

Un proyecto docente basado en una auténtica evaluación continua utilizando una herramienta software

M. Isabel Hartillo Hermoso, Rafael Robles Arias

Departamento de Matemática Aplicada I

Universidad de Sevilla

E.T.S. Ingeniería Informática, Avda. de Reina Mercedes s/n

41012 Sevilla

{hartillo,rafarob}@us.es

Resumen

La reciente creación de la titulación de Grado en Ingeniería Informática propició la adecuación de sus asignaturas al Espacio Europeo de Educación Superior, poniendo especial énfasis en la promoción del aprendizaje continuado a lo largo de la vida. En este trabajo se presenta y analiza un proyecto de innovación y mejora docente aplicado en la asignatura Cálculo Infinitesimal y Numérico, perteneciente al módulo de Formación Básica. Se ha tomado para ello un grupo piloto dentro de la titulación. La principal característica del proyecto reside en el diseño de dinámicas docentes diferenciadas entre clases teóricas, prácticas de aula y prácticas de laboratorio y al mismo tiempo integradoras de un proceso continuado de aprendizaje y de aplicación práctica de lo aprendido, garantizando que sea compatible con una auténtica evaluación continua de todo el proceso. La viabilidad del proyecto dependía en gran medida de la carga de trabajo que ello suponía para el profesorado implicado. Para ello, se diseñó una herramienta software que permite la generación y asignación de actividades personalizadas para el alumnado así como una evaluación semi-automática de las mismas. Un primer análisis de los resultados obtenidos muestra una mejora significativa respecto de otros proyectos basados en planteamientos más clásicos.

Summary

The recent creation of the Degree in Computer Engineering led the adaptation of their subjects to the European Higher Education Area, stressing on life-long learning throughout life. This paper presents and analyzes a proposed educational plan of innovation. It has been applied to the subject *Cálculo Infinitesimal y Numérico* (Differential Calculus and Numerical Analysis) as part of basic training mo-

dules. It has been tested in a pilot group within the degree. The main feature of the project lies in the design of teaching dynamics. It has been scheduled in theoretical classes, classroom practices and laboratory practices. These modules achieve continuous process of learning and practical application of learning, ensuring an authentic continuous assessment throughout the process. The viability of the project depended heavily on the workload for the involved teachers. For this, we designed a software tool that allows the generation and assignment of custom activities for students and semi-automatic evaluation of them. A first analysis of the results shows a significant improvement over previous results with other projects based on classic approaches.

Palabras clave

Proyecto docente, evaluación continua, herramienta software, tareas personalizadas, Sage.

1. Motivación

El Espacio Europeo de Educación Superior ha supuesto cambios en todos los ámbitos universitarios. Desde el punto de vista docente, el sistema de aprendizaje tradicional basado en clases magistrales de tipo teórico y práctico ha sido revisado. Una visión generalista del enfoque metodológico en el EEES lleva como protagonista a la promoción del aprendizaje continuado a lo largo de la vida. En el documento ministerial [1] leemos: “*Asumiendo el papel de orientador, el profesor debe ahora evaluar el proceso de aprendizaje del estudiante, no para sancionar sus resultados meramente, sino para ayudarle a cumplir objetivos mediante un seguimiento continuo de su trabajo. Además, el nuevo sistema pretende más verificar competencias (en el sentido de “demostrar ser competente para algo”) obtenidas por*

el propio estudiante en cada materia.”

El principal escollo que encuentra el docente para aplicar una verdadera evaluación continua es el incremento desproporcionado de la cantidad de trabajo requerido para grupos numerosos de alumnos frente a los métodos clásicos de docencia y evaluación del aprendizaje. Incluso, una vez dado el paso de generar ingentes cantidades de material docente para un curso académico, es especialmente desmotivadora la perspectiva de sacarle poco rendimiento en el siguiente curso salvo a costa de que se repitan los mismos ejercicios y tareas asignadas al alumnado. Todo ello hace que con frecuencia la evaluación continua se traduzca en la realización de una o dos pruebas o controles de conocimientos y escaso número de trabajos individuales o en grupos reducidos (1 o 2 trabajos para 3 o 4 alumnos por grupo). Si no se realizan evaluaciones muy continuadas, la carga de trabajo por parte del alumnado no se lleva a cabo uniformemente y se concentran grandes picos de carga alrededor de las pruebas evaluables. Para evitar este efecto nos propusimos tareas semanales, de forma individual, por parte de los alumnos. Esto suponía realizar diferentes pruebas para cada alumno, de dificultad similar para todos ellos durante todas las semanas.

