



# **Jornadas de Innovación Educativa y Docencia en Red de la Universitat Politécnica de València**

*Editores*

Vicente Botti Navarro  
Miguel Ángel Fernández Prada  
José Simó Ten  
Fernando Fargueta Cerdá

**2014**

**EDITORIAL  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

*Colección Congresos*

Los contenidos de esta publicación han sido evaluados por el Comité Científico que en ella se relaciona y según el procedimiento que se recoge en <http://inred2014.blogs.upv.es/comites/>

© Vicente Botti Navarro (editor)  
Miguel Ángel Fernández Prada (editor)  
José Simó Ten (editor)  
Fernando Fargueta Cerdá (editor)

© 2014, de la presente edición: Editorial Universitat Politècnica de València  
[www.lalibreria.upv.es](http://www.lalibreria.upv.es) / Ref.: 6183\_01\_01\_01

DOI: <http://dx.doi.org/10.4995/INRED.2014.84>

ISBN: 978-84-9048-271-1 (versión cd)

Queda prohibida la reproducción, la distribución, la comercialización, la transformación y, en general, cualquier otra forma de explotación, por cualquier procedimiento, de la totalidad o de cualquier parte de esta obra sin autorización expresa y por escrito de los autores.



Jornadas In-Red 2014  
Universitat Politècnica de València

## Mejora del sistema de evaluación de las prácticas con ordenador en la asignatura de Matemáticas I para el Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

Jose Antonio Morano Fernández<sup>a</sup>, Jose Antonio Verdoy González<sup>b</sup>, María Belén García Mora<sup>c</sup> y Esther Sanabria Codesal<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Dpto. de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València, Spain, [jomofer@mat.upv.es](mailto:jomofer@mat.upv.es),

<sup>b</sup>Dpto. de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València, Spain, [javerdoy@mat.upv.es](mailto:javerdoy@mat.upv.es),

<sup>c</sup>Depto de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València, Spain, [magarmo5@mat.upv.es](mailto:magarmo5@mat.upv.es)

y <sup>d</sup>Dpto. de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València, Spain, [esanabri@mat.upv.es](mailto:esanabri@mat.upv.es).

---

### **Abstract**

*During the year 2012-2013 the authors of this study, teachers of the subject Mathematics I for the degree in Industrial Design Engineering and Product Development, taught in the School of Design Engineering have performed changes in the methodology of the Practice with Computer of this subject, especially in the field of assessment. This part of the subject has been adapted from a working system almost exclusively in the classroom to a working system base on a type of “reverse class” where the student must prepare the content before attending the classroom session. Throughout the year 2013-2014 we have settled the changes and the work has continued in the same line.*

*This paper presents the improvements achieved with these changes, the process followed in the transformation, some examples of the material used in each phase and how achievements in attendance and ratings are managed by the teacher and students. Finally, the results of a survey students about this new way of working are also shown.*

**Keywords:** *Flipped classroom, Comprehensive evaluation, Laboratory sessions, Mathematics.*

### **Resumen**

*Durante el curso 2012-2013 los autores de este trabajo, profesores de la asignatura de Matemáticas I para la titulación de Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos que se imparte en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, han realizado modificaciones en la metodología de las Prácticas con Ordenador de la asignatura, sobretodo en el ámbito de su evaluación. Esta parte de la asignatura ha sido adaptada pasando de trabajarse casi exclusivamente en la clase presencial a un sistema de trabajo de tipo “clase inversa” donde el alumno debe preparar los contenidos antes de asistir a la sesión presencial. A lo largo del curso 2013-2014 se han asentado los cambios y se ha continuado trabajando en la misma línea.*

*Este artículo presenta las mejoras conseguidas con estos cambios, el proceso seguido en la transformación, algunos ejemplos del material empleado en cada fase y como se gestionan por parte del profesor y del alumno los resultados obtenidos tanto en asistencia como en calificaciones. Finalmente, también se muestran los resultados de un sondeo realizado a los alumnos sobre esta nueva forma de trabajar.*

**Palabras clave:** *Clase inversa, Evaluación exhaustiva, Clases de Matemáticas con ordenador, Matemáticas.*

### **Introducción**

El Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación de la Universitat Politècnica de València (UPV) a través del Instituto de Ciencias de la Educación realiza cada año una convocatoria de ayudas para la realización de Proyectos de Innovación y Mejora Educativa (PIME). Durante el curso 2012-2013 los autores de este trabajo, profesores de la asignatura de Matemáticas I para la titulación de Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos que se imparte en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID), han realizado dentro del proyecto PIME B-11, modificaciones en la metodología de las Prácticas con Ordenador (PL) de la asignatura, sobretodo en el ámbito de su evaluación.

