

**VIRTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA TRANSVERSAL DE MÁSTER  
“FUNDAMENTOS Y HERRAMIENTAS PARA LA MODELIZACIÓN DE  
PROCESOS TÉCNICOS-CIENTÍFICOS DE INVESTIGACIÓN”**

**VIRTUALIZATION OF MÁSTER'S TRANSVERSE SUBJECT  
"FOUNDATIONS AND TOOLS FOR THE MODELING OF  
TECHNICAL - SCIENTIFIC PROCESSES OF INVESTIGATION"**

**Alberto Roberto Espejo Mohedano<sup>1</sup>, M<sup>a</sup> Pilar Martínez-Jiménez<sup>2</sup>,  
María Jesús Aguilera Ureña<sup>2</sup> y José Miguel Martínez Valle<sup>3</sup>**

fa1majip@uco.es (M<sup>a</sup> Pilar Martínez Jiménez, Corresponding Author)

<sup>1</sup>Unidad Organizativa Estadística, Econometría y Economía  
Aplicada

<sup>2</sup>Dpto. Física Aplicada

<sup>3</sup>Departamento de Mecánica  
Universidad de Córdoba

Received:

Accepted:

**Abstract**

In this paper, has been presented a research where is shown the change methodology of the master degree's subject teaching. It has been studied the influence in the partial and results creating first a b-learning (2012-2013-2014-2015) and later an e-learning platform, in which is included simulation interactive laboratories. These have been developed by the authors who allow the study of simulation numeric methods, study field and their comparison and validations, including several virtualization tools such as mini-videos, online tutorials, personalize and group queries and the evaluation using our own tools. This subject's progressive virtualization, the own TIC's development and the online evaluation tools' incorporation is allowing that the subject is taken abroad by international students from different areas such as Technological, Scientifics Socials and Health Science fields obtaining quite good results even having unfavorable initial conditions. In order to determinate the reliability in the increasing teaching quality has been studied the qualifications, the Pearson correlation, and Test t, showing that even with students' deficient initial knowledge, at the end of the academic year have been obtained better results.

**Keywords:** Virtual Environment, Interactive Learning, e- learning, Didactic Innovation, Simulation

**Resumen**

En esta memoria se presenta un trabajo en el que se muestra un cambio metodológico en la docencia de la asignatura transversal de máster: Fundamentos y herramientas para

la modelización de procesos Técnicos- Científicos de Investigación. Se estudia la influencia en los resultados parciales y globales de los alumnos al crear primero una plataforma b-learning (cursos 2012-2013 y 2014-2015) y después e-learning, (cursos 2015-2016), y en los que se han implementado diferentes herramientas TIC, entre ellas los minivideos y/o Laboratorios Interactivos de Simulación (LIS). Los LIS junto con otras herramientas de virtualización tales como minivideos, tutorías online, consultas personalizadas y grupales y evaluación mediante herramientas propias, han permitido la virtualización progresiva de la asignatura. El desarrollo de herramienta TIC propias y la incorporación de herramientas de evaluación online está permitiendo que la asignatura sea cursada por alumnos procedentes de diferentes áreas académicas, tales como Tecnológicas, Científicas, Sociales, y Ciencias de la Salud, obteniendo resultados muy satisfactorios aun teniendo unas condiciones de conocimientos iniciales desfavorables. Con el fin de determinar la fiabilidad en la mejora de la calidad de la docencia, se ha realizado un estudio amplio de las calificaciones empleando los test de correlación de Pearson y Test T, demostrando que, a pesar de que en los últimos cursos los alumnos tienen conocimientos de partida más deficientes, al finalizar el curso académico se han obtenido mejores resultados académicos.

**Palabras clave:** Entorno Virtual, Aprendizaje Interactivo, e-learning, Innovación Didáctica, Simulación.

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la educación superior en la Unión Europea ha sufrido una serie de cambios profundos con el objetivo fundamental de aumentar la movilidad de estudiantes y profesores y la creación de un sistema de cualificaciones en el que sea más fácil el intercambio de información sobre los contenidos del programa (Directorate-General for Education and Culture, 2004). Los ECTS (European Credit Transfer System) se basan en la premisa de que la carga de trabajo de un estudiante a tiempo completo durante un año académico corresponde a 60 créditos, lo que representa un total de entre 1500 y 1800 horas de estudio para el estudiante, que incluye todo el trabajo a realizar. El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) trata de responder a la realidad social actual y acercar el Sistema Educativo al mercado de trabajo.

En España: El instrumento idóneo para dar cauce a la adscripción al EEES es el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES), (BOE, Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio), por el que se establece un Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior, cuya finalidad es permitir la clasificación, comparabilidad y transparencia de las cualificaciones de la educación superior en el sistema educativo español, sobre todo para hacerlo comprensible frente a otros sistemas educativos.

El sistema MECES está integrado por 4 niveles crecientes de enseñanza, en los que el nivel 3 y 4 corresponden a Másteres y Doctorado, respectivamente. En los currículos de los másteres de investigación tienen un papel destacado las disciplinas transversales que permiten adquirir

competencias de carácter básico y general, y están enfocadas a la adquisición de fundamentos y herramientas de investigación de carácter científico.