Nos planteamos el objetivo prioritario de conseguir una verdadera evaluación continua optimizando el trabajo realizado por los profesores. Para ello nos propusimos el desarrollo e implementación de una aplicación informática que facilitase y propiciase nuevas metodologías docentes a la par que ayudase, simplificando, las gestiones de evaluación y calificación del alumnado. Su principal prestación es la capacidad de generar cuestionarios, tareas y enunciados de problemas diferenciados para el alumnado, permitiendo su evaluación posterior de forma automática o semiautomática, con una mínima carga de trabajo para el docente. De esta forma, se consigue además una distribución regular del trabajo del alumno a lo largo del cuatrimestre.

2. Contexto de aplicación y marco referencial

Nuestro proyecto se ha llevado a cabo en la asignatura “Cálculo Infinitesimal y Numérico”, asignatura de Formación Básica del Conocimiento del Grado

Optimización del tiempo y el trabajo del profesor

en Ingeniería Informática-Tecnologías Informáticas de la Universidad de Sevilla durante el curso 2011-2012.

Esta asignatura se imparte en primer curso, en el primer cuatrimestre, por lo que se hace especialmente difícil para el alumnado. En primer lugar, la diversidad de contenidos de la asignatura es muy amplia y en segundo lugar, el alumno es un recién llegado a la Universidad, con el choque que esto suele suponer.

En el curso 2010-2011 se impartió por primera vez el primer curso de las Titulaciones de Grado. El sistema de evaluación continua en esta asignatura constaba de prácticas de laboratorio, que se evaluaban en cada sesión realizada, contabilizando un total de seis sesiones. El cómputo global de estas prácticas de laboratorio suponía el 20% del total de la calificación. También se realizaban tres evaluaciones de las sesiones teórico-prácticas llevadas a cabo mediante controles parciales de la materia, repartidas a lo largo del cuatrimestre. Estos controles sumaban el 80% del total de la puntuación.

El principal problema que se detectó en el curso 2010-2011, fue la alta tasa de abandono del sistema de evaluación continua por parte de los alumnos. El porcentaje que se presentaba a la última prueba evaluable era muy bajo, por lo que el sistema de evaluación continua no era seguido por el grueso de los estudiantes. En consecuencia, se obtuvo un tasa de rendimiento muy baja, frente a una tasa de éxito aceptable.

Nos planteamos por tanto el reto de incrementar el número de estudiantes que continuase con el sistema de evaluación continua a lo largo del curso, y para ello parecía necesario cambiar tanto la metodología como el sistema de evaluación. Este sistema se llevaría a cabo en un grupo al que denominamos grupo piloto, frente a tres grupos más que había en la titulación durante el mismo curso, que continuaron con la misma metodología y sistema de evaluación del curso anterior.

3. Metodología

Los nuevos papeles del profesor y del alumno implican cambios en las formas tradicionales de enseñar y aprender; en este contexto, están adquiriendo importancia las metodologías docentes caracterizadas por el papel protagonista del estudiante en el reto de aprender [2].

El aprendizaje basado en problemas (ABP) es uno de los métodos de enseñanza-aprendizaje más utilizado en las instituciones de educación superior en los últimos años. Esta metodología posee la propiedad de estar centrada en el alumno, propiciándose la reflexión crítica y el aprendizaje para toda la vida y es una manera efectiva de educación matemática basada en principios del aprendizaje de adultos.

