los requisitos de membresía.

1.2 - Los objetivos fundamentales son: 1) Alcanzar una experiencia "**tan real como sea posible**", persiguiendo la diversión en una atmósfera relajada y de camaradería, 2) Proveer los servicios de Internet necesarios, y 3) Información e instrucción sobre los procedimientos reales para Pilotos y Controladores de tráfico aéreo.

1.3 - Cuando simulamos la aviación real en el entorno "**tan real como sea posible**", evitaremos, a toda costa, simular o vernos envueltos en conflictos o problemas étnicos, políticos o religiosos. Tampoco admitiremos la simulación de ningún tipo de forma de agresión o de guerra. **IVAO** es una red de entretenimiento y educación donde, cada ciudadano del mundo, sin ninguna excepción, es bienvenido a unirse a la diversión y seguir la experiencia de la aviación virtual.

Cuadro de texto 1. Misión de IVAO

- [Listado de personal](#) (staff) y responsables. Cada uno de ellos con funciones específicas técnicas y de gestión en la red. Normalmente disponen de un sistema ordenado para elección del staff o personal. Generalmente estos puestos están abiertos a personal a usuarios de la red con un cierto grado y experiencia reconocida, que desee presentarse de forma voluntaria. El siguiente cuadro de texto muestra el personal actual de la División España de la red IVAO, indicando su puesto /responsabilidad y su calificación como piloto o controlador.



Literalmente tomado de <http://www.ivao.es>

Call Sign	Image	Position	Name	E-mail
Division HQ				
ES-DR		Director	Joan Freixas Fuentes	es-dr@ivao.aero
ES-ADR		Assistant Director	Ralph Henschen	es-adr@ivao.aero
Operations Coordinators				
ES-SOC		Special Operations Coordinator	José R Rodríguez García	es-soc@ivao.aero
ES-FOC		Flight Operations Coordinator	Jonas Olla	es-foc@ivao.aero
ES-AOC		ATC Operations Coordinator	Alfredo Cabezas	es-aoc@ivao.aero
ES-AOAC		ATC Operations Assistant Coordinator	Agustín Reche	es-aoac@ivao.aero
Note: Limited availability until the end of May				

Training Coordinators				
ES-TC		Training Coordinator	Agustín Reche	es-tc@ivao.aero
Note: Limited availability until the end of May				
ES-TAC		Training Assistant Coordinator	Elias Hemero	es-tac@ivao.aero
ES-TA1		Division Training Advisor 1	Angel Fener	es-ta1@ivao.aero
ES-TA2		Division Training Advisor 2	Andrés Gurendez	es-ta2@ivao.aero
ES-TA3		Division Training Advisor 3	Alberto Burgos (on trial)	es-ta3@ivao.aero
ES-TA4		Division Training Advisor 4	Sergio Moran (on trial)	es-ta4@ivao.aero
ES-TA5		Division Training Advisor 5	Sergio Acosta Piñero	es-ta5@ivao.aero
Note: Unavailable				
ES-TA6		Division Training Advisor 6	Manuel Pérez González	es-ta6@ivao.aero
ES-TA7		Division Training Advisor 7	Emilio Pita	es-ta7@ivao.aero

Members Coordinators				
ES-MC		Membership Coordinator	Juan Diego Rocha Iglesias	es-mc@ivao.aero
ES-MAC		Membership Assistant Coordinator	Jose Luis Bueno	es-mac@ivao.aero
Events Coordinators				
ES-EC		Event Coordinator	Miguel Angel Garcia Vazquez	es-ec@ivao.aero
ES-EAC		Event Assistant Coordinator	Guillermo Salvador	es-eac@ivao.aero
Web Development				
ES-WM		Webmaster	Alvaro Temillo Gordo	es-wm@ivao.aero
ES-AWM		Assistant Webmaster	Roger Catrise	es-awm@ivao.aero

FIR Chiefs				
GCCC-CH		Canarias FIR Spain Chief	Gustavo Ortiz	gccc-ch@ivao.aero
GCCC-ACH		Canarias FIR Spain Assistant Chief	Guillermo Salvador (on trial)	gccc-ach@ivao.aero
LECB-CH		Barcelona FIR Spain Chief	Sergio Acosta Piñero	lecb-ch@ivao.aero
Note: Unavailable				
LECB-ACH		Barcelona FIR Spain Assistant Chief	Pedro Grao	lecb-ach@ivao.aero
LECB-CHA1		Barcelona FIR Spain Advisor 1	Chema Itatorza	lecb-cha1@ivao.aero
LECM-CH		Madrid FIR Spain Chief	Antonio de Castro	lecm-ch@ivao.aero
LECM-ACH		Madrid FIR Spain Assistant Chief	Antonio Perez Barranco	lecm-ach@ivao.aero
LECP-CH		Palma Center Chief	Miguel Angel Gaya Jaume	lecp-ch@ivao.aero
Note: Limited online due personal reasons				

Cuadro de texto 2. Personal actual de la División España de la red IVAO

- [Código de conducta](#) o reglas de gobierno para el personal/staff de la organización.
- [Reglas y normas de comportamiento para los usuarios](#). Incluyen aspectos generales y reglas específicas para observadores, pilotos y controladores.

Las **reglas y normas de carácter general** competen al registro de los usuarios (obtención de número de usuario y contraseña necesarios para conectarte a la red, frecuencia mínima de conexión para mantener un usuario activo, cambio de división o espacio aéreo, etc...), software aprobado para su uso en la red, procedimientos de conexión y reglas de conducta una vez que el usuario se ha conectado a la red, suspensión de la condición de usuario, etc....

Las **reglas y normas para controladores** especifican normas de uso relevantes para los usuarios que se conecten a la red como controladores. Estas reglas incluyen tanto procedimientos operativos de uso de las posiciones de control como procedimientos básicos para nuevos usuarios. Antes de la conexión inicial los controladores han de tener conocimientos básicos de los procedimientos de comunicación aeronáutica y han de estar familiarizados con los procedimientos del espacio aéreo que desean controlar, así como tener instalado el ProController o bien el IvAc, y estar familiarizados con su uso. Los controladores nuevos o no familiarizados con el espacio aéreo, deben conectarse como "Observer" (observador) y estudiar el material para ese espacio aéreo, que puede encontrarse en la base de datos de la división a la que pertenece dicho espacio aéreo. En



determinadas dependencias ATC (aeropuertos de importancia o centros de control de Aerea), los ATC han de tener una mínima calificación para tomar posición. Estos requisitos son equivalentes al sistema de ratings y licencias de piloto y controlador en el mundo real.

Las **reglas y normas para pilotos** especifican normas de uso relevantes para los usuarios que se conecten a la red como tales. En general existen unos requisitos mínimos para los nuevos entrantes. Así, antes de conectarse los pilotos han de ser capaces de despegar con un avión y aterrizar en otro aeropuerto y también han de ser capaces de cumplir instrucciones simples de ATC como “vire a rumbo 220” o “descienda y mantenga FL110”, para participar en la simulación. Igualmente se exige al usuario que no se conecte al sistema a menos que tenga intención de realizar un vuelo completo.

Algunas redes incluyen también **reglas específicas para las aerolíneas virtuales, vehículos y para el desarrollo de Operaciones Especiales**. Se consideran Operaciones Especiales todas las operaciones que no sean de aviación civil. Ejemplos de OO.EE. son misiones de Guardacostas, Rescate, Aviación militar, etc. En la medida que estas operaciones son parte del mundo real, forman también parte de la simulación.

- [*Políticas de privacidad*](#).
- [*Departamento/sección de miembros*](#). Incluye toda la información relativa a los miembros: contacto, calificación como piloto controlador, premios, medallas y distinciones recibidas individual o colectivamente, records, etc...

5.2.4 ORGANIZACIÓN POR DIVISIONES

En general, cada país puede tener una División en la red y se da prioridad para que sea ocupada por personas que residan en dicho país, con el fin de evitar problemas idiomáticos, además de los derivados de la diferencia horaria. Para establecer una división un país debe tener un número mínimo de usuarios activos (generalmente 20). El establecimiento de una división ha de ser aprobado por el HQ (head quarte o sede central) de la red, el cual puede designar a una persona de su elección para su mantenimiento.

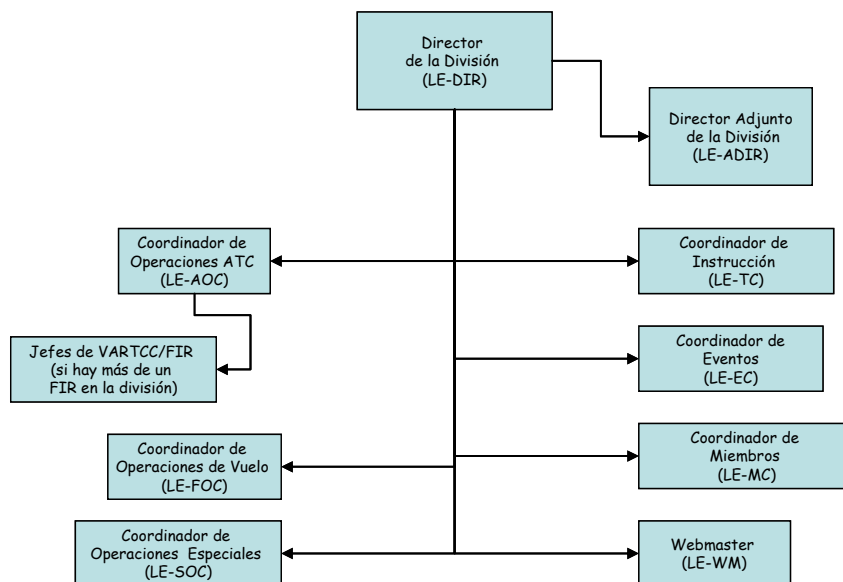
Dentro de cada división se establece una organización y estructura. Por ejemplo en la red IVAO el Director de División (DIR) y el Ayudante del Director (ADIR) son designados por el HQ. El resto del personal de la división puede ser nombrado por el Director y Ayudante del Director de dicha división. La Figura 4 presenta un organigrama típico de una división.

Es responsabilidad de las divisiones proveer un sitio web a sus miembros. Además de toda la información relevante sobre procedimientos locales de ATC, el sitio web debe contener toda la información sobre los servicios de la red y estar libre de ventanas emergentes (pop-ups), banners publicitarios o cualquier otra clase de publicidad.



El Director de la División es responsable de los contenidos del sitio web. Las divisiones comprueban con regularidad la corrección y grado de actualización de las informaciones que muestran en su web.; las divisiones también organizan y coordinan eventos y sesiones de entrenamiento para los usuarios de su propia división. Estos eventos y sesiones se difunden entre toda la comunidad de la simulación de vuelo.

Los contenidos y conocimiento de de los exámenes tanto teóricos como prácticos, son igual para todas las divisiones. Los tests internos de las divisiones son realizados por examinadores locales. Los exámenes teóricos son realizados en inglés, con el fin de probar un conocimiento básico del lenguaje internacional de ATC.



**En función del tamaño de la división el HQ puede aconsejar más o menos puestos que los descritos.

Figura 4. Organigrama típico de una división en la red.

5.2.5

SERVICIOS DE FORMACIÓN Y EXÁMENES.

En todas las redes la formación e instrucción de los usuarios es una prioridad. Por ello incluyen unidades o departamentos de formación que facilitan entre otros los siguientes servicios:

- Cursos y material de formación.
- Sistema de tutoría, mentoring y sesiones de entrenamiento o instrucción on line.
- Sistema de graduaciones para piloto y ATC



- Realización de exámenes para piloto o ATC.

5.2.5.1 CURSOS Y MATERIAL DE FORMACIÓN.

Estos departamentos de formación funcionan como verdaderas academias similares a las escuelas de pilotos y controladores reales. En su web se puede encontrar información sobre la metodología de enseñanza y sobre el programa de enseñanza o silabus, así como todos los documentos, manuales y guías necesarios. A título de ejemplo el siguiente cuadro de texto presenta el contenido del programa de enseñanza de la red IAVO.