En este contexto, se debe tener en cuenta que los cambios ligados a la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EESS), han creado un entorno propicio para el desarrollo de nuevas estrategias metodológicas en el proceso de enseñanza y aprendizaje basado en la formación en competencias.

El gran avance experimentado por las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en las últimas décadas, ha posibilitado el crecimiento de nuevas vías de investigación aplicadas al desarrollo tecnológico en el ámbito educativo, dando como resultado la obtención de una amplia variedad de herramientas didácticas interactivas accesibles tanto desde dispositivos electrónicos como ordenador, móvil o tablet (García-Valcárcel-Muñoz-Repiso, 2014). Este tipo de aplicaciones mejora el rendimiento del proceso educativo y la capacidad de autoaprendizaje del estudiante, facilita la autoevaluación de sus conocimientos y valida el proceso enseñanza/aprendizaje en el que están inmersos tanto el alumno como el profesor (Anastasiades, et al. 2008; Sánchez, et al., 2009).

Un factor importante en el incremento del uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza ha sido el desarrollo y difusión de aplicaciones informáticas formativas a través de internet y nuevas plataformas como web móvil y apps (Jiménez et al., 2010; Torres-Díaz et al., 2016). Dentro de los recursos pedagógicos más interesantes están el Laboratorio Virtual (LV), la Plataforma Virtual Interactiva (PVI) y b- learning, (Fraile et al., 2010; Herga & Dinevski, 2012; Lee et al., 2002; López Martín, 2003; Martínez-Jiménez et al., 1997; Martínez-Jiménez & Casado, 2004) que han demostrado su utilidad como un medio que permite la comunicación interactiva dando acceso a todo tipo de información (textos, imágenes, gráficos, videos, etc.), como administradoras de tareas, para almacenar y analizar los datos del proceso educativo, para evaluar la calidad del aprendizaje, o para diagnosticar las deficiencias y proponer actividades de recuperación (Espinoza, 2005; Sharma & Sharma, 2007; Martín & Rodríguez, 2012).

Es importante destacar que junto al uso de PVI se deben mantener las actividades de campo y laboratorio experimentales, y las actividades basadas en entornos virtuales como formación complementaria. En estas condiciones de trabajo se comprueba que la calidad de la docencia mejora notablemente (García & Vacas, 1990) y que el alumnado presenta un elevado grado de satisfacción de la docencia, como lo demuestran los resultados de encuestas de valoración del uso de la plataforma virtual por parte del alumnado de diferentes universidades (Vergara et al., 2014).

Junto con estas herramientas virtuales, es vital dotar al alumno de un buen material que le permita preparar la asignatura. En este sentido, los

“Mini-videos docentes modulares” (MDM), (Letón et al., 2010; Letón et al., 2013), resultan ser un recurso docente de gran utilidad, caracterizados por unos elementos concretos en términos de duración, soporte, metodología, filosofía, formato e interconexión (modularidad).

En el curso 2010/2011 la universidad de Córdoba implantó el nuevo sistema de másteres y doctorado, siendo una de las asignaturas transversales propuestas la denominada “Fundamentos y herramientas para la modelización de procesos técnicos-científicos de investigación” y que se ha impartido ininterrumpidamente desde su inicio hasta la fecha. Esta asignatura trata, como su nombre indica, de enseñar al alumno las bases de los procesos de simulación de comportamiento de sistemas, su modelización matemática y las herramientas, tanto de carácter general como específicas, que permiten implementar simulación de sistemas sencillos.

En esta memoria se presenta un estudio de investigación de la evolución de la metodología de trabajo de una asignatura transversal de máster. En una primera fase, se ha desarrollado e implementado un Laboratorio Interactivo de Simulación (LIS), en el que a partir del estudio de movimiento de proyectiles en medios resistentes se introduce al alumno en los procesos de modelización y simulación numérica, comparando diferentes métodos numéricos y estudiando tanto la verificación del software como la validación de métodos, modelos y simulaciones.

En una segunda fase se han desarrollado 8 minivideos de 10 minutos cada uno, correspondiendo dos por cada uno de los bloques que integran la asignatura completa, donde se explican los aspectos fundamentales de los temas a tratar.

En tercer lugar se ha puesto a punto la plataforma virtual Moodle, incorporándose los LIS desarrollados por nuestro equipo de trabajo, se han habilitado de tutorías online, se han incorporado los minivideos grabados, así como los medios docentes puestos a disposición de los alumnos (transparencias, material de prácticas, lecturas adicionales, etc.) necesarios para el óptimo desarrollo de la asignatura.

Finalmente se han diseñado estrategias y sistemas de evaluación online que permiten establecer el nivel de conocimientos adquiridos por los alumnos.

Es importante destacar que el desarrollo de esta plataforma virtual ha permitido llevar a cabo la total virtualización de la asignatura, lo que ha incrementado en el curso 2015-2016 la incorporación de alumnos internacionales.

Por último, se ha realizado un estudio del grado de satisfacción del alumno tanto de las herramientas virtuales, como de las multimedia y se han analizado estadísticamente los resultados de los diferentes bloques temáticos que comprenden la asignatura y la variación de los resultados finales alcanzados en la misma.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo ha sido virtualizar y por tanto transmitir el conocimiento de los conceptos fundamentales de Modelización de procesos técnico-científicos de investigación de manera eficaz y duradera en el tiempo, mediante la utilización de mini-videos docentes modulares (MDM), junto con otras herramientas TICs integradas en plataformas e-learning.