Ronis [3] considera que el ABP debe tener las siguientes características:

- **Empeño:** Los estudiantes encuentran e identifican su tarea; el docente debe auxiliar a los estudiantes a hacer conexiones entre las experiencias de aprendizaje previas y presentes.
- **Exploración:** Los estudiantes tienen la oportunidad de involucrarse directamente con el problema; el docente se transforma en un proveedor de materiales y en guía para la focalización del problema.
- **Explicación:** El estudiante comienza a abstraer la información en forma comunicable dentro de un formato lógico. Los docentes determinan los niveles de comprensión y las posibles equivocaciones.
- **Elaboración:** Los estudiantes amplían los conceptos que han aprendido y hacen conexiones con otros conceptos relacionados y los aplican al mundo real y la evaluación. Los docentes pueden ayudar a los alumnos a desarrollar soluciones alternativas mostrando ejemplos de problemas con dos soluciones diferentes.
- **Evaluación:** Los alumnos se evalúan a través de rúbricas, escalas de rango, listas de cotejo y productos referentes a problemas y proyectos. Los docentes aplican evaluaciones para determinar si los alumnos han logrado la comprensión de los conceptos y el conocimiento.

Siguiendo estos principios mostraremos los pilares en que se ha basado nuestra metodología así como las competencias y habilidades a desarrollar:

- **Clases teóricas:** donde se comunica la explicación de la materia, conectándola con conocimientos previos, con una estructura basada en ejemplos-problemas. Fundamentalmente se incide en la explicación y evaluación. El alumno adquirirá la capacidad para modelar problemas de la vida real en el contexto del “Cálculo Infinitesimal y Numérico”.

- **Tareas personalizadas:** se entrega a los alumnos, en semanas alternas, enunciados de problemas, que han de desarrollar y resolver usando los conceptos y técnicas adquiridas. Promueven el empeño, la exploración y posterior evaluación. Se adquieren capacidades para discernir la adecuación de los métodos a utilizar, para resolver problemas concretos.
- **Clases de problemas:** en una primera parte se resuelve un problema similar al de la tarea personalizada, para, en una segunda parte, cotejar la tarea realizada con respuestas válidas para así elaborar una solución, con la mejora del desempeño, si no estaba completo. Se incide más profundamente en la explicación basada en posibles equivocaciones y en la elaboración final de la tarea, que se entrega al finalizar la clase. El alumno adquirirá las competencias para trasladar el conocimiento abstracto a planteamiento y resolución de problemas de tipo numérico.
- **Prácticas de laboratorio:** uso del software matemático denominado Sage [4], que es un software libre, gratuito, de código abierto y bajo licencia GNU. Se hará tanto con el propósito de ilustrar y practicar los problemas del Cálculo Infinitesimal y Numérico como con el propósito de aprender un lenguaje de programación universal como es Python permitiendo un aprendizaje interdisciplinario al conectar con otras asignaturas como Fundamentos de Programación y Programación Orientada a Objetos, entre otras. Cada práctica lleva un cuestionario final, basado en problemas del tema tratado, evaluable. Así, incidimos en la explicación, exploración, elaboración y evaluación. El alumno adquiere competencias relacionadas con el conocimiento y control de los errores cometidos durante la resolución de problemas mediante aproximación numérica.
- **Trabajo voluntario de ampliación** referente a un tema no impartido en clases teóricas ni prácticas, entregándole material tanto teórico como práctico basado en Sage. El trabajo consiste en entregar un problema resuelto, con una explicación de las técnicas usadas.

Producto de aprendizaje	Peso en la evaluación	Criterio de evaluación
Sesiones de teoría	1 0.5 0	Asist. >80% 80% >Asist. >60% 60% >Asist.
Prácticas de laboratorio	0.1 0.3	Asist. Cuestionario
Tarea no presencial	0.2	Corrección
Sesiones prácticas	0.05 0.15	Asist. Cuestionario
Trabajo	1	Corrección
Control de laboratorio	1 0.3	Corrección mínimo exigido
Control de problemas	4 1.25	Corrección mínimo exigido