Literalmente tomado de <http://www.ivo.es>

- **INDEX**
- **Academy Working Method**
- **Help!! I am new**
- **The bare basics Connecting Instructions**
 - Air Traffic Control Units and Positions
 - Air Traffic Control separations
 - Airspace structure
 - Airspace Classification
 - ATIS - Automatic Terminal Information Service
 - Clearance - Instruction
 - Flight Rules
 - Filing a Flight Plan
 - Communications
 - Altimeter Settings
 - Cruising Levels
 - Squawk codes & Transponders
 - Right of way
 - National regulations cross-over
- **Recommended Practises**
 - ATIS INFORMATION (RP)
 - THE USE OF UNICOM (RP)
 - EMERGENCY TRAFFIC (RP)
- **On and around the airfield (TB CHG)**
 - Preparing for Duty
 - DELIVERY - Clearance Delivery
 - GROUND - Surface Movement Control
 - TOWER - Aerodrome Control
 - VFR Flight
 - AFIS - Aerodrome Flight Information Service (NIL)
 - Helicopter operations
 - Low Visibility Operations (STILL UNDER CONSTRUCTION :))
- **Approach (TB CHKD=to be checked, not definite yet**
 - DEPARTure - ARRival - APPROach
 - Approach Procedures
 - SID - Standard Instrument Departure
 - STAR - Standard instrument ARRival
 - Minimum Radar Vectoring Altitude (MRVA)
 - Holdings
 - ILS cat I & II - Instrument Landing System category I - II
 - ILS cat III a, III b & III c: Instrument Landing System category IIIa, b, c - Autoland
 - VOR/DME - VHF Omni Range/Distance Measurement Equipment Approach
 - NDB - Non Directional Beacon Approach
 - SRA - Surveillance Radar Approach
 - Expected Approach Time (EAT)
 - Missed Approach
 - Circling Approach



☐	Visual Approach
☐	Performances at Approach
• En-route (TB CHKD=to be checked, not definite yet)	
☐	ACC - Area Control Center
☐	Transition level and altitude
☐	GPS navigation
☐	Radar identification methods
☐	VOR - VHF Omni Range Navigation
☐	Oceanic Navigation - ATC
☐	Letters of Agreement - Local Procedures
☐	Aircraft Performance
☐	FIS - Flight Information Service
☐	UAC - Upper Area Control Center
• More information (TB CHKD=to be checked, not definite yet)	
☐	Coordinations (updated 14.05.08)
☐	Hand off
☐	Traffic Information
☐	Avoiding action
☐	Greenwich Mean Time or Universal Time
☐	METAR - (Short) TAF: Aviation Weather Reports
☐	Speed
☐	Self Announcing Procedure
• Emergencies (TB CHCKD)	
☐	Minor failures
☐	PAN PAN - Urgency handling
☐	MAYDAY MAYDAY MAYDAY - Emergency handling
☐	Radio Communications Failure
☐	Recommended Practise
• Miscellaneous (TB CHKD)	
☐	Conversion Tables
☐	Meteorology explained in full
☐	Navigational Charts explained
☐	Navigational Instruments
☐	Cancelling IFR / VFR to continue VFR / IFR
☐	Wake turbulence and Heavy
☐	Designators and Indicators
☐	The Altimeter (updated 14.05.08)
☐	Aircraft technical
☐	TCAS or ACAS - Traffic or Airborne Collision Alert System
☐	Empty Model
• Special Activities (Civil)	
☐	Flying Gliders
☐	Towing glider planes
☐	Aerial Survey
☐	Photo Missions
☐	PJE - Parachute Jump Exercises
☐	Fire-Fighting
• Special Operations (Mil)	
☐	OAT - Operational Air Traffic rules
☐	Military Jet Circuit
☐	Military Formation Flight
☐	AAR - Air-to-Air Refuelling
☐	AWACS - Airborne Warning And Control System
☐	SAR - Search And Rescue

Cuadro de texto 3. Contenido del programa de enseñanza de la red IAVO.



El departamento de formación de IVAO división España dispone de un paquete de manuales en versión electrónica, el iPack (Instruction Pack), de donde se sacan la mayor parte de las cuestiones de los exámenes teóricos. IVAO Instruction Pack. Este Paquete de Instrucciones incluye varios manuales y lecciones que le permitieran conocer lo que un piloto o un controlador, incluso uno virtual, deben saber. Los manuales están disponibles en español y en inglés. Cada manual/lección es lo más corto posible y hecho en formato htm. Los archivos comienzan con la letra LE indican el nivel al que pertenecen.

Nivel	Lo que necesita saber
L1 = Nivel 1	lo más básico sea piloto o controlador
L5 = Nivel 5	para ser Aerodrome Controller y/o Private Pilot
L6 = Nivel 6	para ser Approach Controller y/o Senior Private Pilot
L7 = Nivel 7	para ser Center Controller y/o Commercial Pilot

Tabla 1. Niveles de conocimientos.

Con esta clasificación, el alumno puede trabajar sólo con lo que necesite para un determinado examen. Los archivos están ordenados alfabéticamente en cada nivel. Puede trabajar con ellos en el orden que quiera, no obligatoriamente en el orden establecido. Se recomienda encarecidamente a los principiantes que al menos lean el Nivel L1 y (para encontrar respuestas a muchas de las preguntas iniciales y disfrutar de sus primeras conexiones a la red) y que consulte la sección de BASES DE DATOS, y también a la de OPERACIONES DE VUELO. El Cuadro de texto 4 presenta los contenidos del iPack de la División IVAO España.



Literalmente tomado de <http://www.ivaao.es>

Guidelines	01 Ene 2002	Cómo empezar en IVAO
Manual de IvAc	Ivac 1.1.8	Programa cliente ATC
Manual de IvAp	Ivap 1.3.4	Programa cliente de piloto
L1-Abbrev	18 Aug 2001	Abreviaturas más comunes usadas en modo texto de Ivac/Ivap
L1-Atis	03 May 2006	Explicaciones sobre ATIS
L1-Connect_Instr	02 May 2006	Instrucciones de conexión (IvAc/IvAp)
L1-Facilities	17 Feb 2002	Dependencias a usar cuando se controla
L1-Frequencies	06 May 2006	Frecuencias que deben conocerse (121.5 - 122.8)
L1-IFR-PP	03 May 2006	Explicaciones sobre planes de vuelo IFR
L1-Letterscod	02 May 2006	Codificación de las letras en Aeronáutica
L1-MetarSpeci	08 Apr 2006	Cómo se decodifican mensajes METAR y SPECI
L1-Numberspron	02 May 2006	Pronunciación de números
L1-PC	17 Ago 2001	Información adicional sobre Pro Controller
L1-Readback	25 Nov 2005	Explicaciones sobre colaciones
L1-TS2	02 May 2006	Información detallada sobre Teamspeak 2
L1-SB	15 Ago 2002	Información adicional sobre SquawkBox
L1-Squawkcodes	06 May 2006	Introducción a los códigos de transponder (squawk)
L1-TCAS	25 Nov 2005	Algunos detalles sobre el TCAS de SB
L1-VFR-IFR	03 May 2006	Reglas de vuelos Visual e Instrumental (general)
L1-VFR-PP	09 Nov 2001	Explicaciones sobre planes de vuelo VFR
L1-FAAvICAO	PRONTO	Diferencias entre las regulaciones FAA e ICAO
L5-Abbrev	05 Nov 2001	Abreviaturas Aeronáuticas
L5-Airspaces	13 Nov 2001	Introducción a espacios aéreos
L5-Altimetry	22 Feb 2002	Diferencias entre niveles de vuelo, altitudes y alturas
L5-ATS	07 Nov 2001	Servicios de Tráfico Aéreo
L5-BFR	22 Feb 2002	Reglas básicas de vuelos (principalmente para pilotos)
L5-Charts	03 Nov 2001	Introducción a cartas de aproximación (versión Powerpoint disponible AQUÍ)
L5-Clearances	13 Nov 2001	Introducción a autorizaciones
L5-Conversions	04 May 2006	Tablas de conversión (calado de altímetro, altitud, distancia, peso...)
L5-Coordination	19 Ago 2001	Procedimientos de coordinación entre controladores
L5-CTOT	30 Sep 2001	Información sobre CTOT
L5-Emergprocs	17 Ago 2002	Procedimientos de Emergencia (general)
L5-GND	17 Ago 2002	Cómo trabajar como controlador de rodadura
L5-Handoffs	07 Nov 2001	Información detallada sobre transferencias
L5-Heavy	30 Dec 2001	Sobre aviones pesados
L5-Identifiers	14 Nov 2001	Identificadores de posición (IATA e ICAO)
L5-Phraseo1	15 Feb 2002	Fraseología estándar para controladores de GND y TWR
L5-Phraseo2	15 Feb 2002	Fraseología específica (helicópteros, información de vuelo...)
L5-Speeds	08 Sep 2005	Explicaciones sobre velocidades (TAS, IAS, GS...)
L5-Trafinfo	15 Feb 2002	Detalles sobre información de tráfico
L5-TWR	17 Ago 2002	Cómo trabajar como controlador de torre
L5-Visualpat	20 Dic 2001	Detalles sobre circuitos visuales
Instrument	xxxxxxxxxxxx	Introducción a los instrumentos de vuelo => ver el manual de FS
FORPILOTS	xxxxxxxxxxxx	Los conocimientos básicos de cómo volar se encuentran en el manual de FS
L6-APP	11 Mar 2003	Cómo trabajar como controlador de aproximación
L6-AProc	16 Feb 2002	Procedimientos de aproximación
L6-Holdings	27 May 2005	Procedimientos de espera
L6-Avoiding	16 Feb 2002	Evitar conflictos
L6-Clearances	15 Aug 2002	Información avanzada sobre autorizaciones
L6-DEP	10 Mar 2003	Cómo trabajar como controlador de salidas
L6-EAT	16 Feb 2002	Uso de EAT (aproximaciones cronometradas)
L6-Emergprocs	15 Ago 2002	Procedimientos avanzados de emergencia
L6-NavInstr	16 Feb 2002	Instrumentos de navegación
L6-Perf	16 Feb 2002	Prestaciones de las aeronaves en aproximación
L6-Phraseo1	15 Feb 2002	Fraseología estándar para control APP
L6-Phraseo2	15 Feb 2002	Fraseología estándar cuando se utiliza un radar
L6-Time	14 Feb 2002	Día/noche aeronáuticos, hora zulu
L7-Airspaces	PRONTO	Información avanzada sobre espacios aéreos
L7-Charts	PRONTO	Información sobre cartas de navegación
L7-Clearances	30 Oct 2004	Información avanzada sobre autorizaciones
L7-CTR	30 Mar 2003	Cómo trabajar como controlador de centro
L7-Enroute	PRONTO	IFR en ruta
L7-Failures	PRONTO	Cómo actuar en caso de fallo en el avión
L7-FSS	12 Feb 2005	Cómo trabajar como controlador de FSS
L7-Meteo	02 Ene 2005	Información avanzada sobre meteorología
L7-Perf	PRONTO	Prestaciones de las aeronaves en ruta
L7-Phraseo	PRONTO	Fraseología estándar para control CTR
L7-RVSM-MNPS	16 Ene 2002	Especificaciones RVSM

Cuadro de texto 4. iPack de la red IVAO.



5.2.5.2 SISTEMA DE TUTORÍA DE TUTORÍA, MENTORING Y SESIONES DE ENTRENAMIENTO O INSTRUCCIÓN ON LINE.

Adicionalmente el alumno puede solicitar entrenamientos instrucción on-line por parte de los Instructores de la división española, en castellano., para todos los niveles y para ejercicios específicos. El alumno no puede esperar dominar el control o el vuelo simplemente a través de un manual de entrenamiento o de una formación teórica. Necesita aprender mucho más, y esto lo consigue en la red controlando/volando y observando. Así aprende a manejarse en diferentes situaciones.

