



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

XIII JORNADES DE XARXES D'INVESTIGACIÓ EN DOCÈNCIA UNIVERSITÀRIA

Noves estratègies organitzatives i metodològiques en la formació
universitària per a respondre a la necessitat d'adaptació i canvi



JORNADAS DE REDES DE INVESTIGACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA **XIII**

Nuevas estrategias organizativas y metodológicas en la formación
universitaria para responder a la necesidad de adaptación y cambio

ISBN: 978-84-606-8636-1

Coordinadores

María Teresa Tortosa Ybáñez

José Daniel Álvarez Teruel

Neus Pellín Buades

© **Del texto: los autores**

© **De esta edición:**

Universidad de Alicante

Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad

Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)

ISBN: 978-84-606-8636-1

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

Publicación: Julio 2015

Implementación de metodologías de evaluación continua: aplicación en la asignatura de Cálculo Numérico

M.I. Vigo Aguiar; M. C. Martínez Belda; T. Baenas Tormo; S. Belda Palazón; M.D. Sempere Beneyto; J.M. Ferrándiz Leal

*Departamento de Matemática Aplicada
Escuela Politécnica Superior
Universidad de Alicante*

RESUMEN

La creación del nuevo Espacio Europeo de Educación Superior, con los consiguientes cambios en la estructura y contenidos de las titulaciones universitarias, ofrece una gran oportunidad para revisar las metodologías de aprendizaje, estando las metodologías de evaluación continua en una creciente expansión. El objetivo de este trabajo es investigar el efecto que tiene en el aprendizaje de los estudiantes diferentes metodologías de evaluación continua. Para ello, varios tipos de evaluación periódica (entrega de trabajos grupales y/o individuales, exámenes parciales, etc.) han sido puestos en práctica en la asignatura de Cálculo Numérico del último curso de la Licenciatura de Matemáticas y actual Grado de Matemáticas, a lo largo de un total de 14 años académicos en la Universidad de Alicante. En esta comunicación presentaremos las diferentes estrategias de desarrollo de los contenidos de la asignatura así como la forma de evaluación de los mismos. Además, se hará un análisis descriptivo de los resultados obtenidos con las distintas metodologías empleadas y se recogerán propuestas de mejora de cara al próximo curso.

Palabras clave: métodos de evaluación continua, Matemáticas, innovación docente, Cálculo Numérico, trabajo colaborativo

1. INTRODUCCIÓN

En el curso 1997/1998 se implantaron los estudios conducentes a la obtención del título de Licenciado/a en Matemáticas por la Universidad de Alicante. Estos estudios se desarrollaron dentro de las Directrices Generales propias publicadas en el B.O.E. de 20-11-1990, en el marco de la Ley Orgánica 11/983, de 25 de agosto, de Reforma Universitaria (LRU), siguiendo el plan de estudios de la Universidad de Alicante publicado en el B.O.E. de 19-12-1997 y con las posteriores modificaciones en B.O.E. 18-07-2003, 03-12-2003 y 25-07-07. Este plan de estudios que se ha impartido en la Universidad de Alicante desde el año 1997, ofertó por última vez plazas en el primer curso en el año 2009/2010. De tal modo que en el presente curso 2014-15, se han extinguido completamente los primeros dos cursos, y ya no se ha impartido docencia presencial en 3º, 4º, 5º y optativas de la Licenciatura. La docencia presencial finalizó gradualmente con la coexistencia del Grado en Matemáticas que se fue implantando en los primeros años desde 2010/2011, mientras iba desapareciendo la docencia en la Licenciatura. El año 2013/2014 ha sido el último año con docencia presencial y sólo para las asignaturas de quinto curso y algunas optativas.