Esta virtualización ha supuesto un cambio de metodología de aprendizaje de la asignatura transversal de máster, comprobando el grado de aceptación del alumnado y su posible mejora en la comprensión de los conceptos tratados y en la implementación práctica de éstos.

Los Objetivos específicos que se han marcado en el desarrollo del trabajo han sido:

1º Crear una plataforma e-learning interactiva, ubicua, fácil de utilizar y con un alto contenido didáctico.

2º Desarrollar unos Laboratorios Interactivos de simulación que introduzcan a los alumnos en los métodos numéricos de simulación fácil e interactivamente y que les capaciten en la toma de decisiones a la hora de elegir el método más válido para resolver el problema investigado.

3º Desarrollar e implementar unos minivideos que abarquen todos los temas de la asignatura y que les instruyan a los alumnos en los diferentes temas que componen la asignatura.

4º Estudiar el grado de validez de la plataforma e-learning a través de tres componentes: crecimiento del número de alumnos matriculados e internacionalización de los mismos, estudio de los resultados obtenidos en las calificaciones de la asignatura para los diferentes cursos académico y su comparación y estudio del grado de satisfacción de los alumnos con el cambio de metodología seguida.

## 3. METODOLOGÍA

La asignatura transversal de máster sobre la que se ha implementado la metodología de trabajo, tiene como objetivo desarrollar las capacidades o competencias del estudiante para la incorporación de herramientas de sistemas de cálculo simbólico, numérico, análisis de datos y de visualización científica en la solución de los diversos problemas. La simulación posibilita, o bien implementar software propio, o utilizar entornos de cálculo como Matlab y Mathematica, lo que hace que el alumno adquiriera una familiarización con estos, que contribuye tanto en su formación científica como para su futuro profesional.

La asignatura se ha estructurado en los siguientes cuatro bloques:

**Bloques 1 y 2:** Introducción a la Ciencia computacional. En este bloque específico se explican los fundamentos de la Simulación, así como la elaboración de un Proyecto General. Mediante Laboratorios

Interactivos de Simulación, desarrollados por nuestro grupo de investigación, se les introduce a los alumnos en la aplicación de los métodos numéricos en la resolución de problemas, estudiando los procesos de verificación, validación, así como el diseño de experimentos.

**Bloque 3:** Modelado estadístico de procesos útiles para la investigación en Ciencias e Ingeniería: Introducción al lenguaje R. En este bloque se estudian diferentes modelos utilizados en estudios científicos en diferentes áreas, tecnológica, sociales, biosanitarios, etc. y se proponen trabajos de implementación de modelos a partir de datos experimentales utilizando el lenguaje de programación R.

**Bloque 4:** Herramientas para el modelado y simulación de sistemas científicos-tecnológicos de interés en ciencias e Ingeniería. Una vez que el alumno ha aprendido los fundamentos y herramientas de modelización y simulación mediante los bloques 1 y 2, abordamos el diseño e implementación de simulación de problemas científicos en las diversas áreas en que se imparten la asignatura. Para ello, se introducen los lenguajes Matlab y Mathematica, y se les propone a los alumnos dos problemas a resolver, cada uno en uno de los lenguajes estudiados.

### 3.1 PLATAFORMA E-LEARNING

La asignatura transversal de máster descrita se encuentra alojada en la plataforma virtual moodle (e-learning) de la Universidad de Córdoba.

Los LIS corresponde a la docencia de primer bloque de fundamentos teóricos de modelización y simulación y se acceden a ellos a través de un enlace a la plataforma virtual Citrix de la Universidad de Córdoba o también al Servidor del departamento de Física Aplicada (<https://winapps.uco.es/Citrix/UCOFARMWeb/>, <http://rabfis15.uco.es/lvct/>).

En cada uno de los bloques generales de la asignatura se han introducido dos minivideos de 10 minutos de duración en el que se explican los aspectos más destacados (Figura 1). Además, se incorporan archivos con los temas desarrollados, tareas de trabajo y ejercicios de aplicación. El portal tiene habilitadas tareas de desarrollo, tutorías online, últimas noticias etc.

Las técnicas de evaluación se desarrollan a través de trabajos que los alumnos han de incorporar a las tareas de la plataforma, así como a través de pequeños cuestionarios para cada uno de los bloques. La evaluación general de la asignatura se realiza mediante: la realización de un cuestionario general vía Moodle en unas salas informatizadas de la Universidad de Córdoba, las calificaciones obtenidas en cada uno de los trabajos presentados, y evaluación de cuestionarios parciales que se realizan por bloques. Para la evaluación de los alumnos internacionales, que no pueden acudir a la sala de informática para hacer el cuestionario general, se les da la posibilidad de realizar el cuestionario de manera

remota, mediante la plataforma moodle, fijando una hora concreta de conexión, una duración máxima de 30 minutos, y con una sola posibilidad de respuesta.



Figura 1. Minivideo explicativo del tema incluido en la plataforma Moodle de la Universidad de Córdoba.