Los Estudiantes son invitados a controlar/volar a cualquier hora y allá donde quieran en la red. Pueden solicitar entrenamiento a los Instructores, los cuales pueden enseñarle lo más básico para controlar/volar, o ayudarle en tus prácticas para alcanzar los requisitos de su graduación. Adicionalmente mientras permanece conectado, el alumno puede pedir consejo a cualquiera con rango de Aerodrome Controller/Private Pilot superior, ya que esas personas han superado algunos exámenes en los que han demostrado sus conocimientos.

5.2.5.3 SISTEMA DE GRADUACIONES.

La red dispone de un **sistema de graduaciones** que reconocen y estandarizan tanto los conocimientos como la práctica que el alumno ha adquirido en la red. Este sistema de graduaciones o rangos se clasifica en graduaciones básicas, graduaciones avanzadas y graduaciones de alto nivel

5.2.5.3.1 GRADUACIONES BÁSICAS

Las **Graduaciones Básicas** reflejan la práctica que el alumno ha adquirido en la red. Estas graduaciones son concedidas de manera automática después de haber alcanzado el tiempo necesario conectado. Una vez que el alumno ha alcanzado la graduación de Advanced ATC trainee/Advanced Flight Student tras superar el primer examen básico que pruebe sus conocimientos sobre los programas de conexión, puede solicitar su examen de Aerodrome Controller/Private Pilot.

Se hace necesario, por tanto, plantearse comenzar a practicar para el primer examen (ver los requisitos de los controladores) cuando el alumno ha completado los requisitos de ATC Trainee/Flight Student, y esta trabajando para alcanzar la graduación de Advanced ATC trainee/Advanced Flight Student. Las tablas siguientes reflejan las graduaciones básicas de controlador y piloto en la red IVAO.



Graduaciones básicas de Controladores de IVAO Estas graduaciones son conseguidas por estar conectados el tiempo suficiente a IVAN.		
La distinción se coloca sobre los hombros El título se coloca en la parte derecha del pecho		
Distinción	Título	Requisitos
	ATC applicant	Graduación que se obtiene al darse de alta como controlador
	ATC trainee	Graduación que se obtiene automáticamente después de 10 horas en línea como controlador
	Advanced ATC trainee	Graduación que requiere 25 horas conectado como controlador y superar un examen teórico sobre el Ivac

Tabla 2. Graduaciones básicas de Controladores de IVAO

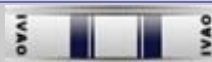
Graduaciones básicas de Pilotos de IVAO Estos graduaciones son conseguidos por estar conectados el tiempo suficiente a IVAN.		
La distinción se coloca sobre la gorra		
Distinción	Título	Requisitos
	Basic Flight Student	Graduación que se obtiene al darse de alta como piloto
	Flight Student	Graduación que se obtiene automáticamente después de 10 horas en línea como piloto
	Advanced Flight Student	Graduación que requiere 25 horas conectado como piloto y superar un examen teórico sobre el Ivap

Tabla 3. Graduaciones básicas de Piloto de IVAO

5.2.5.3.2 GRADUACIONES AVANZADAS PARA CONTROLADORES

La graduación de Aerodrome Controller y superiores se consiguen tras completar satisfactoriamente **un examen teórico y otro práctico**. El sistema automáticamente chequeará si el alumno tiene el número necesario de horas de conexión y si al menos han pasado 30 días desde su ascenso previo de Controlador (si lo ha habido).

Los exámenes prácticos son llevados a cabo online a nivel de División mediante el Ivac, con un examinador que verá el tráfico y escuchará las comunicaciones. El/ella podrá incluso volar para simular ciertas emergencias o situaciones poco habituales. Una vez que ambos exámenes teórico y práctico han sido validados, se hace efectiva la nueva graduación.

Los exámenes están divididos en tres "unidades" que cubren las tres diferentes áreas de control: controlador de aeródromo, controlador de área y controlador de aproximación. En el mundo real, un controlador normalmente se especializa en una de estas áreas, sin embargo - en la red - es necesario completar todas las unidades para alcanzar las graduaciones más altas. Las graduaciones de Controlador muestran la habilidad para controlar a alto nivel en estas tres unidades. Se dispone de cursos progresivos empezando por GND/TWR, después DEP/APP y por

último CTR. La tabla siguiente refleja las graduaciones avanzadas de controlador en la red IVAO y los requisitos para conseguirlas.

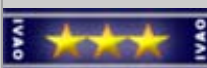
Graduación	Título	Requisitos
	Aerodrome Controller	Requisitos previos de nivel: Tener la graduación de Student 3 y al menos 50 horas conectado a IVAN como controlador (las horas como piloto no son tenidas en cuenta). Examen teórico: Completar el test online de C1 (Nivel 5) sobre el control en GND y TWR (45 minutos para contestar 20 preguntas elegidas al azar de entre 50). Examen Práctico: El examinador chequeará tu pericia como controlador de GND y TWR.
	Approach Controller	Requisitos previos de nivel: Tener la graduación de Controller 1 al menos 30 días y un mínimo de 100 horas conectado a IVAN como controlador (las horas como piloto no son tenidas en cuenta). Examen teórico: Completar el test online de C2 (Nivel 6) sobre el control en DEP y APP (45 minutos para contestar 20 preguntas elegidas al azar de entre 50). Examen Práctico: El examinador chequeará tu pericia como controlador de DEP y APP.
	Center Controller	Requisitos previos de nivel: Tener la graduación de Controller 2 al menos 30 días y un mínimo de 200 horas conectado a IVAN como controlador (las horas como piloto no son tenidas en cuenta). Examen teórico: Completar el test online de C3 (Nivel 7) sobre el control en CTR (45 minutos para contestar 20 preguntas elegidas al azar de entre 50). Examen Práctico: El examinador chequeará tu pericia como controlador de CTR.

Tabla 4. Graduaciones avanzadas de Controlador de IVAO

5.2.5.3.3 GRADUACIONES AVANZADAS PARA PILOTOS

La graduación de Private Pilot y superiores se consiguen tras completar satisfactoriamente **un examen teórico y otro práctico**. El sistema automáticamente chequeará si el alumno tiene el número necesario de horas de conexión y si al menos han pasado 30 días desde su ascenso previo de piloto (si lo ha habido).

Los exámenes prácticos son llevados a cabo online a nivel de División mediante el Ivap, conectado a la red, con un examinador que supervisará sus capacidades de vuelo. El/ella podrá incluso simular ciertas emergencias o situaciones poco habituales. Una vez que ambos exámenes teórico y práctico han sido validados, se hará efectiva la nueva graduación. La tabla siguiente refleja las graduaciones avanzadas de piloto en la red IVAO y los requisitos para conseguirlas.



Graduación	Título	Requisitos
	Private Pilot	Requisitos previos de nivel: Tener la graduación de Captain y al menos 50 horas conectado a IVAN como piloto (las horas como controlador no son tenidas en cuenta). Examen teórico: Completar el test online de FC (Nivel 5) (45 minutos para contestar 20 preguntas elegidas al azar de entre 50). Examen Práctico: El examinador chequeará tu pericia como piloto en sendos vuelos IFR y VFR.
	Senior Private Pilot	Requisitos previos de nivel: Tener la graduación de Flight Captain al menos 30 días y un mínimo de 100 horas conectado a IVAN como piloto (las horas como controlador no son tenidas en cuenta). Examen teórico: Completar el test online de SC (Nivel 6) (45 minutos para contestar 20 preguntas elegidas al azar de entre 50). Examen Práctico: El examinador chequeará tu pericia como piloto en algunos ejercicios IFR.
	Commercial Pilot IFR	Requisitos previos de nivel: Tener la graduación de Senior Captain al menos 30 días y un mínimo de 200 horas conectado a IVAN como piloto (las horas como controlador no son tenidas en cuenta). Examen teórico: Completar el test online de SFC (Nivel 7) (45 minutos para contestar 20 preguntas elegidas al azar de entre 50). Examen Práctico: El examinador chequeará tu pericia como piloto en algunos ejercicios avanzados IFR.

Tabla 5. Graduaciones avanzadas de Piloto de IVAO

5.2.5.3.4 GRADUACIONES DE ALTO NIVEL Ó INSTRUCTORES PARA CONTROLADORES

Las **graduaciones de alto nivel reconocen la maestría en el control necesarias para poder ejercer funciones de instructor.** En particular las graduaciones de Controlador Instructor están basadas en la habilidad para enseñar y examinar todas las graduaciones inferiores.

Un aspirante a Instructor debe cumplir los siguientes requisitos:

1. Tener al menos 18 años de edad.
2. Ser capaz de leer, hablar, escribir y entender el inglés.
3. Haber cumplido satisfactoriamente el entrenamiento requerido y obtenido la experiencia aeronáutica debida.

La graduación de Instructor es concedida a controladores que enseñarán y examinarán a Students y Controllers. Para ser ascendido al rango de Instructor un usuario debe ser muy competente, y debe haber demostrado las habilidades de un Controller 3 (solo controladores reales pueden tener un ascenso inmediato).

Adicionalmente, el número de Instructores está limitado por el número de Instructores que la red necesite en un determinado momento. Cada rango lleva asociado el aviso de que el usuario puede ser degradado a 'Controller 3', si no dedica el suficiente tiempo para entrenar a otros controladores, ya que no se puede tener el rango de Instructor si no se da



instrucción. Se requiere un mínimo de 4 horas de entrenamiento mensual. Cada División realizará asignaciones de entrenamiento a los Instructores de la División y verificará que el entrenamiento ha tenido lugar.

Los Instructores serán habilitados para realizar Exámenes Prácticos si el Director de la División así lo cree conveniente. En general los Departamentos de Formación suelen ser muy serios en relación a esto; a menos que se disponga de una razón específica para no cumplir con las horas requeridas (por vacaciones, etc.), cada Director de División puede requerir al TD-Training Director que un instructor sea degradado a Controller 3. En tal caso se requerirá que el usuario vuelva a hacer los exámenes de Instructor para volver a ganar este rango.

La tabla siguiente refleja las graduaciones de controlador instructor en la red IVAO y los requisitos para conseguirlas.

Graduación	Título	Requisitos
	Senior Controller	Examen de Senior Controller Requisitos previos de nivel: Tener el rango de Controller 3 y al menos 500 horas conecado a la red IVAN como controlador (las horas como piloto no serán tenidas en cuenta). Examen Teórico: Completar el test online de C4, (Nivel 8), 45 minutos para contestar 20 preguntas elegidas al azar. Examen Práctico 1
	Senior ATC Instructor	Examen de Senior ATC Instructor Requisitos previos de nivel: Tener el rango de Controller 4 y al menos 1000 horas conecado a la red IVAN como controlador (las horas como piloto no serán tenidas en cuenta). El Departamento de Formación del HQ (TD/TAD) & Executive podrán hacer excepciones a lo anteriormente expuesto. Examen Teórico: Completar el test online de AI, (Nivel 9), 45 minutos para contestar 20 preguntas elegidas al azar. Examen Práctico 1: Requisitos una vez aprobado: Asistir a las reuniones periódicas del Departamento de Training, generalmente cada tres meses.
	Chief ATC Instructor	Graduación para el IVAO Training Director & IVAO Assistant Training Director. (Antiguos IVAO TD's & TAD's mantendrán este rango)

Tabla 6. Graduaciones de Controlador instructor de IVAO

5.2.5.3.5 GRADUACIONES DE ALTO NIVEL Ó PILOTO COMERCIAL

Las graduaciones de alto nivel reconocen la maestría en el vuelo necesarias para poder ejercer funciones de instructor. En particular las graduaciones de Piloto Comercial se basan en la capacidad para enseñar y examinar en cualquier situación con cualquier tipo de aeronave.



Un aspirante a Instructor debe cumplir los siguientes requisitos:

1. Tener al menos 18 años de edad.
2. Ser capaz de leer, hablar, escribir y entender el inglés.
3. Haber cumplido satisfactoriamente el entrenamiento requerido y obtenido la experiencia aeronáutica debida.