El Grado en Matemáticas supone una adaptación de la antigua Licenciatura al marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) conforme a lo indicado en las directrices fijadas por el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre. Una de las principales diferencias del nuevo marco del EEES con respecto al LRU es el énfasis puesto en el sistema seguido en la evaluación de la adquisición de las distintas competencias que integran el plan de estudios, estando las metodologías de evaluación continua en una creciente expansión. Este hecho ha sido reconocido desde un primer momento por las universidades españolas en sus diferentes normativas internas (véase, por ejemplo, Normativa para la elaboración de los títulos de grado de la Universidad de Alicante, 2007) o de sus distintos documentos de apoyo (véase, por ejemplo, Guía de docente de la UPV: criterios para su elaboración, 2006).

Las competencias que deben adquirir los futuros titulados en matemáticas no se deben limitar a las áreas básicas de las matemáticas, sino que también han de incluir otras de origen más moderno como es el caso de los métodos numéricos (véase, e.g., el *Libro Blanco* del Título de Grado en Matemáticas, 2004). En el caso del Grado en Matemáticas de la Universidad de Alicante estas competencias se desarrollan fundamentalmente a través de dos asignaturas de 6 créditos ECTS cada una: Cálculo Numérico I y Cálculo Numérico II, siendo ambas asignaturas de carácter obligatorio. La

primera asignatura se imparte en el segundo curso del Grado y la segunda en el cuarto curso. En el antiguo plan de estudios de la Licenciatura en Matemáticas, se establece una correspondencia directa de la asignatura Métodos Numéricos (12 créditos LRU, de carácter troncal) con Cálculo Numérico I del Grado, y la asignatura Cálculo Numérico (9 créditos LRU, de carácter troncal) con Cálculo Numérico II, siendo esta equivalencia reconocida por la Universidad de Alicante en su procedimiento de adaptación del Grado (véase, la Memoria Verificada del plan de estudios disponible en <http://cvnet.cpd.ua.es/webcvnet/planestudio/planestudiond.aspx?plan=C052#>).

Las asignaturas de Cálculo Numérico, poseen una evidente componente *práctica* por lo que son asignaturas donde sistemáticamente se toma en cuenta el *trabajo de clase*, y éste supone un elevado porcentaje de la nota. Por tanto, son asignaturas donde tradicionalmente la evaluación continua siempre ha estado presente, de uno u otro modo, apoyando la tesis de que cualquier forma de evaluación continua debe animar a los estudiantes a distribuir su trabajo equilibradamente a lo largo de todo el curso ó semestre, lo que sin duda ayudará a mejorar sus resultados. En este trabajo, nos centraremos en analizar las distintas metodologías y resultados del proceso de evaluación continua llevados a cabo en la asignatura Cálculo Numérico de la Licenciatura de Matemáticas durante los 13 cursos académicos en los que se ha impartido en la Universidad de Alicante, así como los de la asignatura Cálculo Numérico II del actual Grado de Matemáticas durante el curso 2014/2015. A lo largo de estos 14 cursos se han ido implementando diferentes estrategias de evaluación, y tras la primera experiencia en el nuevo Grado, parece oportuno examinar los distintos aspectos relacionados con la evaluación de las competencias, de forma que se puedan corregir, en su caso, las deficiencias detectadas e introducir las mejoras necesarias. Cabe señalar en este punto, la importante reducción del número de créditos presenciales de la disciplina de Cálculo Numérico en el nuevo plan de estudios del Grado, pasando de un total de 21 créditos LRU a los 12 créditos ECTS actuales.

Siguiendo nuestro propósito, en la sección 2 describiremos el contexto general de las asignaturas y los elementos que definieron los métodos de evaluación seguidos. Seguidamente, en la sección 3, presentaremos los resultados del análisis descriptivo de los datos correspondientes a la muestra formada por los 305 alumnos que realizaron todas las pruebas acogiendo a alguno de los sistemas de evaluación continua, agrupándolos por curso y tipo de evaluación realizada, así como la discusión basada en los resultados. Finalmente en la sección 4, se recogen las conclusiones del trabajo.