Figura 1: Sistema de evaluación

4. Evaluación

Como hemos descrito anteriormente se ha seguido un sistema de evaluación continua durante todo el curso, recogido en la figura 1. Las diferentes actividades que se han evaluado seguían una dinámica temporal cíclica de dos semanas, siguiendo el siguiente esquema:

- Sesión de teoría, donde se explica el módulo de aprendizaje correspondiente. La asistencia a las clases teóricas se contabiliza, ya que finalizado el curso, aquellos alumnos que hayan asistido a más del 80% de las sesiones teóricas obtendrán 1 punto de la nota final; si han asistido entre un 60% y un 80%, obtendrán 0.5 puntos. Los alumnos que no hayan alcanzado el 60% de asistencia no obtendrán ninguna puntuación en este apartado.
- Finalizada la sesión teórica se reparte un problema personalizado sobre el módulo explicado, realizado con el sistema generador de cuestionarios. Esta tarea también será accesible desde una plataforma de enseñanza virtual de la asignatura, proporcionada por la Universidad de Sevilla, para aquellos alumnos que no hayan asistido. El problema planteado es diferente para todos los alumnos, pero todos son de una dificultad muy similar. El alumno debe desarrollar las respuestas a las preguntas planteadas. Esta

tarea no presencial contabilizará un máximo de 0.2 puntos por tarea. Durante todo el curso se realizan 6 tareas no presenciales. De las calificaciones obtenidas sólo se tendrán en cuenta las 5 mejores.

- Sesiones prácticas. Este tipo de sesiones se plantean como un seminario de trabajo. El profesor explica en estas sesiones la resolución de un problema parecido al de la tarea planteada. Se le entrega a cada alumno un formulario, personalizado con cuatro respuestas tipo test a cada una de las preguntas. Se entregará la tarea y las respuestas tipo test al finalizar la clase. Más de la mitad de la sesión práctica se dedica a que los alumnos puedan entregar estos cuestionarios. En la mayor parte de los casos, hay apartados donde no encuentran una respuesta como la que han obtenido en su desarrollo, por lo que los profesores intentan corregir los errores que cometieron para que den una respuesta correcta. La asistencia a estas sesiones prácticas suponen 0.05 por sesión y las respuestas a los cuestionarios tipo test 0.15 cada uno. Como en el caso de las tareas no presenciales, a lo largo del curso se realizaron 6 sesiones, de las que se contabilizan las 5 mejores calificaciones.
- Sesiones de laboratorio. Tras una semana de tarea no presencial, la semana siguiente hay una sesión de laboratorio con Sage. Desarrollamos el módulo teórico que estemos considerando mediante una práctica de ordenador. Se proporciona en la plataforma de enseñanza virtual un archivo tipo “worksheet” donde están todas las órdenes de Sage usadas a partir de un problema tipo del módulo tratado. Los “worksheets” de Sage se abren con cualquier navegador, lo que nos permite incluir un cuestionario HTML, generado por la herramienta software, como en el caso de las tareas no presenciales. La asistencia a las prácticas de laboratorio suponen 0.1 puntos y el cuestionario 0.3 puntos. Como en los casos anteriores hay 6 sesiones, de las que tomaremos las 5 mejores calificaciones.

Parelelamente a esta distribución cíclica de dos semanas, se ofrece la posibilidad de hacer un trabajo sobre un módulo de aprendizaje no impartido en clase. Se proporciona material teórico y práctico en la plataforma virtual para su resolución. Se puntúa

con un máximo de 1 punto.

En la última semana de curso se realizan dos controles de conocimientos. Uno de ellos para certificar las competencias adquiridas en las sesiones de laboratorio, consistente en resolver cuestionarios relativos a cualquiera de los módulos impartidos. En esta prueba los “worksheets” usados durante las sesiones pueden ser consultados a modo de ayuda. Se generan cuestionarios aleatorios sobre los diferentes módulos. La puntuación máxima es de 1 punto. Se exige obtener un mínimo de 0.3 puntos para superar la asignatura.