La graduación de Piloto Comercial es concedida a Senior Flight Captains que enseñarán y examinarán a Pilotos de nivel Básico y Avanzado. Para ser ascendido al rango de Piloto Comercial se debe ser muy competente, y haber demostrado las habilidades de un Senior Flight Captain (solo pilotos reales pueden tener un ascenso inmediato. El número de Pilotos Comerciales está limitado por el número de Commercials que la red necesite en un determinado momento.

Cada rango lleva asociado el aviso de que se puede ser degradado a 'Senior Flight Captain', si no se dedica el suficiente tiempo para entrenar a otros pilotos. No se puede tener el rango de Piloto Comercial si no se da instrucción. Se requiere un mínimo de 4 horas de entrenamiento mensual. Cada División realizará asignaciones de entrenamiento a los Pilotos Comerciales de la División y verificará que el entrenamiento ha tenido lugar. Los Pilotos Comerciales serán habilitados para realizar Exámenes Prácticos si el Director de la División así lo cree conveniente.

En general los Departamentos de Formación suelen ser muy serios en relación a esto; a menos que se disponga de una razón específica para no cumplir con las horas requeridas (por vacaciones, etc.), cada Director de División puede requerir al TD-Training Director que un instructor sea degradado a Senior Flight Captain. Se requerirá que se vuelvan a hacer los exámenes de Commercial para volver a ganar este rango. Como Commercial, se tiene la responsabilidad de dar entrenamiento a los miembros, bien por su propia solicitud, bien porque así lo requiera directamente a la División.

La tabla siguiente refleja las graduaciones de piloto instructor en la red IVAO y los requisitos para conseguirlas.



Graduación	Título	Requisitos
	Airline	Requisitos previos de nivel: Tener el rango de Commercial Pilot y al menos 500 horas conecado a la red IVAN como piloto (las horas como controlador no serán tenidas en cuenta). Examen Teórico: Completar el test online de CC, (Nivel 8), 45 minutos para contestar 20 preguntas elegidas al azar. Examen Práctico 1
	Transport	
	Pilot	
	Senior	Requisitos previos de nivel: Tener el rango de Airline Transport Pilot y al menos 1000 horas conecado a la red IVAN como piloto (las horas como controlador no serán tenidas en cuenta). El Departamento de Formación del HQ (TD/TAD) & Executive podrán hacer excepciones a lo anteriormente expuesto. Examen Teórico: Completar el test online de PI, (Nivel 9), 45 minutos para contestar 20 preguntas elegidas al azar. Examen Práctico 1: Requisitos una vez aprobado: Debes asistir a las reuniones periódicas del Departamento de Training, generalmente cada tres meses.
	Flight	
	Instructor	
	Chief	Graduación para el IVAO Training Director & IVAO Assistant Training Director. (Antiguos IVAO TD's & TAD's mantendrán este rango)
	Flight	
	Instructor	

Tabla 7. Graduaciones de Piloto Comercial- Instructor de IVAO

El cuadro de texto siguiente presenta de forma integrada el sistema de graduaciones de de IVAO incluidas las graduaciones de alto nivel.

Literalmente tomado de <http://www.iviao.es>

Graduaciones de Controlador en IAVO

Distinción	Nombre	Requisitos
	ATCA Applicant	Graduación que se obtiene al darse de alta como controlador.
	ATCT Trainee	Graduación que se obtiene automáticamente después de 10 horas en línea como controlador.
	Advanced ATCT Trainee	Graduación que requiere 25 horas conectado como controlador y superar un examen teórico sobre el Ivac.
	Aerodrome Controller	Graduación que requiere 50 horas conectado como controlador y superar un examen teórico y práctico.
	Approach Controller	Graduación que requiere 100 horas conectado como controlador y superar un examen teórico y práctico.
	Center Controller	Graduación que requiere 200 horas conectado como controlador y superar un examen teórico y práctico.
	Senior Controller	Graduación que requiere 500 horas conectado como controlador y superar un examen teórico y otro práctico.
	Senior ATCT Instructor	Graduación que requiere 1000 horas conectado como controlador y superar un examen teórico y otro práctico.
	Chief ATCT Instructor	Graduación para el IAVO Training Director & Assistant Director. Dado por el BoG/ Executive al llegar al puesto.

Graduaciones de Piloto en IAVO

Distinción	Nombre	Requisitos
	Basic Flight Student	Graduación que se obtiene al darse de alta como piloto.
	Flight Student	Graduación que se obtiene automáticamente después de 10 horas en línea como piloto.
	Advanced Flight Student	Graduación que requiere 25 horas conectado como piloto y superar un examen teórico sobre el Ivap.
	Private Pilot	Graduación que requiere 50 horas conectado como piloto y superar un examen teórico y práctico.
	Senior Private Pilot	Graduación que requiere 100 horas conectado como piloto y superar un examen teórico y práctico.
	Commercial Pilot	Graduación que requiere 200 horas conectado como piloto y superar un examen teórico y práctico.
	Airline Transport Pilot	Graduación que requiere 500 horas conectado como piloto y superar un examen teórico y otro práctico.
	Senior Flight Instructor	Graduación que requiere 1000 horas conectado como piloto y superar un examen teórico y otro práctico.
	Chief Flight Instructor	Graduación para el IAVO Training Director & Assistant Director. Dado por el BoG/ Executive al llegar al puesto.

Cuadro de texto 5. Sistema de graduaciones de la red IAVO.



5.2.5.4 EXÁMENES

La red dispone de un sistema estructura de exámenes y proporciona en general los siguientes servicios.

- INFORMACIÓN SOBRE EXÁMENES: Información relativa al modo en que se desarrollan las promociones en IVAO: sistema de exámenes, condiciones, plazos, puntuación, etc.
- EXAMEN DE PILOTO: Información sobre las pruebas prácticas de los exámenes para pilotos: tipos de pruebas, condiciones, requisitos, etc.
- EXAMEN DE ATC: Información sobre las pruebas prácticas de los exámenes para controladores: tipos de examen, condiciones, requisitos, etc.
- SOLICITUD DE EXAMEN: Acceso directo al formulario para realización de exámenes teóricos y prácticos, o consulta del status de promoción (status)

Los requisitos y guías para los exámenes, si como los criterios y puntuaciones pueden consultarse en las web de los departamentos de formación.

5.2.6 SERVICIOS DE EVENTOS.

Estas redes organizan eventos, concentraciones o carreras on line que se plantean como actividades competitivas entre los usuarios. A título de ejemplo el siguiente cuadro de texto muestra alguno de los eventos recientes en la red IVAO España.



Literalmente tomado de <http://www.ivaio.es>

Día de las Letras Gallegas - FULL ATC 16/ 05/ 2010 16:00-21:00z

[+ información...](#)



IVAO España, os invita este nuestro segundo año a un evento FULL ATC en la comunidad gallega estando operativos los distintos aeropuertos de Santiago (LEST), Vigo (LEVX) y A Coruña (LECO) pudiendo disfrutar de esta maravillosa zona Española desde el aire como piloto y desde tierra como controlador. El evento se realizará el próximo día 16 de Mayo desde las 16:00 UTC hasta las 21:00 UTC

Venus Virtual: 4º Aniversario - Fly IN-OUT LEDA 23/ 05/ 2010 16:00-20:00z

[+ información...](#)



Fly IN-OUT en el aeropuerto de LEDA para celebrar el 4º Aniversario de esta compañía y además una puesta de largo del nuevo escenario de LEDA. Vuela con nosotros!!

Día de Canarias 2010 29/ 05/ 2010 17:00-21:00z

[+ información...](#)



Desde IVAO España te invitamos a volar IFR - FLY IN-OUT CANARIAS en conmemoración del Día de Canarias.

ESTOUR IFR 2010 31/ 12/ 2010 00:00-23:59z

[+ información...](#)



Te invitamos a despegar de un aeropuerto emblemático: Tenerife-Los Rodeos para, a lo largo de 15.500 nm, visitar 32 ciudades de nuestra división. Sube a tu aeronave y disfruta de este nuevo evento que hemos preparado para ti. Recuerda que al final, la medalla "División IFR TOUR Award" te estará esperando.

Cuadro de texto 6. Ejemplos de eventos organizados en la red IVAO.

5.2.7 DEPARTAMENTOS DE OPERACIONES.

La red ofrece departamentos de operaciones que equivalen a los departamentos de operaciones de una compañía aérea o de un proveedor de servicios ATC.

5.2.7.1 OPERACIONES DE VUELO

Los departamentos de operaciones de vuelo ofrecen toda la información y soporte necesario para el piloto. Incluyendo las funcionalidades necesarias para que el usuario realice tareas esenciales relacionadas con el vuelo como la planificación de la ruta y la confección y presentación de plan de vuelo. Se incluyen tutoriales y herramientas para la realización de estas tareas.



Figura 5. Preparación del Plan de Vuelo en IVAO.

A través de estos servicios puede consultarse información aeronáutica y meteorológica necesaria para el vuelo, como:

- NOTAMS.
- Cartas aéreas.
- Circuitos.
- Fraseología.
- Códigos SSR.
- Altimetría.
- Transferencias .
- Mapas meteorológicos.
- Vuelos on line programación de vuelos.

5.2.7.2 OPERACIONES ATC

Igualmente a través del correspondiente departamento de operaciones ATC encontraremos información relativa a la organización de las dependencias y del trabajo de las dependencias ATC, como por ejemplo:

- Sectorización
- Cartas de acuerdo
- Fichas ATC
- Posiciones ATC
- Escenarios
- Restricciones operativas



- Programación ATC
- Controladores on line
- Procedimientos operativos de control

A través de estos servicios puede consultarse información aeronáutica y meteorológica necesaria para el vuelo.

5.2.7.3 OPERACIONES ESPECIALES

Igualmente a través del correspondiente departamento de operaciones especiales encontraremos información relativa a:

- Reglas de las SO
- Restricciones SO
- Operación GAT y OAT
- Eventos SO
- Grupos SO en España, etc...

5.2.8 SOPORTE TÉCNICO.

La red proporciona al usuario el requerido soporte técnico, particularmente a través de un departamento específico de desarrollo SW. Este departamento suele encargarse de proporcionar los productos y herramientas de simulación necesarias para conectarse a la red, de solventar problemas y dudas técnicas sobre su instalación o manejo, así como del desarrollo de SW específico para un mejor y mayor aprovechamiento de las funcionalidades del sistema. El siguiente cuadro de texto presenta alguna de las funcionalidades SW permitidas y sustentadas por la red IVAO.



Literalmente tomado de <http://www.ivao.es>

IvAp - IVAO virtual Pilot client

The IVAO Pilot Client, the way to fly online on the IVAO network (including Teamspeak and MTL).



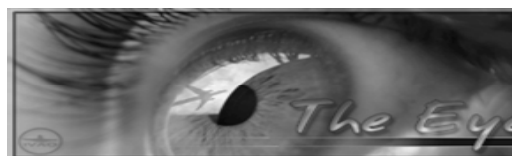
IvAc - IVAO virtual ATC client

The IVAO ATC Client, based on the real radars of Belgocontrol, Eurocontrol and Amsterdam Radar to be as realistic as possible! Take a look at the screenshots for a comparison between Amsterdam Radar and IvAc.

Currently IVAO SoftDev is working very hard on its successor: IvAc v2 which will bring ATC on the IVAO network to the next level and which will be compatible with Windows, Linux and MacOSX!

The Eye

The Eye is the IVAO replacement for ServInfo and Whazzup, it includes alot more nice features!



X-IvAp - IVAO virtual X-Plane client

X-IvAp is an X-Plane plugin for the global online flight simulation network of IVAO. It allows X-Plane users to fly online with other flight simmers and real live air traffic control!

IvAi - IVAO Interface

The IVAO Interface, makes a Tower View using IvAc/IvAp possible, adds multiple radar views to IvAc and more!



Cuadro de texto 7. Ejemplos de SW garantizado por la red IAVO.