La asignatura objeto de cambios es una asignatura anual, de primer curso y con 9 ECTS de los que 3 son de PL. En los cursos 2012/2013 y 2013/2014 la asignatura tuvo una media de 150 alumnos en dos turnos donde para las sesiones de PL se desdoblaban en 4 grupos de unos 25 por las mañanas y 3 grupos de unos 20 por la tarde.



Los principales objetivos de este proyecto han sido mejorar el aprovechamiento del tiempo que el alumno está de forma presencial en el aula (Soesanto, 2012) y tener más información de si el alumno va comprendiendo y va siendo competente para resolver los problemas de cada tema del curso.

Durante los cursos 2012/13 y 2013/2014 se han realizado modificaciones en el sistema de trabajo del alumno principalmente en las sesiones de PL, donde se ha pasado de un sistema casi exclusivamente de trabajo en el aula a un sistema de tipo 'clase inversa'. Esta adaptación ha requerido por parte del profesorado una división del trabajo de cada sesión en diversas fases (Sánchez, 2012) y la elaboración del material necesario para cada una de estas fases.

En este artículo se explica el proceso seguido en esta transformación, se muestran ejemplos del material empleado en cada fase, como se gestiona por parte del profesor y del alumno y los resultados obtenidos tanto en asistencia como en calificaciones. También se muestran algunas dificultades encontradas en el proceso con sus propuestas de superación: alumnos que no preparan la sesión, otros que durante la sesión copian resultados sin aprender el procedimiento, etc.

Finalmente, también se muestran los resultados de un sondeo realizado a los alumnos sobre esta nueva forma de trabajar.

## **1. Objetivos**

Tal y como se mencionaba en la Introducción uno de los objetivos es la mejora del aprovechamiento del tiempo que el alumno está de forma presencial en el aula. Hasta el comienzo de este proyecto los alumnos asistían a las sesiones de PL sin preparación previa por lo que gran parte del tiempo de clase se dedicaba a leer, comprender y resolver las dudas que se presentaban. A continuación ya se podían hacer ejemplos un poco más avanzados y algunos ejercicios, pero el tiempo que quedaba para éstos ya era escaso. Para hacer una evaluación de las sesiones las actividades debían ser breves haciendo que no se pudiese realmente saber si el alumno había adquirido esa competencia durante la sesión. Si bien es verdad que esas competencias pueden ser evaluadas en un examen posterior, éste puede ser muy tarde para que la evaluación sea realmente formativa quedándose únicamente en sumativa.

Nuestro objetivo es por tanto que el alumno se prepare cada sesión con antelación para conseguir que la fase de lectura, comprensión y realización de ejemplos no se realice durante la clase. De esta manera el tiempo presencial se aprovecha más y mejor resolviendo situaciones más complicadas en los ejemplos, dudas más significativas y destacando más detalladamente los conceptos que se consideran importantes.

Por otra parte, no todos los alumnos tienen la misma capacidad para leer y comprender al mismo ritmo los contenidos que se tratan, pero este sistema permite que cada alumno dedique el tiempo necesario para que su acceso a la sesión presencial sea en similares condiciones, siendo por tanto este último, otro objetivo de la nueva metodología.

También queremos destacar como objetivo del cambio metodológico la necesidad de disponer de más y más frecuente información de como el alumno lleva su aprendizaje, es decir, si el alumno va comprendiendo y va adquiriendo las competencias necesarias para resolver los problemas de cada tema del curso.

## **2. Desarrollo de la innovación**

La tarea de las prácticas de Matemáticas con ordenador durante el curso es desarrollada por el alumno en 27 sesiones. Para cada una de ellas hemos proyectado tres fases principales: la primera es una preparación previa del tema que va a trabajarse en la sesión, la segunda (ya presencial) se realiza en los primeros 30' de la clase donde se resuelven dudas, ejemplos y algunos ejercicios que se han propuesto y una tercera fase de evaluación/aprendizaje donde el alumno realiza unos ejercicios de los que es evaluado a través de la plataforma PoliformaT (García-Mora, 2013), que la UPV tiene al servicio de profesores y alumnos. Esta evaluación se realiza con la asistencia por parte del profesor, lo que nos ha hecho pensar en la necesidad de mantener dos exámenes al curso con evaluación sin asesoramiento del profesor durante la prueba.