Las técnicas de evaluación se desarrollan a través de trabajos que los alumnos han de incorporar a las tareas de la plataforma, así como a través de pequeños cuestionarios para cada uno de los bloques. La evaluación general de la asignatura se realiza mediante: la realización de un cuestionario general vía Moodle en unas salas informatizadas de la Universidad de Córdoba, las calificaciones obtenidas en cada uno de los trabajos presentados, y evaluación de cuestionarios parciales que se realizan por bloques. Para la evaluación de los alumnos internacionales, que no pueden acudir a la sala de informática para hacer el cuestionario general, se les da la posibilidad de realizar el cuestionario de manera remota, mediante la plataforma moodle, fijando una hora concreta de conexión, una duración máxima de 30 minutos, y con una sola posibilidad de respuesta.

### 3.2 IMPLEMENTACIÓN

La asignatura transversal de máster "Fundamentos y herramientas para la modelización de procesos técnicos-científicos de investigación" se

comenzó a impartir en el curso académico 2010-2011. Es una asignatura de carácter teórico-práctico, estando un 70% de la asignatura dedicado al estudio y desarrollo de casos prácticos.

En los dos primeros bloques de la asignatura se estudian los fundamentos, se utiliza el software desarrollado por nuestro equipo de trabajo, se analizan y comparan los modelos implementados, los algoritmos de implementación, los métodos matemáticos (solución analítica y numérica), los tiempos y errores de cómputo, el lenguaje utilizado, la verificación y validación.

Una vez que conocen el fundamento y técnicas de simulación, los alumnos están preparados para diseñar e implementar su propio proyecto de simulación, en el que el primer paso sería la modelización a partir de un fichero de datos experimentales; para ello se les explica los métodos de modelización y se les introduce en el lenguaje y entorno de programación para análisis estadístico y gráfico R, se les explica los conceptos básicos y se les proponen una serie de trabajos y cuestionarios de resolución.

El último paso en la creación de un proyecto es la implementación propia de una simulación. Esta se puede realizar, o bien mediante lenguajes de programación general, Visual Basic, Java, HTML5, etc. o bien mediante lenguajes de simulación matemática, tales como Mathematica y Matlab. Hemos optado por estas últimas opciones ya que la mayoría de los trabajos de investigación pueden resolverse mediante estas herramientas. Se proponen una serie de trabajos en las diferentes áreas científicas y los alumnos han de elegir dos, una la resuelven mediante Matlab y la otra mediante Mathematica. El trabajo requiere no solo la implementación de los problemas sino también han de estudiar la validez de las simulaciones realizadas.

#### 4. DESCRIPCIÓN

Como ya se ha explicado, el objetivo de este trabajo ha sido la virtualización y por tanto el cambio de metodología de aprendizaje de una asignatura transversal de máster al introducir diversas herramientas TIC, comprobar el grado de aceptación del alumnado y su posible mejora en la comprensión de los conceptos tratados y en la implementación práctica de éstos.

En los dos primeros cursos, 2010-2011, 2011-2012, la asignatura se impartía presencialmente y sin plataforma b-Learnig. En el primer bloque se explicaban los conceptos teóricamente y se presentaban transparencias con captura de pantalla del software. Las clases prácticas se realizaban sobre cuestionarios y propuestas de problemas de análisis de conceptos, por ejemplo, aplicando varios métodos de resolución, calculando sus errores, su tiempo de cómputo y se les animaba a los alumnos a que explicaran cual era el método más válido y por qué. La calificación

obtenida en el bloque se basaba en el número de respuestas correctas restando el número de errores entre cuatro.

El resto de los bloques se explicaban con problemas sencillos en el aula de informática de la universidad y con guiones que se entregaban. El método de evaluación se realizaba mediante cuestionarios presenciales y trabajos realizados en aula informatizada y entrega posterior de memorias de prácticas. En la estadística de calificaciones del curso 2010-2011 se obtuvo un 18,75% de No presentados y un 25% de Sobresalientes. El 18% de no presentados representa un valor alto para una asignatura transversal de máster de investigación. Preguntados los alumnos en el examen final sobre su apreciación de la asignatura, más del 70% observaron que los conceptos tratados eran complejos y que la asignatura debería trabajarse más individualmente en el aula de ordenadores. Por el contrario, la estadística del curso 2015-2016 presenta un valor de 4,76% de No presentados y un 45,24% de Sobresaliente, lo que representa un cambio de tendencia hacia la mejora de resultados académicos.

En el curso 2013-2014 se creó la plataforma moodle para la asignatura estudiada. Inicialmente este portal era un repositorio de temas, guiones de prácticas y trabajos propuestos. En los dos cursos posteriores se incluyeron los accesos directos a los Laboratorios Interactivos de Simulación, se iniciaron las tutorías on-line y la entrega de trabajos a través de moodle, así como se diseñaron cuestionario de evaluación por bloques con el fin de calificar parcialmente los temas tratados y ayudar a los alumnos en su aprendizaje. En los cursos 2014-2015 y 2015-2016 se implantó la enseñanza virtual de la asignatura, e-Learning, con la entrega de tareas por fechas prefijadas, la incorporación de minivideos y otras herramientas TIC que facilitan la labor de aprendizaje.