2. METODOLOGÍA

Dentro del marco general de las competencias matemáticas que se deben adquirir en el Grado en Matemáticas, la asignatura de Cálculo Numérico II pretende *introducir al alumno en los conceptos básicos de la resolución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias y presentar del modo más riguroso posible los algoritmos que actualmente se utilizan*. Estos objetivos se desarrollan a través de los contenidos abordados en siete lecciones (véase el anexo).

En la antigua Licenciatura en Matemáticas no se hablaba de competencias si no de objetivos formativos, siendo éstos similares a los de la asignatura del Grado. Estos objetivos se desarrollaban a través de los contenidos abordados en seis lecciones (véase el anexo).

La bajada en carga lectiva presencial de la asignatura del Grado se ha suplido con una reducción de los temas introductorios, en particular, la lección 1 del temario de Cálculo Numérico ha sido suprimida ya que en el nuevo plan de estudios sus contenidos son abordados, total o parcialmente, en otras asignaturas, y aquellas herramientas necesarias que no se hayan visto con anterioridad se introducen puntualmente. Asimismo, disminuye el número de horas presenciales y aumentan las no presenciales de trabajo en las prácticas con respecto la Licenciatura.

La metodología de enseñanza en ambas asignaturas se ha basado por un lado en clases magistrales de contenido teórico-práctico, abiertas a discusiones participativas y con apoyo de proyección audiovisual de los contenidos, y por otro, en la realización de prácticas con ordenador, donde los alumnos programan los algoritmos principales vistos en las clases teóricas y desarrollan proyectos de cómputo con ayuda de un software específico (Maple).

El marco actual del EEES ha puesto especial énfasis en los métodos de evaluación continua para la evaluación y seguimiento de las competencias. En el nuevo Grado de Matemáticas, la evaluación de las competencias de todas las asignaturas ha de seguir las directrices del marco general del plan de estudios. Este establece que *con carácter general, en la evaluación de las competencias se tenderá a ponderar de forma proporcional los tipos de actividades formativas programadas, siguiendo los criterios generales establecidos en el título*. Asimismo, *las horas destinadas a la evaluación de los aprendizajes están incluidas en las horas presenciales teóricas y/o prácticas de la asignatura*. Estas directrices, no obstante, eran ya seguidas en la asignatura Cálculo

Numérico de la antigua Licenciatura, concretándose en diferentes estrategias de evaluación continua llevadas a cabo en los 13 años en los que se impartió la asignatura. En total han sido un total de 5, que resumimos a continuación:

MÉTODO DE EVALUACIÓN CONTINUA I (cursos 2001/2002, 2003/2004, 2004/2005)

- El 100% de la calificación de la asignatura se basa en una media ponderada (según dificultad) de las prácticas entregadas, y la exposición de las mismas, la mayoría desarrolladas con ordenador de forma individual y/o en grupo. Se establecían como requisitos: i) Una nota mínima de 5, sobre 10, en cada práctica; ii) la asistencia a clase obligatoria (con un máximo de 3 ausencias no justificadas).

MÉTODO DE EVALUACIÓN CONTINUA II (curso 2002/2003)

- Se añade, con respecto al método I, un control teórico-práctico tipo test, que se realiza de forma individual a través del campus virtual, durante los últimos 30 minutos de la clase del día de la entrega de algunas prácticas. En este caso se exigía un mínimo de un 30% de aciertos en el test, y la nota de la práctica hacia media con la nota del test.

MÉTODO DE EVALUACIÓN CONTINUA III (cursos 2005/2006, 2006/2007, 2007/2008, 2008/2009, 2010/2011, 2012/2013, 2013/2014)

- El 90% de la calificación de la asignatura se basa en una media ponderada (según dificultad) de las prácticas entregadas, y la exposición oral de las mismas, la mayoría desarrolladas con ordenador de forma individual y/o en grupo. Se establecían como requisitos: i) Una nota mínima de 5 sobre 10 en cada práctica; ii) la asistencia a clase obligatoria (con un máximo de 3 ausencias no justificadas).
- El 10 % restante se obtenía a partir de las calificaciones de trabajos individuales, que se entregaban de forma voluntaria y sin nota mínima exigida.