En cada una de las fases el profesorado ha tenido que elaborar el material necesario:

### **Instrucciones**

Para cada sesión, el profesorado ha redactado unas instrucciones que guían al alumno sobre el trabajo que debe ir realizando para acceder apropiadamente a la sesión.



Fig. 1. Fragmento de instrucciones dispuestas en Recursos de la plataforma

En las instrucciones se indican, en primer lugar, los contenidos teóricos que van a ser utilizados y que han sido estudiados con antelación en las sesiones de teoría/problemas. A continuación se indica que sección del libro de prácticas (Morano, 2012) esta asociada a las competencias que se van a trabajar en la sesión. En el libro aparecen ejemplos ya resueltos con explicaciones que el alumno debe ir realizando y comprendiendo. Finalmente, se propone al alumno la resolución de una serie de ejercicios que no están desarrollados en el libro para que él mismo sepa si sabe resolverlos.

#### **Preparación de la sesión (dudas posibles y contenidos importantes).**

Para la primera parte de la sesión presencial también es necesaria la elaboración de material que favorezca la eficiencia temporal de esa parte. Básicamente deben prepararse las posibles dudas que vayan a ser planteadas en la segunda fase y las explicaciones de los contenidos considerados importantes de la sesión por si estos aspectos relevantes no apareciesen entre las dudas.

#### **Elaboración y redacción de las cuestiones para la evaluación de la sesión**

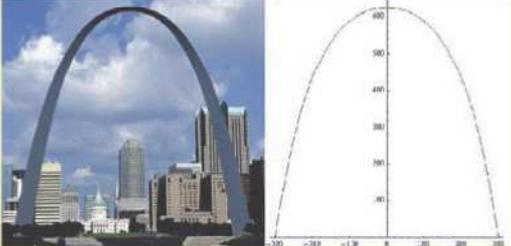
Se han creado varias preguntas para cada sesión. Estas preguntas se proponen a través de la plataforma PoliformaT y son ejercicios que el alumno debe realizar con el ordenador durante la última fase. En su elaboración se ha tenido en cuenta que concuerde tanto con las instrucciones como con los ejemplos y los ejercicios que se han propuesto. Por lo general las respuestas son celdas que deben ser rellenadas con valores numéricos, ver Fig. 2.

Utiliza en tus resultados números decimales con 6 dígitos

La función

$$f(x) = 693.8597 - 68.7672 \cosh(3.0022x/299.2239)$$

es la altura (en pies) del arco de San Luis en función de la distancia al centro.  
Observa la foto real y la representación gráfica:



La máxima altura se alcanza cuando  $x = 0$  y vale  pies.

Halla los valores de  $x$  para los que  $f(x) = 0$ :

$$x_1 = \text{} < x_2 = \text{}$$

Halla la longitud total del arco.

$$L = \text{} \text{ pies}$$

Fig. 2. Ejemplo de pregunta de tipo valor numérico

El uso de la plataforma en la última fase de la sesión permite tener las correcciones de los ejercicios nada más terminar la prueba lo que hace que el alumno tenga un feedback más pronto. Otra virtud de las pruebas a través de la plataforma, es la posibilidad de dejar durante todo el curso, acceso a la visualización de la prueba.

También facilita la gestión de las notas mediante la Herramienta de la plataforma 'Calificaciones'. Esta gestión mejora para el profesor que puede filtrar por grupos, o ver todas las calificaciones de un alumno, etc., y también mejora para el alumno porque puede ver en cualquier momento que sesiones (con sus competencias correspondientes) son las que necesitan un repaso.

Tabla de calificaciones

Título*	Fecha de entrega	Log	Nota**
Actividades en clase	01 sep-2013		( <input type="text" value="1"/> )
Ev ses 01 (13/14). Primeros cálculos con Mathematica	11-sep-2013		6
Ev Ses 02 (13/14). Variables y Funciones	18-sep-2013		10
Ev Ses 03 (13/14). F. Hiperbólicas y Gráficas Cartesianas	25-sep-2013		3,7
Ev Ses 04 (13/14). Resolución de ecuaciones.	02-oct-2013		8,1
Ev Ses 05 (13/14). Límites y Derivadas.	08-oct-2013		7,7
Test 1(13/14) - Unidad 1	14-oct-2013		5,39
Ev Ses 06 (13/14). Gráficas 3D y Derivadas Parciales.	16-oct-2013		9,5
Ev Ses 07 (13/14). Gradiente y Derivadas direccionales.	23-oct-2013		8,5
Ev Ses 08 (13/14). Hessiano y Extremos libres	30-oct-2013		7,15
Ev Ses 09 (13/14). Gráficas I: Agrupar, func. especiales y animaciones.	06-nov-2013		10
Ev Ses 10 (13/14). Extremos Condicionados	13-nov-2013		5,5