Es importante destacar que, con el fin de determinar la causa de la elección, aceptación de la asignatura, compatibilidad y posibles modificaciones para la mejora de la calidad, se les hace a los alumnos un cuestionario vía moodle, cuyos resultados parciales se muestran en la tabla 1. En este mismo cuestionario se tiene que indicar el máster de procedencia para poder ofertar los trabajos que han de realizar y ofrecer diferentes modalidades y enfoques de temas. Las contestaciones a esta se muestran en la tabla 1. Se trata de diseñar una docencia personalizada, tutorizada y orientada a los perfiles docentes e investigadores de los alumnos, aun siendo una asignatura online.

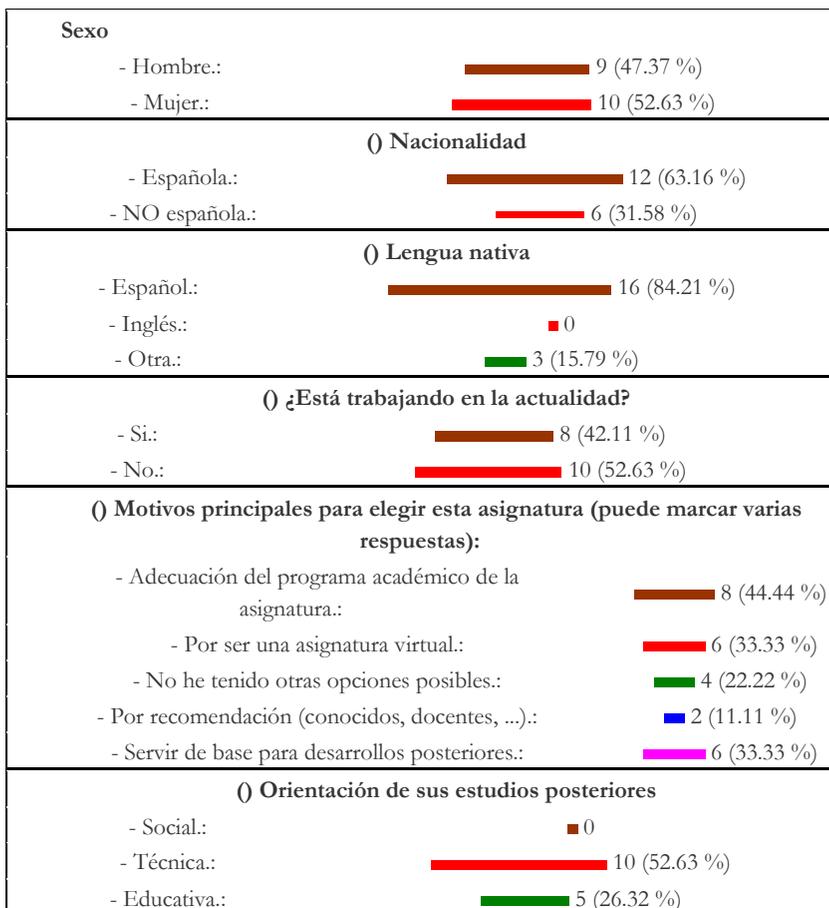


Tabla 1. Resultados de cuestionario de elección de la asignatura

En la tabla 2 se comprueba que los alumnos matriculados en los últimos cursos académicos proceden de todas las áreas científicas, lo que dificulta la impartición y nivelación de conocimientos, sin embargo, en los primeros cursos (2010-2011, 2011-2012) la totalidad de los alumnos matriculados procedían de las áreas de Ciencias y Tecnología.

<b>Máster de procedencia:</b>	
- Energías Renovables Distribuidas	
- Máster en Ingeniería Agronómica	
- Geomática, teledetección y modelos espaciales aplicados a masas forestales	
- Máster en Traducción Especializada (Inglés / Francés / Alemán - Español)	
- Máster en Geomática, teledetección aplicados a la gestión forestal	
- Traducción especializada	
- Máster en Física Avanzada	
- Metodología de la investigación en ciencia de la salud	
- Master en Cambio Global: recursos naturales y sostenibilidad	
- Geoforest (Máster en Geomática Teledetección y Modelos Espaciales aplicados a la Gestión Forestal)	
- Metodología de la investigación	
- Uruguay	
- Energías renovables distribuidas	
- GEOFOREST	
- Energías renovables distribuidas	
- Cambio Global: Recursos Naturales y Sostenibilidad	
- energías renovables distribuidas	
- Master enérgías renovables distribuidas	

Tabla 2. Máster de Procedencia 2015-2016

En primer lugar, se estudia el grado de similitud de la formación inicial de los alumnos que integran los diferentes cursos académicos. Para ello se ha realizado un estudio estadístico de las calificaciones parciales (N=118), durante un periodo de tiempo de seis años (cursos 2010-2011 al 2015-2016) esencialmente de los Bloques 1 y 2, ya que éstos representan el fundamento teórico-práctico y tiene carácter general y común a todos los másteres.