MÉTODO DE EVALUACIÓN CONTINUA IV (curso 2009/2010)

- Se añade al método de evaluación III, la entrega de los algoritmos a programar en lenguaje de pseudocódigo, de manera individual, y antes de empezar cada práctica con ordenador. El algoritmo se debía entregar tantas veces fuese necesario hasta que éste fuese correcto.

MÉTODO DE EVALUACIÓN CONTINUA V (curso 2011/2012)

- Se añade al método de evaluación III, la posibilidad de que dentro de un mismo grupo, los alumnos propongan un reparto de la calificación global asignada por el profesor, de manera que aquellos alumnos que hayan contribuido más en la realización de la práctica, reciban el reconocimiento por parte de sus compañeros en detrimento de su propia calificación. En cualquier caso, el reparto de la nota propuesta por los alumnos debía de contar con el visto bueno del profesor.

Adicionalmente, en el presente curso 2014/2015, siguiendo las directrices del Grado, se ha llevado a cabo el siguiente método de evaluación en la asignatura Cálculo Numérico II:

METODO DE EVALUACIÓN CONTINUA VI

- Controles teórico-prácticos: el 50% de la calificación de la asignatura.
Estas pruebas consistieron en la resolución individual y razonada de diferentes ejercicios, y cuestiones teóricas, relacionados con los contenidos impartidos en la asignatura. Se realizaron los controles al finalizar cada tema visto en clase, y se plantearon distintas opciones para la fecha del control, que en todos los casos fue antes de la fecha final de entrega de la práctica asociada al tema, salvo en el último que coincidieron en la misma fecha.
- Entrega de prácticas de ordenador: el 50% de la calificación de la asignatura.
Las prácticas se realizaron en grupos de 2 ó 3 personas, habiéndose realizado una por cada tema visto en clase. Se desarrollaron en Maple, con la dificultad añadida de que los alumnos de Grado no han cursado con anterioridad ninguna asignatura de programación, ni han programado con anterioridad en ninguna otra asignatura del Grado. Asimismo, ha sido también su primer contacto con Maple como software científico.

- Prueba global teórico-práctica: el 50% de la calificación, correspondiente a los controles escritos realizados a lo largo del curso. Este examen era de carácter voluntario y con él, el alumno podía recuperar la nota de los controles.

En todas las metodologías, las prácticas de ordenador se realizaron de forma individual o en grupo, con un máximo de 3 alumnos por grupo, salvo el curso 2013/2014, que debido a que era el último año con docencia en la Licenciatura, el número de alumnos se duplicó y nos vimos obligados a admitir grupos con hasta 4 alumnos. La entrega de prácticas se realiza desde el curso 2002/2003 a través del Campus Virtual, así como la publicación de las calificaciones. En las prácticas los alumnos programan los algoritmos vistos en clase, desarrollan sus propios paquetes de software con los distintos procedimientos, creando así su propia librería de Maple para la resolución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias siguiendo la metodología presentada en las clases magistrales. Al final de cada práctica, se incluye siempre una sección de ejemplos donde se ilustra el funcionamiento de los distintos procedimientos, estos ejemplos pueden ser los proporcionados por el profesor o adicionalmente los que el alumno considere oportuno incluir en función de las partes opcionales implementadas.

En todas las prácticas se establece una parte básica que supone entre el 60 - 80% de la calificación, y una o varias partes opcionales que representan entre el 40 - 20 % restante. Con el enunciado de la práctica se especifica el peso de cada parte, de modo que los alumnos lo conocen con anterioridad a la entrega de la práctica. De este modo, se exige un mínimo que nos asegura que se están adquiriendo las competencias necesarias adecuadamente, y que todos deben superar. Y con la inclusión de las partes opcionales se brinda la opción de profundizar más allá en los contenidos de las distintas lecciones, para aquellos alumnos interesados.