La segunda prueba es escrita. Tienen que resolver problemas similares a los desarrollados en las tareas no presenciales. La puntuación máxima es de 4 puntos y deben obtener un mínimo de 1.25 puntos para superar la asignatura.

Toda la metodología, incluido el sistema de evaluación, forman parte del proyecto docente de la asignatura, publicado con anterioridad al comienzo del curso.

5. La herramienta software y sus posibilidades

El sistema generador de cuestionarios, tareas y enunciados de exámenes ha sido implementado utilizando el lenguaje de programación Python y el interfaz llamado *notebook* del programa Sage. Las ventajas de esta combinación radican en la flexibilidad de Sage para utilizar simultáneamente un lenguaje de programación de propósito general y de alto nivel como Python, un lenguaje de diseño de páginas web como HTML y un lenguaje para la edición y maquetación de texto científico como es \LaTeX . El carácter multiplataforma de Sage lo hace aún más propicio para nuestros intereses.

El sistema permite generar actividades evaluables consistentes en listas de problemas. Si bien las clásicas preguntas tipo test son un caso particular de modelo abordable por el sistema, éste también considera la posibilidad de incluir problemas que necesitan para su resolución de un desarrollo o cálculo previo y que pueden contener diferentes apartados. Las soluciones finales a los mismos deben ser objetivamente evaluables a partir de datos susceptibles de ser presentados como respuestas tipo test. Para conseguir una alta variabilidad de problemas y res-

puestas con un mínimo esfuerzo, nos basamos en la idea de que a partir de un mismo enunciado correspondiente a un “problema tipo”, se pueden generar ejercicios con contenidos diferentes de dos formas: modificando algunos datos del problema y seleccionando distintos apartados relacionados con la temática tratada. Ambas formas son combinadas en este sistema para producir mayor variabilidad.

El sistema toma como entrada una base de datos correspondiente a una materia a estudiar y que es estructurada mediante una lista simple de ítems, correspondientes a la clase list de Python. Cada uno de estos ítems puede ser a su vez una nueva lista o bien un elemento terminal. Los elementos terminales se reducen a números o a cadenas de caracteres entrecuilladas (strings de Python) y que forman parte de la codificación \LaTeX de los propios enunciados, sus datos y sus respuestas. En el primer nivel de profundidad, la base de datos tiene la siguiente estructura:

$$materia = [bloque_1, bloque_2, bloque_3, \dots]$$

donde cada bloque es una lista de la forma:

$$bloque_i = [metaproblema_{i1}, metaproblema_{i2}, \dots]$$

Una cuestión clave en el diseño del sistema está en la estructura de los llamados metaproblemas que forman los bloques de preguntas. Estas estructuras permitirán generar un elevado número de problemas diferentes en contenidos y/o en respuestas tipo test, a partir de estos. Dos problemas se consideran diferentes si contienen algún dato u apartado diferente. La diversidad de respuestas tiene además en cuenta el orden aleatorio de las posibles respuestas. En un primer nivel, el metaproblema es una lista de 4 elementos de la forma:

$$metaproblema = [estructura, metaapartados, metadatos, metarespuestas]$$

Si bien la descripción completa de esta estructura escapa a los propósitos de este trabajo, describiremos brevemente cada una de las partes.

estructura: es una lista de elementos que configuran la estructura general de cada problema que se genere a partir de este metaproblema. Aquí, podemos especificar el número de apartados que contendrá el problema generado, los apartados que se incluirán forzosamente y la maquetación de las respuestas tipo test. También en cada apartado se puede fijar una

probabilidad de incluir en las respuestas tipo test una respuesta genérica del tipo "ninguna de las otras". Todos los problemas que se generan a partir del mismo metaproblema comparten una misma cabecera de pregunta y un final de enunciado como puede ser, por ejemplo, una nota aclaratoria o una ayuda para la resolución.