Fig. 3. Utilizando 'Calificaciones' el alumno detecta que competencias están peor adquiridas

### 3. Resultados

Los resultados pueden analizarse desde el punto de vista de las calificaciones, ver Tabla 1.

Tabla 1. Calificaciones en PL

	12/13	13/14
Sesiones PL (27)	8,17	8,24
Exámenes PL (3)	6,86	6,85

Desde nuestro punto de vista estas calificaciones son bastante aceptables y muestran cierta discrepancia entre las sesiones y los exámenes porque en estos últimos el profesor no está asistiendo al alumno.

También pueden considerarse los resultados por porcentajes o tasas de rendimiento pero en este caso considerando la asignatura globalmente y no sólo la parte de PL, ver Tabla 2.

Tabla 2. Tasas de rendimiento y de abandono

	12/13	13/14*
--	-------	--------

NP	2 %	2 %
Suspensos	10 %	9 %
Aprobados	88 %	89 %

*\*Datos no oficiales en el momento de la redacción del artículo*

Aunque estos resultados son más globales que la parte de la asignatura que hemos modificado creemos que mantener al alumno activo para preparar las sesiones de PL cada semana le fuerza a repasar las sesiones de teoría/problemas teniendo por tanto influencia en la tasa de abandono y en la de rendimiento.

Finalmente también debemos tener en cuenta la visión del alumno, para lo que hemos realizado estos dos cursos un sondeo con diversas preguntas que pueden verse en la Tabla 3.

**Tabla 3. Opiniones de los alumnos (%)**

	Sí (12-13/13-14)	No o No sabe (12-13/13-14)
¿El número de prácticas ha sido el adecuado para aprender los contenidos de la asignatura?	92 / 94	8 / 6
¿Usar PoliformaT en las sesiones de PL hace que los contenidos se aprendan mejor?	84 / 88	16 / 12
¿La evaluación realizada en cada sesión de PL se ajusta a lo aprendido en las clases?	96 / 93	4 / 7
¿La evaluación con PoliformaT al final de cada sesión de PL favorece el proceso de aprendizaje?	94 / 94	6 / 6
¿Crees que sería bueno para el proceso de aprendizaje acabar las sesiones de TP con un test mediante PoliformaT sobre lo tratado?	36 / 62	17+47 / 16+22

En general, el uso de la plataforma para evaluar las sesiones de PL es aceptado en todos los aspectos consultados: número de prácticas, ajuste a los contenidos y a lo explicado en las clases y mejora del proceso de aprendizaje. La última de las cuestiones de la Tabla 3 se refiere a la extensión del método a las clases de teoría/problemas. Sobre esta cuestión ha habido cierta transición de un año a otro sobre todo en el número de indecisos que ha pasado de un 47% a solo un 22%. En nuestra opinión este cambio puede ser debido a que

este curso ya se han realizado algunas actividades de este tipo en las sesiones de teoría/problemas por lo que los alumnos sí tienen una referencia de como pueden ser este tipo de preguntas.

Este año se ha añadido una pregunta al sondeo para consultar cuántas horas dedica cada uno a la preparación previa de cada sesión. La pregunta ha sido: “¿Cuántas horas dedicas como media a la semana para preparar cada práctica?” y la distribución de respuestas ha sido 58% menos de 1 hora, 29% entre 1 y dos horas y un 13% más de dos horas. Este resultado viene a validar la consecución del objetivo de que cada alumno pueda preparar su sesión según sus posibilidades.

#### **4. Conclusiones**

La tasa de abandono es notablemente baja 2% y la tasa de rendimiento es bastante aceptable cerca de un 88% los últimos dos años.