		AÑO	NOTA
AÑO	Pearson Correlation	1,000	,106
	Sig. (2-tailed)	.	,254
	N	118	118
NOTA	Pearson Correlation	,106	1,000
	Sig. (2-tailed)	,254	.
	N	118	118

Tabla 3. Correlación de Pearson

Group Statistics										
CURSO		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean					
NOTAPARC	2010	14	9,29	1,07	,29					
	2015	31	8,10	1,57	,28					
NOTAFINA	2010	14	7,88	1,60	,43					
	2015	31	8,56	1,35	,24					

Independent Samples Test											
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper	
NOTAPARC	Equal variances assumed	3,645	,063	2,572	43	,014	1,19	,46	,26	2,12	
	Equal variances not assumed			2,965	35,886	,005	1,19	,40	,38	2,00	
NOTAFINA	Equal variances assumed	,596	,444	-1,445	43	,156	-,67	,46	-1,59	,26	
	Equal variances not assumed			-1,356	21,802	,189	-,67	,49	-1,68	,35	

Tabla 4. Resultados de prueba T para muestras independientes

Se obtiene el coeficiente de correlación de Pearson (Tabla 3) con el fin de determinar el grado de correlación entre cursos. Por otra parte, se realiza el test de muestras independientes (prueba T), es decir entre metodología presencial y virtual, para los cursos 2010-2011 y 2015-2016 (Tabla 4).

Con el fin de determinar la influencia de las nuevas tecnologías en la mejora de la calidad de la docencia en la asignatura de máster (MECES 3) y el grado de aceptación por parte de los alumnos, se han estudiado estadísticamente las calificaciones para todos los cursos académicos, obteniéndose la media, mediana, kurtosis, varianza y desviación típica. (Tabla 5). En los últimos cursos, los exámenes se han realizado mediante la plataforma e-learning en un aula informatizada, en la misma hora y durante un tiempo específico.

		AÑO10	AÑO11	AÑO12	AÑO13	AÑO14	AÑO15
N	Valid	14	11	16	27	9	31
Mean		7,89	8,3182	8,5313	8,2704	7,8889	8,5581
Median		8,00	9,0000	9,0000	8,0000	8,0000	9,0000
Std. Deviation		1,60	1,1677	1,3598	1,0137	1,4530	1,3517
Variance		2,55	1,3636	1,8490	1,0275	2,1111	1,8272
Skewness		-,187	-,959	-,871	-,469	-,110	-1,319
Std. Error of Skewness		,597	,661	,564	,448	,717	,421
Kurtosis		-,835	-,253	-,325	,439	-1,743	,966
Std. Error of Kurtosis		1,154	1,279	1,091	,872	1,400	,821

Tabla 5. Estudio estadístico de calificaciones por curso

## 5. RESULTADOS OBTENIDOS

El estudio de la influencia de las TIC y la aplicación de nuevas metodologías de la docencia en la asignatura transversal de máster presentada, ha tenido una gran complejidad debido a que es una asignatura transversal enfocada a la investigación.

Además, es una asignatura común a numerosos másteres de la Universidad, de áreas muy diferentes, y que ha sufrido una modificación sustancial en su metodología de implementación a lo largo de los cursos académicos, pasando de presencial, semipresencial, b-learning a totalmente virtual, e-learning, desde el curso 2010- 2011, al curso 2015-2016, además de tener una matrícula altamente internacionalizada en los dos últimos cursos académicos.

Nuestro objetivo primordial es determinar el grado de influencia y mejora de la nueva metodología de la docencia con la incorporación de herramientas virtuales, y otras herramientas TIC y la transformación de asignaturas presencial a virtual, pasando por un portal b-learning, semipresencial.

Para ello, lo primero es determinar el grado de correlación inicial de los grupos de estudio de cada curso académico. Como hemos comentado, en los dos primeros cursos en que se ofertó la asignatura, ésta sólo estaba disponible para alumnos procedentes de Grados en Ingeniería con una formación matemática y física muy específica y al ser presencial, los alumnos eran normalmente de origen nacional. En cursos posteriores, y al ir abriendo el campo de la modelización y simulación a la mayoría de las áreas del conocimiento, la asignatura se extendió a todos los másteres ofertados por la Universidad de Córdoba y se produjo un notable aumento de matriculación de alumnos extranjeros, de Europa y Sudamérica. Esto último se muestra en la tabla 2, donde se observa la dispersión de másteres de procedencia y nacionalidad. Podemos a partir de esta tabla y cualitativamente, decir que no existe ninguna similitud ni semejanza inicial entre los grupos estudiados.

En la tabla 3, se muestran los resultados del coeficiente de correlación de Pearson. El valor obtenido de correlación de Pearson entre curso y calificaciones es de 0,106. Este valor muestra una correlación positiva de pequeña intensidad, lo que quiere decir que a medida que vamos introduciendo nuevas herramientas TIC por curso y variación de metodología más interactiva se produce una mejora progresiva, aunque no notable, de las calificaciones.

La tabla 4 permite comprobar que para los cursos 2010-2011 (presencial) y 2015-2016 (e-learning) existe una diferencia en las varianzas (prueba de Levene) y medias en cuanto a las calificaciones de una prueba parcial inicial y que no hay diferencias en las calificaciones finales. Se visualiza que los resultados de las calificaciones de los cursos son diferentes y se ha producido un aumento en la media de las calificaciones,

confirmando que el cambio de metodología ha sido eficaz ya que, partiendo de condiciones iniciales distintas, los alumnos son capaces de llegar al final del curso con calificaciones homogéneas y mayores. Esto viene corroborado en la figura 2, donde se comprueba que los no presentados en el curso 2010-2011 fueron mayor número en comparación con el curso 2015-2016.