metaapartados: es una lista con un número variable de elementos. Representa los posibles apartados de las preguntas. Sobre esta lista se hace una elección, en primer lugar de los apartados obligatorios fijados en el ítem anterior y luego de los restantes, por una elección al azar, hasta completar el total de apartados. Tanto en el enunciado principal como en los apartados, la codificación se realiza utilizando \LaTeX . Si queremos introducir un dato o texto que va a variar posteriormente para generar diversidad, lo indicamos sin más que insertar el código especial "%s" dentro de la cadena del enunciado, allí donde queremos que se inserte. Estos datos a insertar se guardan en el siguiente ítem.

metadatos: Es una lista donde se estructuran por orden las variaciones de datos para el enunciado principal y para cada uno de los apartados contemplados en el ítem anterior. De nuevo, los datos en sí son codificaciones de \LaTeX o números.

metarespuestas: Es una lista donde se incluyen, por orden, las respuestas a cada apartado en función de los posibles datos seleccionados. Las soluciones están indexadas de forma similar a los datos contenidos en metadatos. Obviamente, por cada elección de datos existe una respuesta asociada. Una vez seleccionados unos datos concretos y sus respuestas correctas, las respuestas falsas que conforman las salidas tipo test (se presentan 4 respuestas posibles por apartado) son seleccionadas de entre las respuestas correctas para otros datos diferentes.

El sistema permite además personalizar las tareas introduciendo títulos o cabeceras para la actividad, pie de documento e incluso nombre y apellidos del alumno al que va destinada la actividad, sin más que introducir un listado de alumnos en el momento en que son generados. Cada actividad presenta en la cabecera un código diferente, de tipo hexadecimal, que no solo permite reconstruir o volver a generar el cuestionario sino que permite la corrección del mismo utilizando un pequeño script de Java, también contenido en el mismo interfaz de Sage, facilitando así la corrección de las tareas.

Optimización del tiempo y el trabajo del profesor

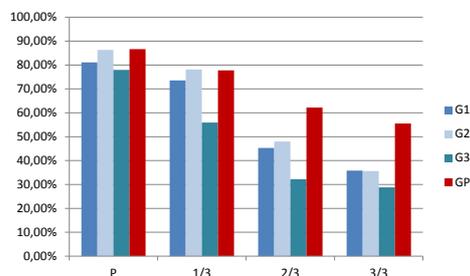


Figura 2: Permanencia sobre matriculados

Por último, una misma tarea una vez generada es salvada por el sistema en 4 formatos, lo que permite su versatilidad para asignarla bien sea para trabajos no presenciales, prácticas de aula o prácticas con ordenador. Existe una versión sin respuestas test y otra con ellas. Simultáneamente se generan ficheros estándar \LaTeX de ambas versiones, listos para generar un salida pdf y ficheros en formato HTML compatibles con Sage. Los dos primeros formatos permiten imprimir las tareas y los dos últimos, pueden presentar las tareas desde el propio Sage en la pantalla del ordenador, lo que facilita su resolución utilizando este mismo software.

6. Resultados

La experiencia ha mejorado notablemente la tasa de seguimiento de la asignatura. Hemos contabilizado la permanencia de los alumnos distinguiendo tres fases durante el curso. En el grupo piloto hemos llevado un control de asistencia, mediante hojas de firmas. En el resto de los grupos no había este control de asistencia sobre tantas actividades. La evaluación continua que se ha llevado a cabo en los grupos no pilotos consistía en la realización de tres controles uniformemente distribuidos a lo largo del cuatrimestre. Por ello hemos considerado que si un alumno realizaba el control en ese periodo, continuaba el método de evaluación continua de ese grupo en ese periodo. En todos los grupos hemos contabilizado, también aquellos alumnos que han realizado alguna actividad evaluable, aunque sólo fuese una asistencia a una práctica de laboratorio, estos alumnos son los que hemos considerado como presentados. La política de matrícula ordenada de la Universidad de Sevilla obliga a los alumnos repetidores a matricularse

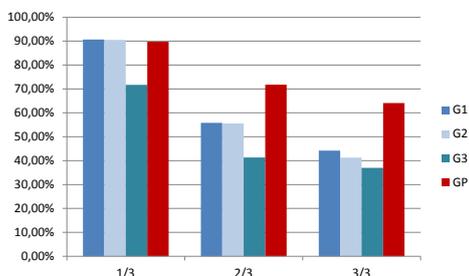


Figura 3: Permanencia sobre presentados

de las asignaturas suspensas de primer curso, por lo que hay alumnos que no tienen intención de cursar la asignatura y no aparecen ni un solo día.