El peso de las prácticas en la nota final varía en función de la complejidad de cada tema, siendo éste creciente, en consonancia con la filosofía del método de evaluación continua. Para la evaluación de las prácticas, ocasionalmente se puede citar a los alumnos para que realicen una exposición oral de la misma. La nota de cada práctica se comunica a los alumnos antes de acabar la siguiente lección, junto con los comentarios por parte del profesor sobre los posibles fallos cometidos, y/o mejoras a realizar de cara a las siguientes prácticas. De este modo, sirven a varios fines: por un

lado, para orientación de los alumnos, que conocen su progreso en la adquisición de las competencias de la asignatura y les da la oportunidad de mejorar y/o corregir sus errores según el resultado obtenido. Al mismo tiempo, constituyen una herramienta de control para el profesor proporcionando información sobre la marcha de la asignatura, lo que facilita posibles modificaciones sobre la planificación elaborada al principio del curso adaptándolo según las características específicas del alumnado, para una mejor evolución del mismo. Los alumnos deben alcanzar una calificación mínima de 5 puntos sobre 10 en todas las prácticas para poder hacer el promedio, y aprobar la asignatura. Si alguna práctica se suspende, se les da la posibilidad de volver a entregar dicha práctica con un plazo extenso, para que corrijan los fallos siguiendo las indicaciones del profesor. Aquellas prácticas que no hayan alcanzado el 5 en una primera entrega, en las sucesivas entregas ya sólo optan a una calificación máxima de 5.

En todas las estrategias de evaluación seguidas en la Licenciatura (I-V) ha existido siempre una prueba global a final del cuatrimestre, de carácter voluntario, para aquellos alumnos que o bien quisieran mejorar su nota, o bien no quisieran o no pudieran asistir a clase con regularidad y por tanto no podían acogerse al sistema de evaluación continua, o bien no hubieran adquirido las competencias básicas mínimas exigidas con los trabajos de clase. En caso de optar a la realización del examen final, este suponía el 100% de la calificación, renunciando a la nota de la evaluación continua, en su caso. No obstante, el objetivo de este trabajo es analizar los resultados de los diferentes métodos de evaluación continua, por lo que los alumnos evaluados con el examen global no han sido tenidos en cuenta en el presente estudio.

Como puede apreciarse, todos los métodos propuestos para la evaluación de las competencias de la asignatura giran en torno a un eje central: la entrega de trabajos prácticos con ordenador realizados en grupo, y estas notas han sido complementadas según el caso con la exposición oral de los mismos, trabajos individuales y/o exámenes parciales.

Desde un punto de vista fundamental todos los instrumentos de evaluación tenían como objetivo básico determinar la adquisición por parte de los alumnos de las competencias de la asignatura relacionadas con el campo cognoscitivo. Dado que la asignatura se imparte en el último curso tanto de la Licenciatura como del Grado, el diseño de las pruebas pretendía comprobar no sólo que los alumnos hubieran alcanzado una adquisición mínima de los contenidos de la asignatura, si no también que fueran capaces de aplicarlos a ejemplos concretos y discutir sus resultados. Esta adquisición

de competencias podría identificarse con los cuatro primeros niveles de realización de la taxonomía de Bloom, es decir, los relacionados con el conocimiento, la comprensión, la aplicación y el análisis (véase, por ejemplo, Felder y Brent, 2004).

3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para comparar los distintos métodos de evaluación se ha llevado a cabo un análisis descriptivo de los datos correspondientes a los 14 cursos académicos en que se ha impartido la asignatura en la Universidad de Alicante. Se han considerado un total de 305 alumnos que han seguido la asignatura bajo un sistema de evaluación continua, y para cada alumno además del método de evaluación que ha seguido, se ha considerado la calificación final obtenida, y el curso académico, lo que nos permite identificar posibles tendencias en la variación a largo plazo. Los resultados, por curso académico, de aquellos alumnos que han superado la asignatura se recogen en la Figura 1, agrupados según calificación, donde el número de aprobados se representa en azul, notables en rojo, sobresalientes en verde, y matriculas de honor en lila. En la Figura 3, se incluyen tanto el número de suspensos, como el método de evaluación continua seguido durante ese curso académico, que se identifica con la numeración de I a VI correspondiendo con la nomenclatura asignada en la sección anterior. Nótese que el número de matrículas de honor está limitado por el número de alumnos matriculados y en todos los casos ha habido máximo una por curso.