También se aprecia un aumento en el número de sobresaliente pasando del 31,25 al 45,24%. Es decir, en los primeros cursos la formación inicial de los alumnos era más favorable matemáticamente y tecnológicamente, tanto por formación previa como por procedencia, sin embargo, en los últimos cursos la formación previa es más deficiente y dispar.

Por último y con el fin de analizar el grado de influencia en la formación personalizada del alumno de las diferentes metodologías y nuevas herramientas introducidas a lo largo de los distintos cursos académicos, se ha hecho un análisis descriptivo de las calificaciones finales de los diferentes cursos académicos, corroborando las conclusiones obtenidas con anterioridad (tabla 5).

De los valores mostrados en la tabla 5, se observa por lo general una mejora progresiva en las medias de las calificaciones (7,89; 8,31; 8,53; 8,27; 7,88; 8,55) y una disminución de la varianza (2,55; 1,36; 1,84; 1,02; 2,11; 1,82), es decir una disminución en la dispersión de las notas. En este conjunto de resultados existe una anomalía, correspondiente al curso 2014-2015, debido al cambio de dos profesores de la asignatura y la incorporación tardía de los nuevos docentes; además existió un problema

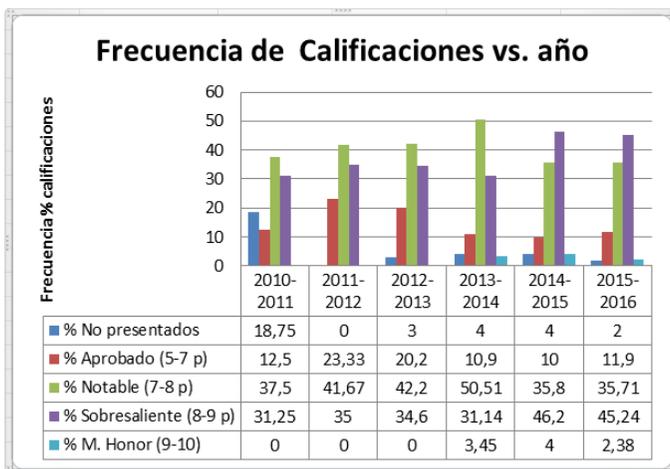


Figura 2. Estudio Comparativo de las frecuencias de las calificaciones para los diferentes cursos académicos

de matriculación de alumnos internacionales con incorporación de éstos a mitad de curso académico.

De todo lo expuesto, se concluye que las calificaciones y los resultados estadísticos muestran una mejora progresiva de los resultados académicos en los últimos cursos, de lo que se deduce que al existir una mejora en resultados finales. Partiendo de conocimientos iniciales más deficientes, las nuevas herramientas TIC incorporadas a las plataformas virtuales permiten llevar a cabo una docencia mejorada, más personalizada, tutorizada y que favorece tanto el trabajo del alumno como del profesor.

## 6. UTILIDAD/ANÁLISIS

La utilidad de la virtualización ha quedado demostrada en el análisis de resultados, ya que se demuestra que existe una mejora de los resultados académicos, se internacionaliza la enseñanza y también se ha abierto el campo de aplicación extendiéndose a todas las áreas científicas, sociales y tecnológicas.

## 7. CONCLUSIONES/DISCUSIÓN

En esta memoria se ha presentado un trabajo en el que se ha estudiado la influencia de las nuevas herramientas TIC, incorporadas en un portal virtual e-learnig, en la docencia de una asignatura transversal de máster, así como el cambio metodológico implementado en el transcurso de seis cursos académicos.

Se han desarrollado laboratorios Interactivos de Simulación mediante diferentes métodos matemáticos, analíticos, gráficos y numéricos, como herramienta TIC de prácticas incorporadas en la plataforma web.

Se han introducido herramientas didácticas de formación personalizadas tales como minivideos, amplios tutoriales, que incluyen animaciones, sonido y videos que aumentan la atracción de los alumnos.

El portal implementado incorpora herramientas compactas, intuitivas, fáciles de utilizar y reúnen en una sola web los principales elementos que intervienen en el proceso educativo: contenidos teóricos, actividades prácticas (resolución de problemas, simulaciones y experimentos virtuales) y evaluación de conocimientos previos o adquiridos, mediante test online.

El estudio estadístico de los resultados obtenidos por los alumnos y de los test de valoración de la calidad ha demostrado la utilización de la plataforma web creada junto con todas las herramientas TIC desarrolladas e incorporadas por los autores, favorece la motivación y el aprendizaje de las materia que se imparte y sirve para introducir a los alumnos en el dominio de las ciencias computacionales, además de introducir innovaciones técnicas y metodológicas en la enseñanza universitaria que están basadas en las nuevas tecnologías de la información.

### AGRADECIMIENTOS (SI LOS HUBIERA)

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Innovación docente, convocatoria 2016-17, N°2016-2017 titulado: “Virtualización de la asignatura transversal de máster Fundamentos y Herramientas para la Modelización de Procesos Técnicos Científicos de Investigación”, obtenidos en Convocatoria Oficial de la Universidad de Córdoba mediante evaluación externa.