5.2.9 INFORMACIÓN TÉCNICA ACTUALIZADA

Con el objetivo de hacer lo más fidedignas posible las simulaciones que se realizan en la red, el sistema ofrece información realista sobre todo el escenario de Navegación Aérea de cada Estado o cada FIR. Esta información incluye detalles de la organización, estructuración y uso del espacio aéreo, y de los aeropuertos, así como de la organización ATC correspondiente; incluye información para comunicaciones y sobre compañías aéreas.

Contiene sobre todo información aeronáutica actualizada incluyendo NOTAMS e información meteorológica obtenida de la Agencia Estatal de Meteorología. Gran parte de esta información, real y fidedigna, puede ser consultada a través de bases de datos en la web.



Dispone adicionalmente de funcionalidad de búsqueda de rutas, información aeronáutica, metars, etc., así como capacidades de diseño de sectores. La figura siguiente ilustra estas funcionalidades.

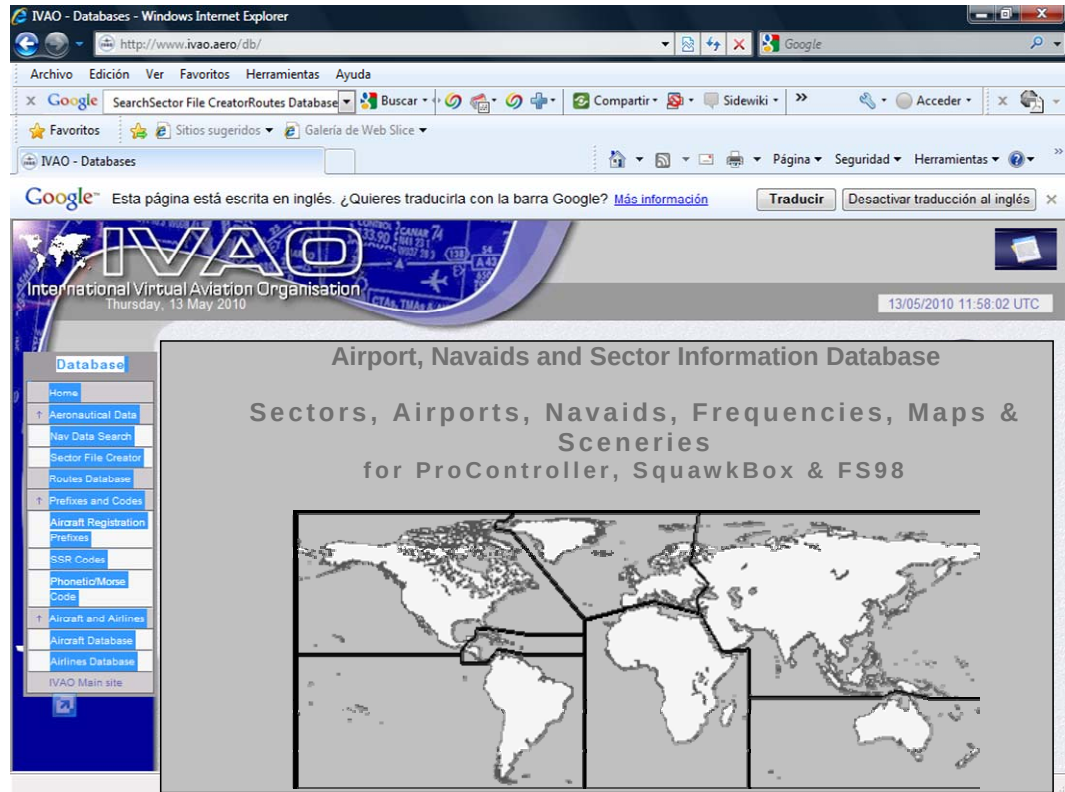


Figura 6. Bases de datos técnicos y operativos.



6 FASES DE LA PROPUESTA

El presente proyecto se estructura en tres grandes fases que se describen a continuación. La Figura 7 resume las fases, sus objetivos y principales tareas.

FASES DEL PROYECTO

	FASE1	FASE2	FASE3
OBJETIVOS	Análisis, evaluación y valoración de las características, prestaciones y operativa de estos mundos virtuales de simulación de vuelo y control de tráfico aéreo a través de Internet, para su empleo como soporte en la docencia aeronáutica universitaria.	Desarrollo de un programa de prácticas de vuelo y control de la circulación aérea que puedan ejecutarse, evaluarse y controlarse en estas aplicaciones informáticas en red.	Explotación del mundo virtual para integrar y coordinar actividades docentes, de carácter práctico y experimental, del conjunto de asignaturas del área de conocimientos de Navegación Aérea.
ACTIVIDADES	• Identificación de posibles mundos virtuales. • Diseño y preparación de la plataforma pruebas y evaluación. • Desarrollo de metodología de análisis y evaluación. • Evaluación de los mundos virtuales de acuerdo a la metodología previamente definida.	• Diseño del programa de actividades docentes. • Adaptación y/o evolución de prácticas y material pre-existente al nuevo entorno de trabajo. • Desarrollo de materiales adicionales y aplicaciones complementarias. • Diseño del laboratorio virtual. • Planificación de validación y evaluación.	• La coordinación de conocimientos transversales, comunes o complementarios de las asignaturas de Navegación y Circulación aérea. • Coordinación y el desarrollo de procedimientos y materiales para la integración de actividades docentes de diversas asignaturas. • El desarrollo de materiales y tutoriales que permitan situaciones de autoaprendizaje y autoevaluación. • La planificación y coordinación de las asignaturas y las actividades docentes.

Figura 7. Fases del proyecto



6.1 FASE 1. EVALUACIÓN DETALLADA DE LOS MUNDOS VIRTUALES.

Objetivo

El objetivo de esta fase es realizar el análisis detallado, la evaluación y valoración de las características, prestaciones y operativa de estos mundos virtuales de simulación de vuelo y control de tráfico aéreo a través de Internet, para su empleo como soporte en la docencia aeronáutica universitaria.

Alcance

Inicialmente se han identificado dos posibles mundos virtuales de características y dinámica general de funcionamiento similar. El análisis incluirá ambos sistemas y realizará una valoración comparativa de ambos.

El análisis se abordará desde los distintos puntos de vista necesarios para valorar la adecuación de estos entornos a las actividades docentes específicas que desean desarrollarse en este proyecto. A priori el análisis deberá abordar entre otros los siguientes aspectos:

- *Técnicos* (plataformas, equipamiento adicional, necesidades SW, necesidades de conexión a Internet, prestaciones de la simulación, posibilidades tecnológicas, seguridad, etc...).
- *Institucionales y legales*, en particular las posibles limitaciones o restricciones para el uso de aplicaciones no propietarias de forma intensiva en actividades docentes de la universidad. Como parte de este análisis podrán evaluarse sinergias y alternativas de cooperación.
- *Metodológicos*. Se evaluará el método de funcionamiento del mundo virtual y su adecuación a las metodologías docentes de la Universidad.
- *Calidad*. Se evaluarán en detalle los contenidos técnicos de los mundos virtuales para evaluar la calidad y adecuación de los mismos, al efecto de detectar posibles errores, interpretaciones incorrectas o simplificaciones que puedan suponer un detrimento de la calidad de la enseñanza impartida si no se identifican, aclaran y contextualizan adecuadamente.
- *Aceptabilidad*. La valoración supondrá la definición de requisitos básicos y unos criterios de aceptabilidad que permitan garantizar la calidad de la actividad docente que pudiera llegar a realizarse mediante estas herramientas.
- *Mejoras y adaptaciones*. Se identificarán las mejoras y adaptaciones necesarias y se estudiará la viabilidad e implicación de la realización de las mismas.
- *Estabilidad*. Se analizarán igualmente los condicionantes para dotar de estabilidad a largo plazo a una actividad docente sustentada sobre redes virtuales no propietarias.



Identificación de Tareas

Para llevar a cabo esta fase se identifican las siguientes tareas a realizar.

- *Identificación* de posibles mundos virtuales adicionales a ser examinados.
- Diseño y preparación de la *plataforma pruebas y evaluación*. Para cada uno de los mundos virtuales objeto de evaluación deberá prepararse una plataforma de pruebas que permita su evaluación con los fines perseguidos. Esta plataforma deberá dotarse del SW, HW (controles y mandos de vuelos, aviónica, etc...), accesos a Internet, medios de presentación, acuerdos de uso, permisos de acceso, etc.. necesarios para la evaluación. Esta plataforma de pruebas inicial deberá diseñarse y desarrollarse con capacidad de ampliación y evolución suficiente para convertirse en una maqueta de pruebas donde puedan evaluarse las actividades docentes que se diseñarán en fases posteriores del proyecto.
- Desarrollo de *metodología* de análisis, evaluación y valoración. Como parte de la metodología deberán definirse áreas de estudio, indicadores y criterios de valoración.
- *Evaluación* de los mundos virtuales de acuerdo a la metodología previamente definida.

Entradas

Para el desarrollo de esta tarea se contará con :

- El SW, documentación y recursos de las redes virtuales.
- Programas y guías docentes de las asignaturas de Aeronavegación.

Productos

El resultado de esta fase será :

- Una plataforma de pruebas y evaluación.
- Diagnóstico sobre las potencialidades de las redes virtuales y su adecuación para el proyecto.
- Identificación de posibles actuaciones a realizar.

Duración prevista

La duración prevista de esta fase es de 3 meses.

Recursos necesarios

En esta fase inicial se requerirá la participación de todos los profesores, especialmente en las tareas relativas a la definición de la metodología de evaluación. Las tareas relacionadas con el montaje de la plataforma de pruebas y la realización de los ejercicios de evaluación implicará la participación de becarios/alumnos a efectos de comprobar desde las primeras fases la adecuación del entorno a los alumnos. Adicionalmente deberán proporcionarse los medios HW y SW necesarios para la configuración de la plataforma de pruebas.



6.2 FASE 2. DESARROLLO DE UN PROGRAMA COMPLETO DE ACTIVIDADES DOCENTES QUE PERMITA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE VUELO Y DE CONTROL A TRAVÉS DE INTERNET.

Objetivo

El objetivo de esta fase es el desarrollo de un programa completo de actividades docentes relacionadas con la simulación de vuelo y control de tráfico aéreo ejecutable por un grupo numeroso de alumnos en uno de los mundos virtuales seleccionado. En particular la adaptación y el desarrollo de ejercicios y programas de prácticas de vuelo y control de la circulación aérea que puedan ejecutarse, evaluarse y controlarse en estas aplicaciones informáticas en red.

Alcance

El desarrollo de un programa de actividades docentes de simulación de vuelo en la plataforma seleccionada, implicará no solo el desarrollo y formalización de los ejercicios sino la concepción y desarrollo de un completo programa de actividades soportadas por las plataformas de Internet. Esto incluye el desarrollo de otras actividades docentes, incluyendo el autoaprendizaje, la auto evaluación y la evaluación continua, de forma integrada para el conjunto de estas asignaturas.

En particular durante esta fase deberán definirse los mecanismos necesarios para compatibilizar e integrar las actividades en el mundo virtual con el resto de las actividades docentes de la/s asignatura/s. Se deberán establecer los criterios de valoración y evaluación, el peso en las asignaturas, la distribución temporal a lo largo de diversos semestres y/o años del programa de prácticas. Se prestará especial atención a aspectos singulares como el control de la realización de las prácticas, a la convalidación o reconocimiento del sistema de grados y exámenes de que disponen los mundos virtuales, el cómputo de horas de vuelo, etc...

Como parte de esta fase deberá también identificar los requisitos y configuración del laboratorio de simulación virtual que deberá implementarse en la escuela así como sus condiciones de mantenimiento, operación y uso.

Un aspecto importante a evaluar en esta fase del proyecto son las barreras de entrada del sistema. Las barreras de entrada del sistema son todos aquellos requisitos que deben satisfacer los alumnos para poder convertir en usuarios de estas redes, especialmente en cuanto a conocimientos previos, capacidades, habilidades y destrezas. Debe analizarse el nivel de exigencia que para el alumno puede suponer adquirir tales conocimientos y destrezas, así como los medios y el tiempo y esfuerzo que requerirá para ello. Este aspecto debe evaluarse en detenimiento pues puede tener implicaciones muy significativas en la viabilidad de uso de los mundos virtuales en la docencia.