Nótese también que el sistema de evaluación continua en los casos I - V exige la entrega de todas las prácticas y la parte propuesta como básica de todas las prácticas ha de alcanzar la nota mínima de 5. Y quien no llegue a 5 la puede seguir entregando hasta llegar a 5, por lo que el número de suspensos en la mayoría de los cursos es nulo. Consecuentemente para la mayor parte del análisis se han tenido en cuenta exclusivamente los aprobados, aunque en la Figura 3 se recogen también los suspensos. La media de alumnos que cursaron la asignatura acogiéndose al método de evaluación continua es de 23 alumnos por curso, siendo el curso con mayor número de alumnos (46) el del año 2013/2014, coincidiendo con el último año en que se impartió la asignatura con docencia presencial en la Licenciatura.

Figura 1: Número de alumnos que han superado la asignatura acogidos a evaluación continua por curso académico, y su desglose según calificaciones: número de aprobados (AP) en azul, notables (NT) en rojo, sobresalientes (SB) en verde y matrículas de honor (MH) en lila.

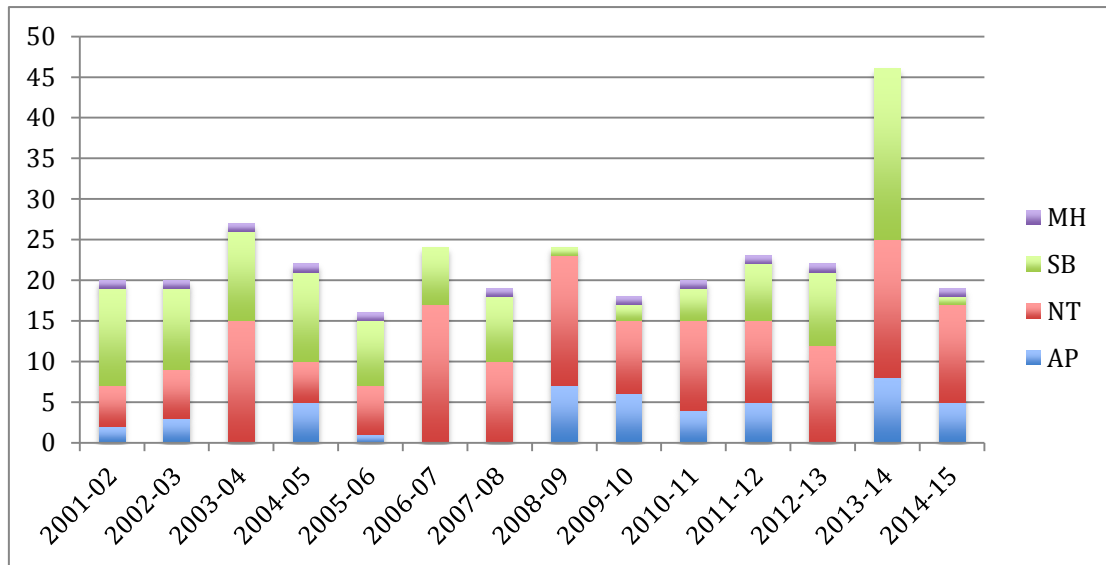
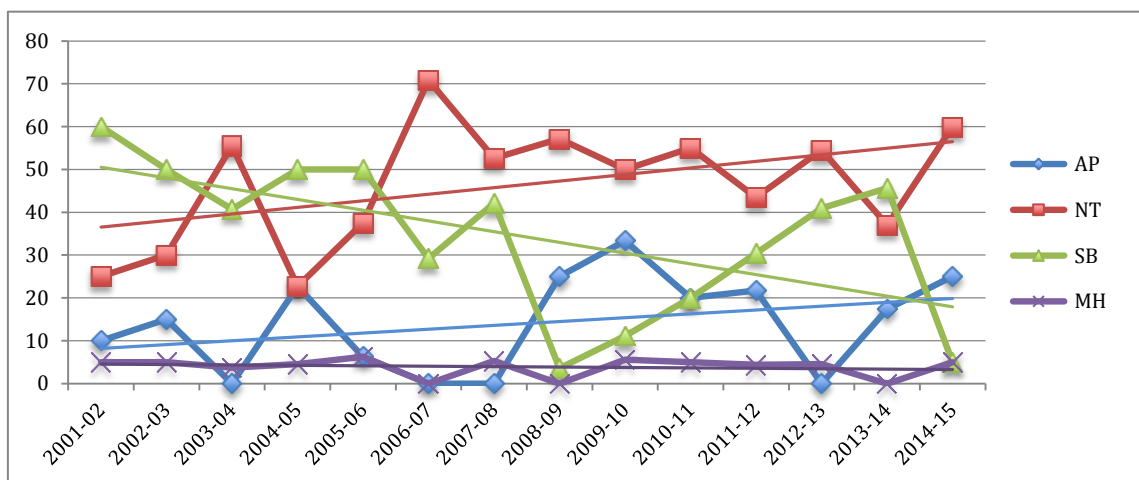