La opinión de los alumnos muestra con claridad que el nuevo sistema de trabajo y evaluación en las sesiones de PL es aceptado y aunque expresan más dudas en cuanto a si este sistema sería trasladable a las sesiones de teoría/problemas su opinión se vuelve más favorable cuando conocen el tipo de preguntas que se harían. Todo esto lleva a los autores a la conclusión de que la nueva forma de trabajo en la asignatura de Matemáticas está teniendo éxito y goza de buena aceptación.

Para intentar seguir mejorando este proceso de aprendizaje, los autores tienen previsto incorporar más preguntas a través de PoliformaT al final de cada sesión de teoría/problemas. Este nuevo plan de trabajo pretende que el alumno asista a todas las sesiones y que haga un esfuerzo por atender y entender las clases incluso con su preparación previa. Esta tarea, que proporciona al estudiante un mayor aprendizaje de los conceptos necesarios para la sesión, presenta ciertas dificultades de infraestructura que están siendo estudiadas con la ETSID y el Departamento de Matemática Aplicada (DMA) de la UPV.

#### **5. Agradecimientos**

Los autores agradecen al Departamento de Matemática Aplicada de la UPV por el establecimiento de ayudas a proyectos educativos innovadores, a la ETSID por su apoyo continuo en los proyectos de innovación docente y al Vicerrectorado de Estudios y Convergencia Europea de la UPV por su colaboración con el proyecto de innovación y mejora educativa (PIME) B-11.

## 6. Referencias

### Libro

MORAÑO FERNÁNDEZ, JA., SÁNCHEZ RUIZ, LM. (2012). *Cálculo y Álgebra con Mathematica* 8. València: Universitat Politècnica de València.

### Ponencias de congresos

GARCÍA-MORA, B., (2013). “ Adaptación a una metodología más activa e implementación de evaluación continua en Matemáticas del Grado en Diseño Industrial”. *XXI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas 2013*. Valencia.

SÁNCHEZ RUIZ LM., MORAÑO FERNANDEZ, JA., ROSELLÓ FERRAGUT,MD., (2012). “Fitting Mathematics to EHEA in Aerospace Engineering at the School of Design Engineering ETSID in Valencia (Spain)”. *International Conference on Engineering Education, ICEE-2012*. Turku, Finland. Paper: W2A-5-W2A-7.

SOESANTO K., (2012). “ Motivational education for science course ”. *International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering IEEE-TALE 2012*. Hong Kong. Paper 221.

Hernández Franco, C.	846	Page, A.	1089
Iborra Clar, M.I.	835	Part Escrivá, M.C.	762
Izquierdo, J.	474	Payá Zaforteza, I.	714
Jordán Lluch, C.	310	Payá Zaforteza, I.	721
Llinares Millán, J.	943	Payá, J.	878
Llorens Molina, J. A.	116	Payria, B.	181
Llorente, R.	565	Peña Cerdán, A.	1138
López Mateu, V.	964	Pons Martí, A.	1005
Marín García, J.A.	1074	Porres de la Haza, M.J.	897
Marín García, J.A.	1290	Poza Luján, J.L.	1250
Martí Campoy, A.	815	Prósper Ribes, J.	140
Martín de Madrid, P.S.	728	Quiles, A.	1220
Martín Fuentes, D.	1348	Quintanilla, I.	610
Martínez Gómez, V.	343	Ramón Fernández, F.	130
Martínez Navarrete, N.	1103	Rodríguez, A.	1012
Martínez Román, J.	365	Ruiz García, J.C.	353
Mengual Cuquerella, J.	529	Sahuquillo, O.	487
Miguel Arnal, J.	1206	Sanabria Codesal, E.	1050
Moll, S.E.	680	Sánchez Carratalá, C.R.	1308
Moltó, G.	54	Santafé Moros, A.	324
Moltó, G.	151	Segarra García, M.	913
Moltó, G.	166	Sendra, S.	576
Monfort i Signes, J.	102	Soriano, J.	432
Montañés, M.T.	640	Tormo Carbó, G.	1374
Moraño Fernández, J.A.	887	Val Fiel, M.	279
Moreno Navarro, M.S.	929	Valor Miró, J.D.	272
Moreno Navarro, M.S.	993	Vargas Colás, M.D.	388
Moreno Navarro, M.S.	1323	Vázquez, E.	443
Morera, I.	239	Vidal Meló, A.	689
Muñoz Portero, M.J.	1176	Vidaurre, A.	224
Navarro Jover, J.M.	69	Yepes, V.	39
Noguera, P.	260	Zárraga Llorens, M.	591