Deberán igualmente desarrollarse estrategias que permitan al alumno alcanzar el nivel de conocimientos previos, capacidades, habilidades y destrezas necesarios para desarrollar las prácticas de la/s asignaturas en la red virtual. Estas estrategias deben garantizar que el esfuerzo requerido del alumno no supone una carga extra a la docente. Para ello las estrategias deben contemplar medios



técnicos requeridos, implicación docente, organización temporal del proceso y coordinación con la carga docente del alumno.

Identificación de Tareas

Para llevar a cabo esta fase se identifican las siguientes tareas a realizar.

- *Diseño de un nuevo programa* de actividades docentes y de prácticas de vuelo y control en la plataforma de Internet seleccionada que responda a las necesidades de la asignatura de Sistemas de Navegación.
- *Adaptación y/o evolución* de prácticas y material pre-existente al nuevo entorno de trabajo.
- Desarrollo de *materiales adicionales y aplicaciones complementarias* encaminadas a poder desarrollar y gestionar practicas de asignaturas de Navegación y Circulación Aérea para grupos numerosos o con heterogeneidad de niveles. Igualmente se identificarán y desarrollarán contenidos para otras actividades docentes que puedan apoyarse sobre la plataforma seleccionada, tales como actividades de autoaprendizaje y auto-evaluación.
- Evaluación y cuantificación de las *barreras de entrada*, los requisitos previos que deben satisfacer los alumnos y los medios, tiempo y esfuerzo requeridos para alcanzar un nivel mínimo de uso.
- Desarrollo de *estrategias* que permitan al alumno alcanzar el nivel de conocimientos previos, capacidades, habilidades y destrezas necesarios para desarrollar las prácticas de la/s asignaturas en la red virtual.
- *Diseño del laboratorio virtual*. Se definirán los requisitos técnicos que deberá cumplir el laboratorio virtual que deba proveerse en la escuela: plataformas, equipamiento adicional, necesidades SW, necesidades de conexión a Internet, prestaciones de la simulación, posibilidades tecnológicas, seguridad, etc....
- Planificación de fases posteriores de *validación y evaluación* de la calidad del programa de actividades docentes.

Entradas

Para el desarrollo de esta tarea se contará con :

- El SW, documentación y recursos de las redes virtuales.
- Programas y guías docentes de las asignaturas de Aeronavegación.
- Material previo: Prácticas de simulación de vuelo de la asignatura de Sistemas de Navegación Aérea.
- Resultados de la fase anterior.



Productos

El resultado de esta fase será :

- Programa de actividades docentes.
- Diseño del laboratorio virtual.
- Plan de validación.

**Duración
prevista**

La duración prevista de esta fase es de 3 meses.

**Recursos
necesarios**

En esta fase se requerirá la participación de todos los profesores, así como la participación de becarios/alumnos.



6.3 FASE 3. INTEGRACIÓN DE ACTIVIDADES DOCENTES DEL CONJUNTO DE ASIGNATURAS DE LA ESPECIALIDAD DE AERONAVEGACIÓN.

Objetivo

El objetivo de esta fase está centrado en la explotación del mundo virtual seleccionado para integrar y coordinar actividades docentes, de carácter práctico y experimental, del conjunto de asignaturas de la especialidad de Aeronavegación que abordan temas comunes desde distintas perspectivas de con una visión integral, prestando especial atención a aspectos que puedan considerarse comunes y/o transversales a las diversas asignaturas.

Alcance

En esta fase se pretende maximizar el potencial de la red de simulación virtual seleccionada planteando actividades docentes integradas para el conjunto de las asignaturas del área de navegación y circulación aéreas. Para ello deberán analizarse temáticas comunes y/ o complementarias entre las distintas asignaturas y que puedan ser desarrolladas secuencial o paralelamente a través de los mundos virtuales de simulación de vuelo y ATC. En esta actividad se generaran programas de actividades en Internet donde se traten contenidos y aspectos de distintas asignaturas de forma integrada.

Identificación de Tareas

Para llevar a cabo esta fase se identifican las siguientes tareas a realizar.

- La *coordinación* de aspectos y conocimientos de diversas asignaturas de Aeronavegación cuya asimilación práctica pueda plantearse como una actividad docente transversal e integrada a través de estos entornos virtuales de simulación.
- La coordinación y el desarrollo de *procedimientos y materiales* para la integración de actividades docentes de diversas asignaturas, tanto del plan 2002 ITA como del nuevo título de grado, a través de estas aplicaciones informáticas de uso compartido a través de la red.
- El desarrollo de *materiales y tutoriales* que permitan situaciones de autoaprendizaje y auto evaluación a través de la participación del alumno en estos mundos virtuales como piloto, controlador o como observador.
- La *planificación y coordinación* de las asignaturas y las actividades docentes diseñadas sobre las redes virtuales para lograr una distribución temporal ordenada y equilibrada de la carga de trabajo, así como una introducción progresiva en los entornos de red, a lo largo de los diversos cursos y semestres en los cuales se impartan las



asignaturas afectadas.

Entradas

Para el desarrollo de esta tarea se contara con :

- Programas y guías docentes de las asignaturas de Aeronavegación.
- Material previo: actividades docentes (prácticas, contenidos de autoaprendizaje , etc...) de todas las asignaturas
- Resultados de la fase anterior.

Productos

El resultado de esta fase será :

- Programa de actividades docentes integrado.

**Duración
prevista**

La duración prevista de esta fase es de 3 meses.

**Recursos
necesarios**

En esta fase se requerirá la participación de todos los profesores.

7 ADECUACIÓN DE LA PROPUESTA A LOS OBJETIVOS DE LA CONVOCATORIA.

En esta sección se describen las principales características del proyecto propuesto en relación con los objetivos y criterios de evaluación de la convocatoria.

7.1 ADECUACIÓN DEL PROYECTO A LOS OBJETIVOS DEL CENTRO.

El proyecto presentado en esta propuesta está plenamente alineado con las líneas y objetivos del Centro en esta convocatoria. La Figura 8 muestra la correlación entre los objetivos principales y secundarios del proyecto y los objetivos fijados por la EUITA. Como puede observarse el proyecto se alinea completamente con la tercera de las líneas de trabajo propuesta por el centro. Adicionalmente dentro de esta línea de trabajo el proyecto cubre casi la totalidad de los objetivos planteados por el centro dentro de esta línea de trabajo.

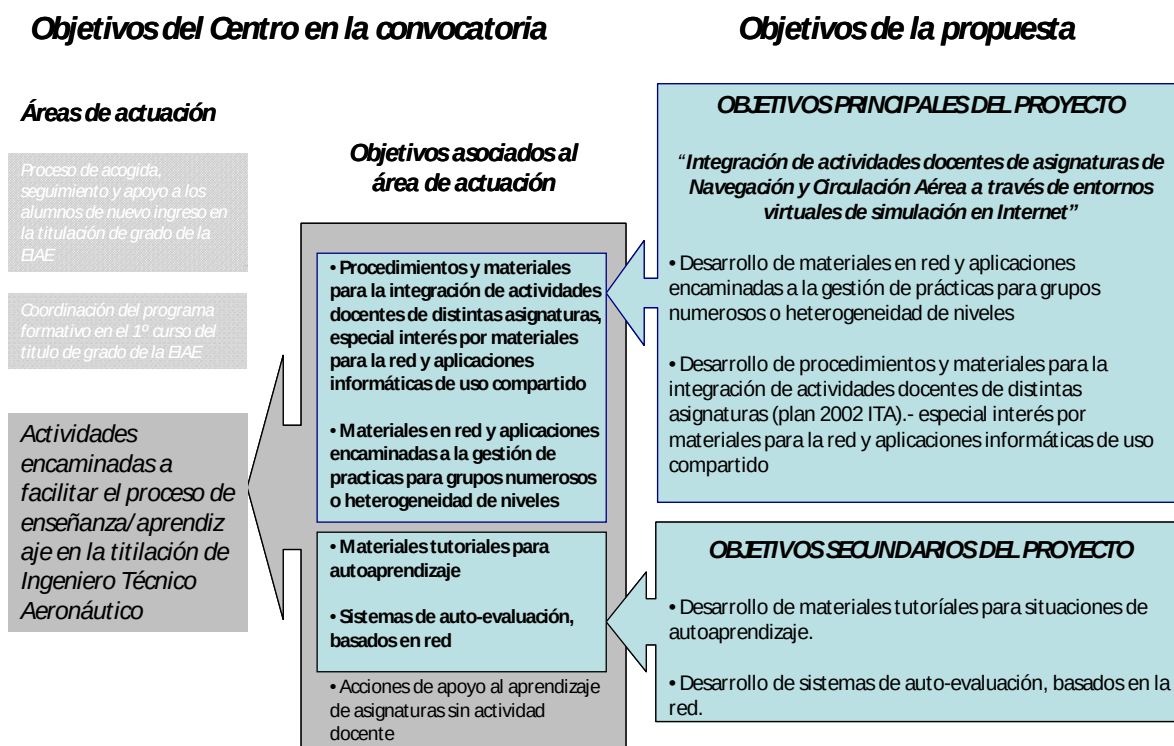


Figura 8. Adecuación del proyecto a los objetivos del centro.



7.2 NIVEL DE DESARROLLO DEL PROYECTO Y CONCRECIÓN DE LOS OBJETIVOS Y LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS.

El proyecto presentado en esta propuesta presenta una visión clara y concisa de la actividad a desarrollar. Los objetivos están claramente identificados y desarrollados.

De acuerdo a ellos el proyecto se estructura en tres fases cuyos objetivos, alcance, descripción de tareas, así como entradas y productos resultantes están clara y detalladamente descritos.

Los mundos virtuales de simulación de vuelo y de control de tráfico aéreo sobre los que se plantea el desarrollo de actividades docentes de carácter práctico y experimental están claramente identificados antes del comienzo del proyecto. Ambos sistemas son plataformas estables y desarrolladas que cuentan con numerosos usuarios en la red. Adicionalmente el equipo de profesores de este proyecto dispone de un nivel elevado de conocimiento de estas plataformas, que ha permitido una pre-evaluación de sus características y potencialidades. En base a este conocimiento previo se estima viable el desarrollo del proyecto.

Adicionalmente, tal y como se ha expuesto en distintas secciones del proyecto, el equipo de profesores aporta una experiencia significativa en el desarrollo de actividades docentes similares en un simulador de vuelos construido por ellos mismos. Gracias a esta experiencia el equipo de profesores dispone de material previo (prácticas de vuelo) que puede ser utilizado y adaptado en este proyecto. Y lo que es más importante, el equipo dispone de experiencia en el diseño y construcción de simulaciones educativas exitosas. Todos estos conocimientos y saber hacer se incorporarán al proyecto desde sus primeras etapas.

7.3 NIVEL DE INTERDISCIPLINARIDAD.

El nivel de interdisciplinaridad de este proyecto es elevado.

En el se plantea el desarrollo de actividades docentes para el conjunto de asignaturas de la especialidad de Aeronavegación en las cuales se tratan, desde cualquier punto de vista de vista, aspectos relacionados con el vuelo, la navegación y circulación aérea y el control de tráfico aéreo.

Lo que es más relevante, se plantea el desarrollo de estas actividades de forma coordinada e integrada. Es decir el desarrollo de una actividad docente única a través de las plataformas de Internet propuestas cubrirá aspectos y temáticas correspondientes a varias de las asignaturas de la especialidad.

Este enfoque exige una cuidadosa planificación y organización en la que los distintos profesores exploren los aspectos comunes y complementarios de las asignaturas.



7.4 RESULTADOS PREVISTOS

Se resumen a continuación los resultados previstos en el proyecto, los cuales han sido descritos de forma detallada en las secciones precedentes.