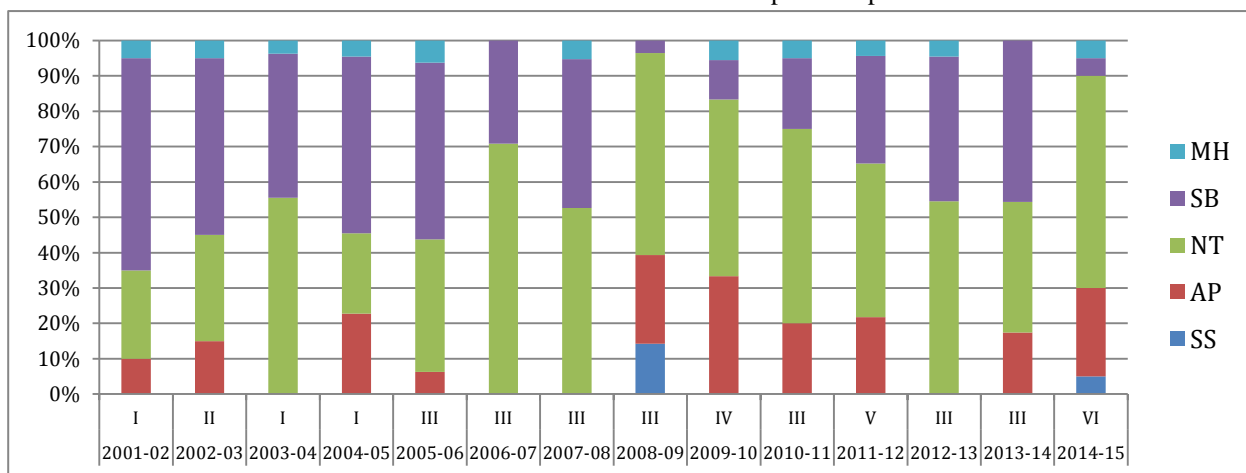
Figura 2: Evolución temporal de las calificaciones (porcentajes sobre el global) de los alumnos acogidos al sistema la evaluación continua. Aprobados (AP) en azul, notables (NT) en rojo, sobresalientes (SB) en verde y matrículas de honor (MH) en lila. Sobre cada serie de valores se ha superpuesto su tendencia lineal con trazado continuo en el mismo color.