## BIBLIOGRAFÍA

Anastasiades, P. S., Vitalaki, E., & Gertzakis, N. (2008). Collaborative learning activities at a distance via interactive videoconferencing in elementary schools: Parents' attitudes. *Computers and Education*, 50(4), 1527-1539. doi:10.1016/j.compedu.2007.02.003

Espinoza, F. (2005). An analysis of the historical development of ideas about motion and its implications for teaching. *Physics Education*, 40(2), 139-146. doi:10.1088/0031-9120/40/2/002

Fraile, J. C., Sánchez, J. M., García, A. B. S., Sánchez, J. B., Conde, M. J. R., Hernández, M. C., & Méndez, J. A. J. (2010). Simulaciones computacionales en la enseñanza de la Física Médica. *Education in the knowledge society (EKS)*, 11(2), 46-74.

Galán, B. M., & Mateos, D. R. (2012). La evaluación de la formación universitaria semipresencial y en línea en el contexto del EES mediante el uso de los informes de actividad de la plataforma Moodle *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 15(1), 159-178.

García, I., & Vacas, J.M. (1990). Actividades de Física y Biología con ordenador. *Aula*, 3, p. 135-142.

García-Valcárcel-Muñoz-Repiso, A., Basilotta-Gómez-Pablos, V., & López-García, C. (2014). Las TIC en el aprendizaje colaborativo en el aula de Primaria y Secundaria. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, 21(42), 65-74.

Herga, N.R., & Dinevski, D. (2012). Using a virtual laboratory to better understand chemistry e an experimental study on acquiring knowledge. In: *LuzarStiffler, V., Jarec, I., Bekic, Z. (Eds.), Proceedings of the ITI 2012 34th International Conference on Information Technology Interfaces*, 237-242.

Jiménez, P.M., Pedrós-Pérez, G, Cubero-Atienza, A., Redel-García, M.D., Salas, L., & García, L. (2010). Telematic Training via a website of technicians in work-related risk prevention. In *2st International Conference on Computer Supported Education*. 7-10 abril, 2010. *Valencia-Spain*.

Lee, W.J., Gu, J.C., & Li, R.J. (2002). A physical laboratory for protective relay education. *IEEE Transactions on education*, 45 (2), 182-186. doi:10.1109/TE.2002.1013885

- Letón, E., García, T., Prieto, Á., & Quintana, I. (2010). Diseño y elaboración de mini-vídeos docentes mediante. In *Conferencia On-Line". XV Congreso Internacional de Tecnologías para la Educación y el Conocimiento*. <http://www.ia.uned.es/minivideos>.
- Letón, E., Luque, M., Molanes, E. M., & García, T. (2013). ¿Cómo diseñar un MOOC basado en mini-vídeos docentes modulares? In *Actas del XVIII Congreso Internacional de Tecnologías para la Educación y el Conocimiento*.
- López Martín, A.J. (2003). Web-based remote of communication systems: A successful experience. *International Journal of English Education*, 40, 169-174. doi: 10.7227/IJEEE.40.3.1
- Marion, J.B. (1995). *Dinámica clásica de las partículas y los sistemas*. Barcelona: Reverté.
- Martínez, P., León, J. & Pontes, A. (1994). Simulación mediante ordenador de movimientos bi-dimensionales en medios resistentes. *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 30-38.
- Martínez-Jiménez, P., & Casado, E. (2004). Electros: Development of an educational software for simulations in electrostatic. *Computer Applications in Engineering Education*, 12(1), 65-73. doi:10.1002/cae.10050
- Martínez-Jiménez, P., Casado, E., Martínez-Jiménez, J. M., Cuevas-Rubiño, M., Gonzalez-Caballero, D., & Zafra-López, F. (1997). Interactive physics simulations appeal to first-year students. *Computers in Physics*, 11(1), 31.
- Martínez-Jiménez, P., Casado, E., Martínez-Jiménez, J.M., Cuevas-Rubiño, M., González-Caballero, D., & Zafra-López, F. (1997). Interactive physics simulations appeal to first-year students. *Computer in Physics*, 11, 31-35. doi: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4822510>
- Sánchez, P. F., Garnacho, A. S., Dacosta, J. G., & Mandado, E. P. (2009). Active learning through self-assessment using a virtual laboratory. [El aprendizaje activo mediante la autoevaluación utilizando un laboratorio virtual] *Revista Iberoamericana De Tecnologías Del Aprendizaje*, 4(1), 53-62.
- Sharma, S.V., & Sharma, K.C. (2007). Concepts of force and frictional force: The influence of preconceptions on learning across different levels. *Physics Education*, 42, 516-521. doi:10.1088/0031-9120/42/5/012
- Torres-Díaz, J. C., Duarte, J. M., Gómez-Alvarado, H. F., Marín-Gutiérrez, I., & Segarra-Faggioni, V. (2016). Usos de Internet y éxito académico en

estudiantes universitarios. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, 24(48). Doi: <http://dx.doi.org/10.3916/C48-2016-06>

Vergara, D., Rubio, M.P.,& Prieto, F. (2014). Nueva herramienta virtual para la enseñanza de la caracterización mecánica de materiales. *Revista Educación en Ingeniería*, 9(17), 98-107.