- La explotación de medios que permitan integrar y coordinar actividades docentes, de carácter práctico y experimental, del conjunto de asignaturas de Aeronavegación, a través de entornos virtuales de simulación de vuelo y de control de tráfico aéreo accesibles para el público general a través de Internet.
- El análisis detallado, la evaluación y adaptación de las características, prestaciones y operativa de estos mundos virtuales para su empleo como soporte en la docencia aeronáutica universitaria.
- La coordinación de aspectos y conocimientos de diversas asignaturas de Aeronavegación cuya asimilación práctica pueda plantearse como una actividad docente transversal e integrada a través de estos entornos virtuales de simulación.
- El desarrollo de materiales en red y aplicaciones complementarias adicionales encaminadas a poder desarrollar y gestionar prácticas de asignaturas de Aeronavegación para grupos numerosos o heterogeneidad de niveles.
- Desarrollo de otras actividades docentes, incluyendo el autoaprendizaje, la auto-evaluación y la evaluación continua, de forma integrada para el conjunto de estas asignaturas.
- El desarrollo de materiales y tutoriales que permitan situaciones de autoaprendizaje y auto-evaluación a través de la participación del alumno en estos mundos virtuales como piloto, controlador o como observador.
- La planificación y coordinación de las asignaturas y las actividades docentes diseñadas sobre las redes virtuales para lograr una distribución temporal ordenada y equilibrada de la carga de trabajo, así como una introducción progresiva en los entornos de red, a lo largo de los diversos cursos y semestres en los cuales se impartan las asignaturas afectadas.



7.5 EXPECTATIVAS DE LOS RESULTADOS POSITIVOS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA / APRENDIZAJE EN ASIGNATURAS DEL PLAN A EXTINGUIR.

Los resultados positivos que se esperan de proyecto en el proceso de aprendizaje han sido descritos en detalle en los apartados anteriores donde se describen las ventajas del uso de simuladores, laboratorios virtuales y mundos virtuales en los procesos de enseñanza y aprendizaje. A lo largo de proyecto se han citado experiencias similares desarrolladas por otras instituciones de educación universitaria; y se ha expuesto un proyecto previo, desarrollado por los profesores que integran este equipo, para la realización de prácticas de vuelo en un simulador de bajo coste desarrollado en la universidad. En el caso de este proyecto no hablamos tanto de expectativas como de realidades, ya que el valor positivo de un uso adecuado de estas tecnologías y de las simulaciones educativas está ampliamente documentado y corroborado en la literatura.

Tal y como se ha expuesto anteriormente, uno de los valores de una buena simulación es su capacidad para desarrollar conceptos y conceptualización. Las simulaciones educativas, diseñadas correctamente son un tipo de evento que permite a los alumnos asimilar más fácilmente los conceptos principales. Los elementos de simulación permiten el descubrimiento, la experimentación, la práctica y la construcción activa de sistemas de contenidos. Los elementos de juego proporcionan interacciones familiares y entretenidas que dirigen y multiplican el tiempo que el estudiante invierte en la experiencia educativa. Por último, los elementos pedagógicos son el material de fondo que soporta los contenidos. Estos elementos son los más importantes. Deben conducir a la experiencia de aprendizaje y organizar los otros elementos alrededor de ella.

La incorporación de las nuevas tecnologías al campo de la docencia está facilitando la puesta en práctica de nuevas metodologías de aprendizaje. Las tecnologías utilizadas en esta propuesta permiten nuevas formas de aprendizaje centradas en el alumno, no en el profesor. Estos entornos de simulación virtual permiten, tal y como recomiendan los expertos que el alumno haga, practique, experimente, juegue, manipule conceptos y además se divierta. Difícilmente podrían encontrarse propuestas que más gráficamente lo que representa el aprendizaje activo, learning by doing o aprender haciendo.

Los entornos de simulación son un campo privilegiado para las actividades multidisciplinares en la enseñanza y permiten al alumno una comprensión mucho más rápida y eficaz de conceptos complejos. Son herramientas fundamentales a través de las cuales el alumno puede “hacer y aprender”. Estas herramientas constituyen un paso incremental en el proceso de aumentar la interactividad, y de proporcionar al alumno la posibilidad de actuar y darse cuenta de cómo afectan las diferentes decisiones en el resultado de un problema.



Estos entornos poseen una ventaja fundamental respecto a un texto o una explicación del profesor en clase: la interactividad, la posibilidad de actuar y darse cuenta de cómo afectan las diferentes decisiones en el resultado de un problema. El alumno puede “jugar” con diferentes parámetros percibiéndose de qué manera afectan estos a los resultados.

Adicionalmente estos entornos permiten su uso en cualquier lugar y en cualquier momento, permitiendo un aprendizaje on line. Solucionan la escasez de medios en los laboratorios y talleres de tecnología, permiten la ejercitación de prácticas y ensayos virtuales como ejercicios controlados y son capaces de reproducir las reglas lógicas y la dinámica de un sistema complejo en el que interactúan diversos tipos de usuarios.

Por otra parte la tecnología de simuladores de vuelo para ordenadores personales, especialmente sus potentes gráficos y la fidelidad de los modelos físicos empleados, hace de estas herramientas un recurso útil para la formación y la educación.

Todas estas experiencias previas conducen a positivas expectativas en la mejora del proceso de enseñanza /aprendizaje como consecuencia de este proyecto.

7.6 NUMERO DE ESTUDIANTES A LOS QUE AFECTA EL PROYECTO.

El proyecto afecta en primera instancia todos los alumnos de la titulación de Ingeniería Técnica Aeronáutica en la especialidad de Aeronavegación, de media entorno a 80 alumnos.

Adicionalmente los resultados de este proyecto tendrán continuidad en la especialidad de Navegación y Sistemas Aeroespaciales de la nueva titulación de grado, en la que se puede esperar el doble de alumnos, en torno a 160.

7.7 NUMERO DE PROFESORES IMPLICADOS EN EL PROYECTO.

En este proyecto se encuentran se cuenta con la participación de **8 (OCHO)** profesores de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica, todos ellos están adscritos al Departamento de Infraestructura, Sistemas Aeroespaciales y Aeropuertos.

7.8 VIABILIDAD DE DESARROLLO DEL PROYECTO.

No se han identificado riesgos que puedan afectar a la viabilidad de la propuesta.

La madurez de las tecnologías en las que se apoya el proyecto, así como la experiencia previa del equipo de profesores en la organización de simulaciones educativas, son una garantía para el desarrollo en plazo y para la consecución de los objetivos planteados en el proyecto.



7.9 INTERÉS DE LA PROPUESTA.

La propuesta planteada tiene un interés docente máximo. Se alinea con los objetivos planteados por el Centro en esta convocatoria, se enmarca en la tendencia actual de incorporar nuevas tecnologías en el proceso docente y promueve la aplicación de nuevas técnicas docentes donde el alumno se convierte en el centro del proceso de aprendizaje y maximiza su participación.

Por otra parte esta propuesta viene a cubrir una carencia de actividades experimentales y prácticas, mediante simulaciones de vuelos y de control, en las asignaturas relacionadas con la navegación y la circulación aérea. En la actualidad estas prácticas no pueden llevarse cabo por las limitaciones que los medios de simulación imponen al número de alumnos que pueden participar en la actividad.

Adicionalmente la propuesta tiene un interés adicional. El conjunto de actividades docentes que se desarrollen en este proyecto será de aplicación inicialmente en las asignaturas de la titulación de Ingeniero Técnico Aeronáutico; y lo será también en la especialidad de Navegación y Sistemas Aeroespaciales de la nueva titulación de grado.

7.10 ADECUACIÓN DEL PRESUPUESTO A LAS ACTIVIDADES Y OBJETIVOS PLANTEADOS.

Para la realización de este proyecto se plantea un presupuesto mínimo que puede desarrollarse gracias al alto nivel de implicación de los profesores participantes. El presupuesto está destinado a cubrir el soporte de un becario, la adquisición de SW y HW necesario para montar la plataforma de evaluación, para cubrir los costes de material y para financiar las actividades de divulgación de los resultados del proyecto de innovación educativa.

7.11 ACCIONES PREVISTAS DE FORMA CONCRETA PARA LA DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

Los profesores participantes en este proyecto han iniciado una línea de publicaciones sobre la aplicación de simulaciones educativas con la remisión de un artículo, en el que se describe la experiencia previa de las prácticas de simulación de vuelo, a la revista International Journal of Engineering Education.

Se pretende continuar con esta línea a través de publicación de artículos en revistas científicas con proceso de revisión por pares dedicadas al área de la innovación docente en el ámbito de la ingeniería. Dada la temática del proyecto se consideran apropiadas las revistas que se dedican a promoción y la aplicación de las TIC en la educación.



Se contemplan la difusión a través de asociaciones, medios electrónicos y congresos especializados. Pueden encontrarse un listado relevante en la página web de la UPM dedicada a la innovación educativa.

Adicionalmente se propone aprovechar los mecanismos de difusión a través de Internet que los propios mundos virtuales objeto de este proyecto implementan. Tal y como se ha explicado en la propuestas las redes virtuales de simulación de vuelo incluyen entre sus servicios la organización de eventos, competiciones o carreras on line que se plantean como actividades competitivas entre los usuarios. De esta forma podrán organizarse competiciones específicas para dar a conocer el proyecto y difundir entre todos los alumnos del centro, sean o no de la especialidad, los principios de vuelo y de control del tráfico aéreo.



8 CRITERIOS PARA LA EVALUACION DE LOS RESULTADOS

Objetivo principal de la propuesta

Estudiar la viabilidad de adaptar desarrollos avanzados TIC de temática aeronáutica, accesibles para el público general a través de Internet, como elementos complementarios de la docencia impartida en las escuelas de ingeniería aeronáutica de la UPM.

El **objetivo principal** de esta propuesta es estudiar la viabilidad de adaptar desarrollos avanzados TIC de temática aeronáutica, accesibles para el público general a través de Internet, como elementos complementarios de la docencia impartida en las escuelas de ingeniería aeronáutica de la UPM.

Acorde a este objetivo el **principal resultado** que se espera del proyecto es el desarrollo de un completo programa de prácticas de simulación simulación de vuelo y de control de tráfico aéreo, que pueda ser realizado de forma cooperativa a través de Internet, por un grupo de alumnos elevado y con heterogeneidad de niveles.

Los criterios, fijados a priori, para evaluar en que medida el objetivo y resultado principal del proyecto han sido conseguidos son:

Principal resultado de la propuesta

Desarrollo de un completo programa de prácticas de simulación de vuelo y de control de tráfico aéreo, que pueda ser realizado de forma cooperativa a través de Internet, por un grupo de alumnos elevado y con heterogeneidad de niveles.

- **Número de alumnos** que pueden ser atendidos y realizar el programa de prácticas.
- **Carga de trabajo** para el alumno es decir esfuerzo y horas de dedicación que requerirá la realización de las practicas
- **Carga docente** derivada para el conjunto de los profesores responsables de las prácticas y las asignaturas a las que den soporte.
- **Alcance y calidad** de la actividad experimental que finalmente pueda desarrollarse en la plataforma.
- **Medida de la habilidad práctica adquirida** por el alumno con el desarrollo de las practicas en el entorno de simulación cooperativo.

Criterios para evaluar el resultado principal de la propuesta

- Número de alumnos.
- Carga de trabajo para el alumno.
- Carga docente.
- Alcance y calidad de la actividad experimental.
- Medida de la habilidad práctica adquirida por el alumno.

Para estos criterios se pueden fijar los siguientes límites de aceptabilidad y valores óptimos.

- En relación con el **número de alumnos** se considerará que el resultado del proyecto es **bueno** si el desarrollo del proyecto permite que **todos los alumnos de la especialidad** de Aeronavegación (así como los de la especialidad e Navegación y Sistemas Aeroespaciales del nuevo grado) pueden ser atendidos y realizar el programa de prácticas. Se considerará que el resultado del proyecto es **óptimo** si la concepción del programa de prácticas es tal que **no impone limitaciones** o restricciones al número de alumnos.
- En relación con la carga de trabajo para el alumno se considerará que el resultado del proyecto es bueno si la **carga de trabajo** derivada para el alumno es **compatible** con la carga de trabajo total de las distintas asignaturas a las que el programa de prácticas de soporte. Adicionalmente se considerará un resultado óptimo en la medida que la carga de trabajo derivada pueda **distribuirse temporalmente** a lo largo de **varias asignaturas y semestres**.