En la figura 2, se representan las tasas de permanencia sobre el número de alumnos matriculados de los todos los grupos. El primer diagrama de barras presenta los porcentajes de alumnos presentados y los tres restantes las tasas de seguimiento en las tres fases. Hemos notado G1, G2 y G3, los grupos normales, y GP, nuestro grupo piloto, objeto de estudio.

Se aprecia como la tasa de presentados es muy similar en todos los grupos, siendo la media de los no pilotos de 82.16%, frente a 86.67% del piloto. En el primer tercio hay diferencia aunque no es significativa, el grupo piloto tiene un 77.78% frente al 69.73%, en media de los otros grupos. Sin embargo las diferencias en los dos tercios de curso son muy remarcables, el grupo piloto mantiene una asistencia del 62.22% frente al 42.16% del resto de los grupos. Al final del proceso sigue la tendencia con una asistencia del 55.56% para el piloto frente al 33.51% de los otros.

En la figura 3, hemos representado las tasas de permanencia, sobre los alumnos presentados. La media de las tasas de permanencia sobre presentados en los grupos no piloto, son del 84.87%, 51.32% y 40.79% a lo largo del curso. En el grupo piloto estos porcentajes son del 89.74%, 71.79% y 64.10%, respectivamente.

Definimos la tasa de éxito como el número de aprobados, frente a los alumnos que han seguido hasta el final el sistema. Así, en los grupos no piloto encontramos unas tasas muy parejas de 68.42%, 69.23%, 64.71%, frente al grupo piloto en el que alcanzamos un 92%. Estos datos están reflejados en la figura 4.

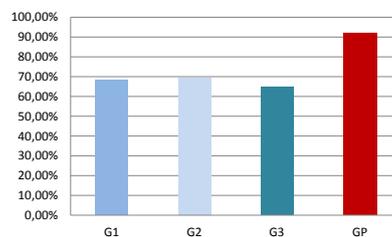


Figura 4: Tasa de éxito

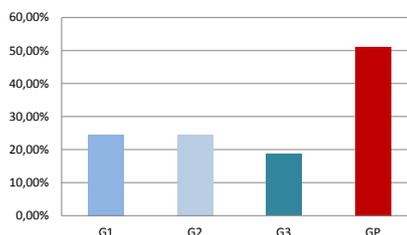


Figura 5: Tasa de rendimiento

Definimos la tasa de rendimiento como el número de aprobados frente a los matriculados. Como podemos observar en la figura 5 el grupo piloto obtiene una tasa del 51.11% muy superior a la del resto de los grupos con tasas de 24.53%, 24.66% y 18.64% respectivamente.

Cabe destacar que aunque en el sistema de evaluación (figura 1) se ha ponderado, sobre un máximo de 1.75 puntos, la asistencia y participación del alumnado, su repercusión es mínima. Si no contabilizamos dicha aportación, el número de aprobados desciende de 23 a 21 alumnos, de donde resultaría una tasa de éxito del 84% y una tasa de rendimiento del 46.67%.

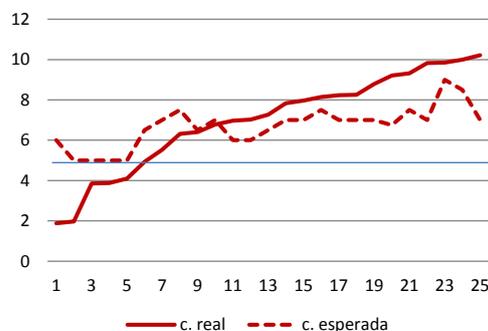


Figura 6: Nivel de satisfacción

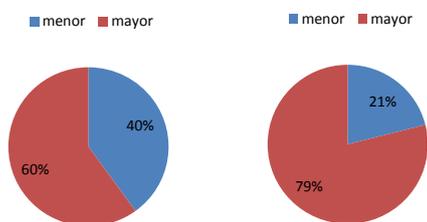


Figura 7: Grado de satisfacción sobre matriculados (izq.) y sobre aprobados (der.)