- En relación con la **carga docente** se considerará que el resultado del proyecto es bueno cuando la carga de trabajo resultante del seguimiento y supervisión del programa de practicas resultante para el conjunto de todos los alumnos de la especialidad esté acotado y **no sea superior** a la carga resultante del anterior programa de practicas de vuelo en el simulador individualizado. Se considera que el resultado será **óptimo** si la carga docente resultante es **inferior**.
- En relación con el **alcance y calidad** de la actividad experimental que finalmente pueda desarrollarse en la plataforma se considera que el resultado será **bueno** si puede producirse un programa completo de **prácticas de vuelo**. Se considera que el resultado será **óptimo** si puede adicionalmente desarrollarse un **programa de prácticas de control de tráfico aéreo** (actualmente inexistente).
- En relación con la **medida de la habilidad práctica adquirida** por el alumno con el desarrollo de las practicas en el entorno de simulación cooperativo se considera que el resultado del proyecto será **bueno** si pueden establecerse herramientas objetivas de **cuantificación de la habilidad practica para el vuelo o el control** adquiridos como consecuencia de la realización del programa de prácticas.

Objetivos adicionales del proyecto

Explotación de medios que permitan integrar y coordinar actividades docentes, de carácter práctico y experimental, del conjunto de asignaturas del área de conocimientos de Aeronavegación.

Abordar temas comunes desde distintas perspectivas con una visión integral, prestando especial atención a aspectos que puedan considerarse comunes y/o transversales a las diversas asignaturas.

Desarrollar otras actividades docentes, incluyendo el autoaprendizaje, la auto evaluación y la evaluación continua, de forma integrada para el conjunto de estas asignaturas.

Dado el potencial de las tecnologías consideradas, el proyecto el objetivo inicial de desarrollar un entorno que permita la realización de unas prácticas de una asignatura concreta en un grupo elevado de alumnos, se amplía con serie de **objetivos adicionales** o complementarios que incluyen:

- La explotación de medios que permitan integrar y coordinar actividades docentes, de carácter práctico y experimental, del conjunto de asignaturas del área de conocimientos de Aeronavegación
- Abordar temas comunes desde distintas perspectivas con una visión integral, prestando especial atención a aspectos que puedan considerarse comunes y/o transversales a las diversas asignaturas.
- El desarrollo de otras actividades docentes, incluyendo el autoaprendizaje, la auto-evaluación y la evaluación continua, de forma integrada para el conjunto de estas asignaturas.

Acorde a estos objetivos los resultados adicionales ó complementarios esperados son:

- La coordinación de aspectos y conocimientos de diversas asignaturas de Aeronavegación cuya asimilación practica pueda plantearse como una actividad docente transversal e integrada a través de estos entornos virtuales de simulación.
- El desarrollo de materiales en red y aplicaciones complementarias adicionales encaminadas a poder desarrollar y gestionar practicas de



Resultados adicionales de la propuesta

- Coordinación asignaturas cuya asimilación práctica pueda plantearse como una actividad docente transversal e integrada a través de entornos virtuales de simulación.
- Desarrollo de otras actividades docentes (autoaprendizaje, la auto-evaluación y la evaluación continua) para el conjunto de estas asignaturas en el entorno virtual de simulación.
- El desarrollo de materiales y tutoriales.
- La planificación y coordinación de las asignaturas y las actividades docentes diseñadas sobre las redes virtuales.

asignaturas de Aeronavegación para grupos numerosos o heterogeneidad de niveles.

- Desarrollo de otras actividades docentes, incluyendo el autoaprendizaje, la auto-evaluación y la evaluación continua, de forma integrada para el conjunto de estas asignaturas, ejecutables en el entorno virtual de simulación.
- El desarrollo de materiales y tutoriales que permitan situaciones de autoaprendizaje y auto-evaluación a través de la participación del alumno en estos mundos virtuales como piloto, controlador o como observador.
- La planificación y coordinación de las asignaturas y las actividades docentes diseñadas sobre las redes virtuales para lograr una distribución temporal ordenada y equilibrada de la carga de trabajo, así como una introducción progresiva en los entornos de red, a lo largo de los diversos cursos y semestres en los cuales se impartan las asignaturas afectadas.

Los criterios, fijados a priori, para evaluar en que medida los objetivos y resultados adicionales del proyecto han sido conseguidos son:

- **Número de asignaturas** que desarrollen actividades docentes a través del entorno virtual de simulación.
- **Número de actividades** docentes adicionales desarrolladas.
- **Diversidad de las actividades** docentes adicionales desarrolladas.
- **Distribución temporal de la carga de trabajo**

Para estos criterios se pueden fijar los siguientes límites de aceptabilidad y valores óptimos.

Criterios para evaluar el resultado principal de la propuesta

- Número de asignaturas.
- Número de actividades.
- Diversidad de las actividades.
- Distribución temporal de la carga de trabajo.

- En relación con el **número de asignaturas** se considerará que el resultado del proyecto es **bueno** si al menos **dos o más** asignaturas coordinan actividades docentes en el entorno de simulación virtual.
- En relación con el **número de actividades** se considerará que el resultado del proyecto es **óptimo** si las asignaturas en las que se tratan conceptos de Navegación y Circulación Aérea desarrollan **al menos una actividad** docente en el entorno de simulación virtual.
- En relación con la **diversidad de las actividades** se considera que el resultado será óptimo si se incluyen prácticas, actividades de autoaprendizaje y auto-evaluación.
- En relación con la **carga de trabajo** se considera que el resultado será buena si se logra una distribución temporal **ordenada y equilibrada** a lo largo de todo el año académico. El resultado será **óptimo** si se logra una **introducción anticipada** de los entornos virtuales de simulaciones en el programa docente.



9 EQUIPO DE PROFESORES

En este proyecto se encuentran se cuenta con la participación de **8 (OCHO)** profesores de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica, todos ellos están adscritos al Departamento de Infraestructura, Sistemas Aeroespaciales y Aeropuertos:

- Rosa María Arnaldo Valdés
- Luís Pérez Sanz
- Javier Crespo Moreno
- José Félix Alonso
- Francisco Fernández
- José Colas Pulido
- Víctor Gordo Arias
- Andrés López Morales



10 REFERENCIAS

- [1] G. Tarantino, C. Fazio, R. M. Sperandeo-Mineo, A pedagogical flight simulator for longitudinal airplane flight, Computer Application on Engineering Education, Vol.18, Issue 1, March 2010, p 144-156, DOI: 10.1002/cae.20177
- [2] Doris R. Brodeur, Peter W. Young, Kim B. Blair, Massachusetts Institute of Technology, Problem-Based Learning in Aerospace Engineering Education, Proceedings of the 2002 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition American Society for Engineering Education. 2002. Session 2202
- [3] D.Newman and E. Crawley, Department of Aeronautical and Astronautical Engineering, icampus, the MIT-Microsfot Alliance, October 1999 — June 2003, , Active Learning Enabled by Information Technology: Aeronautical and Astronautical Engineering, <http://icampus.mit.edu/projects/ActiveLearningAA.shtml>, Accessed 22 February 2010.
- [4] Clark Aldrich's, Learning By Doing: A comprehensive Guide to Simulations, Computer Games, and Pedagogy in e-learning and Other Educational Experiences, Wiley, 2005.
- [5] Howard Rheingold. Virtual Reality. Summit Books, First Edition July 1991, ISBN-10: 0671693638
- [6] Adams, W.K., Reid, S., LeMaster, R., McKagan, S.B., Perkins, K.K., Dubson, M. & Wieman, C.E, A Study of Educational Simulations Part I - Engagement and Learning. Journal of Interactive Learning Research, Vol 19, Issue 3, pp 397-419. ISSN 1093-023X
- [7] Davidovitch, L, Parush, A, Shtub, A, Simulation-based Learning in Engineering Education: Performance and Transfer in Learning Project Management, Journal of Engineering Education, Oct 2006.
- [8] 22. John Paul Hertel , Barbara Millis , Using Simulations to Promote Learning in Higher Education, Stylus Publishing , March 2002 .
- [9] 23. David A. Guralnick, Putting the Education into Educational Simulations: Pedagogical Structures, Guidance and Feedback, Conference ICL2008 September 24 -26, 2008 Villach, Austria.
- [10] Iñigo Babot. "e-learning, corporate learning". Gestión 2000.com. Barcelona.
- [11] <http://caes.mit.edu/people/larson.html>
- [12] www.forio.com
- [13] Arduino, P., Macari, E., and Wyatt, T. "Assessment of a Virtual Laboratory for Geotechnical Engineering", Proceedings 1999 ASEE Annual Conference and Exposition, Charlotte, North Carolina, Session 1620, 1999, (On CD ROM).
- [14] Bhandari, A., Shor, M. H. "Access to an Instructional Control Laboratory Experiment through the World Wide Web", Proceedings of the 17th American Conttol Conference, ACC'98, Philadelphia, 1998, pp. 1319- 1325.
- [15] Budhu, M., "Multimedia Geotechnical laboratory tests", 1999 ASEE Annual Conference and Exposition, Charlotte, NC, 1999, June 20-23,(On CD-ROM).



- [16] Budhu, M., "A Virtual Triaxial Test Courseware", ASCE Special Technical Publications 109, Educational Issues in Geotechnical Engineering, 2000, pp. 60 – 70.
- [17] Budhu, M., "Interactive Multimedia Geotechnical Engineering Course", Proceedings, First International Conference on Geotechnical Engineering Education and Training, A. A. Balkema, Rotterdam, 2000, pp. 329 – 333.
- [18] Budhu, M., "Interactive Multimedia Web-based Courseware with Virtual Laboratories", Proceedings, Computers and advanced technology in Education, CATE, May 24 – 27, Cancun, Mexico, 2000, (On CD ROM).
- [19] Budhu, M., "Interactive Soil Mechanics and Foundations", John Wiley & Sons, NY, 2000.
- [20] Budhu, M., "Algorithms for Virtual Laboratories", Simulation, Journal of Society for Computer Simulation International, Vol. 76(4), 2001, pp. 222-231.
- [21] Budhu, M., "An Interactive Geotechnical Laboratory", Proceedings of the 2001 American Society for Engineering Education Annual Conference, New Mexico, June 24-27, 2001 (On CD ROM).
- [22] Karweit, M., "A Virtual Engineering/Science laboratory Course", Department of Chemical Engineering, John Hopkins University., URL: <http://www.jhu.edu/virtlab/virtlab.html>.
- [23] Schmid, C., "A Remote laboratory using Virtual Reality on the Web", Simulation, Vol. 73(1), 1999, pp. 13-21.
- [24] Mannix, M., "The Virtue of Virtual Labs", Prism Online, September 2000. URL: <http://www.asee.org/prism/sept00/html/toolbox.cfm>
- [25] Uso de herramientas didácticas accesibles vía WEB en la enseñanza de asignaturas sobre estructura de computadores de sistemas informáticos. Xavier Molero, Federico Silla, Teresa Nachiondo. Departament d'Informàtica de Sistemes i Computadors Universitat Politècnica de València.
- [26] Incorporación de simuladores en la enseñanza semipresencial. Experiencia en la asignatura de Procesado Digital de la Imagen en las Ingenierías de Telecomunicación e Informática. Lluís Vicent, José A. Montero, Sandra Forroll . LaSalleOnLine Enginyeries - Dpt. Comunicacions i Teoria del Senyal Enginyeria i Arquitectura La Salle. Universitat Ramon Llull. Barcelona
- [27] Aerospace Engineering Design Course via Virtual World Masa Okutsu, Daniel DeLaurentis, and Sean Brophy Purdue University Sponsored by Purdue Discovery Learning Center and by Purdue University . College of Engineering MODSIM World Conference Virginia Beach, Virginia, October 14-16, 2009