En la penúltima semana de clase, antes de los controles de laboratorio y teórico-prácticos, se realizó una encuesta a los alumnos del grupo piloto, para que evaluaran la experiencia. En ese momento los alumnos tan solo conocían el 50 % de su calificación global. En dicha encuesta, entre numerosos aspectos tratados, los alumnos podían identificarse y autoevaluarse en la asignatura, en un ejercicio de sinceridad. De entre los alumnos encuestados, 25 se identificaron y autoevaluaron. Hemos representado en la figura 6, a todos estos alumnos ordenados por las calificaciones que obtuvieron al finalizar el curso, mediante la línea continua. En línea discontinua aparecen las autocalificaciones. Curiosamente, existe una calificación en torno a 7 puntos sobre 10 que marca un cambio de tendencia o actitud en los encuestados. Los alumnos que obtuvieron una calificación real por encima de 7 subestimaron su trabajo, mientras que los que han sacado una calificación real inferior a 7 lo sobrestimaron, al punto de que ninguno se autocalificó con un suspenso.

Si entendemos como estudiante satisfecho el que se autoevalúa por debajo o iguala la nota que finalmente obtiene, podemos representar los alumnos satisfechos de entre los encuestados que se identificaron, tal como muestra la figura 7, con una tasa de satisfacción del 60%. Si nos limitamos a considerar los aprobados la tasa de satisfacción se eleva al 79%.

7. Conclusiones

El estudio de los resultados muestra que la experiencia llevada a cabo ha sido muy positiva. Se ha mejorado el porcentaje de alumnos que permanecen y siguen la asignatura durante el cuatrimestre. Creemos que la retroalimentación constante recibida por el alumno con las continuas pruebas y evaluaciones suponen una motivación extra que hace continuar a

Optimización del tiempo y el trabajo del profesor

un mayor número de alumnos.

De las respuestas en la encuesta de satisfacción, aunque su contenido no se presenta en este trabajo, se puede concluir que los alumnos han estado en general muy satisfechos con este proyecto docente, e incluso manifiestan su deseo de que se aplicase en otras asignaturas.

Se ha conseguido una tasa de éxito en el grupo piloto, del 92 %, significativamente superior a las del resto de grupos. La tasa de rendimiento ha sido del 51.11 %, lo que representa más del doble que en los otros grupos.

Creemos que este sistema ha conseguido paliar uno de los más graves problemas docentes como es el abandono de las aulas por parte de nuestros alumnos. Al mismo tiempo no sólo ha permitido incrementar el número de aprobados, sino que ha mejorado las calificaciones medias de nuestros alumnos. Sirva como dato que de un total de 6 matrículas de honor concedidas a alumnos de la Titulación, 5 de ellas corresponden a alumnos del grupo piloto.

Agradecimientos

La experiencia ha sido financiada por el I Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla, bajo el proyecto titulado “Desarrollo e implementación de un sistema automatizado de evaluación continua para la asignatura de Cálculo Infinitesimal y Numérico”. Los autores son parcialmente financiados por los grupos de investigación “Plan de Apoyo a las enseñanzas de Máster Universitario 2012”, FQM-333 y FQM-164.

Referencias

- [1] Ministerio de Educación, Cultura y Deporte *Más allá del examen: hacia la evaluación continua*, <http://www.queesbolonia.gob.es>
- [2] Escribano, A., Del Valle, A. *El aprendizaje basado en problemas: una propuesta metodológica en educación superior*, Narcea, 2008.
- [3] Ronis, D. *Problem Based Learning for Math and Science*, Skylight, 2001.
- [4] Stein, W., *Sage: Open Source Mathematical Software (Version 4.7.1)*, The Sage Group, 2011, <http://www.sagemath.org>.