En la Figura 2 se puede observar como a lo largo del tiempo el número de aprobados y notables aumenta de forma lineal, en detrimento del número de sobresalientes. Este hecho que a priori podría interpretarse como algo negativo, no lo consideramos tal, ya que debería interpretarse como un indicador de las mejoras que hemos ido implementando en los criterios de la evaluación continua. En la sección anterior comentamos con detalle los seis métodos implementados: todos parten de una base común que es el método I, basado principalmente en el trabajo de clase y la entrega de las prácticas grupales con ordenador, con la posible exposición de la misma. Uno de

los principales problemas que nos encontramos era disponer de elementos objetivos para evaluar individualmente la contribución de los distintos miembros del grupo, y el grado de madurez del conocimiento alcanzado por los mismos, que no tiene porqué ser homogéneo. Se han ido implementando modificaciones, así en II, se quiso imponer la realización de un test con la entrega de las prácticas principales, pero nos encontramos con que esta medida no tuvo buena acogida entre el alumnado, ni tampoco por parte del resto del profesorado porque los alumnos dejaban de asistir a las otras materias para prepararse la prueba, interrumpiendo el ritmo del curso, y fuera del periodo de exámenes podría ser cuestionable la oportunidad de la prueba, pese a formar parte de la evaluación continua. Y así sucesivamente se han ido incorporando la entrega de trabajos voluntarios, los algoritmos en pseudocódigo, ect. Todos ellos de forma individual, hasta dar lugar a los seis métodos que se han descrito anteriormente, y en su mayoría las modificaciones iban enfocadas a una mejor evaluación de las competencias individuales adquiridas por cada alumno, siendo éste un reto importante ya que al mismo tiempo el trabajo colaborativo en grupo lo valoramos positivamente, y es algo que queremos seguir potenciando.

Figura 3: Distribución de las calificaciones por curso académico: porcentaje de suspensos (azul), aprobados (rojo), notables (verde), sobresalientes (lila) y matrículas de honor (cian). El método de evaluación se indica en números romanos coincidiendo con la exposición previa en el texto.



En la Figura 3, para cada curso académico se muestra la distribución de las calificaciones por sistema de evaluación empleado. Los valores absolutos se recogían en la Figura 1.

Tabla 1: Número de alumnos según calificaciones finales y método de evaluación

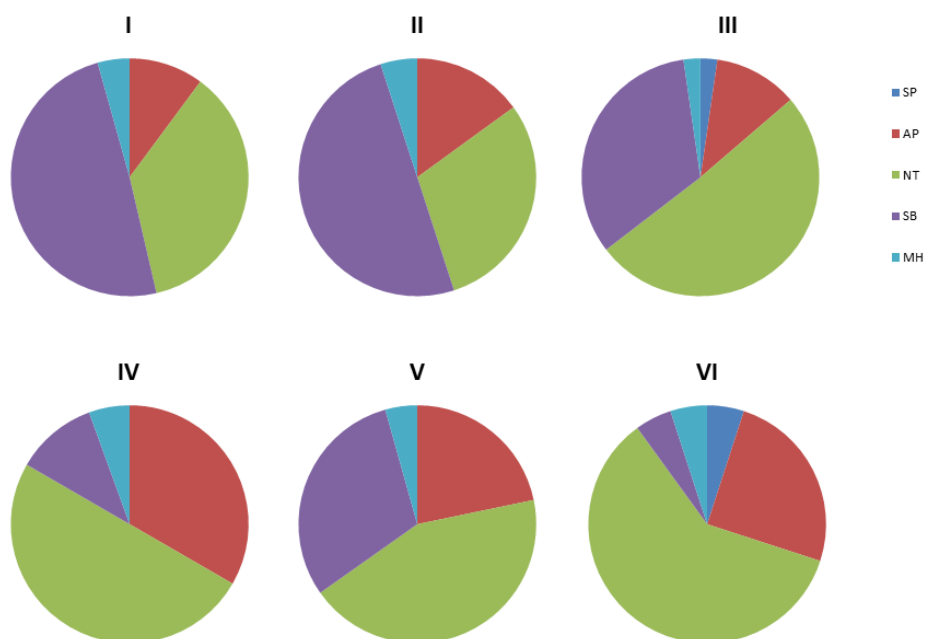
Método de evaluación	SS	AP	NT	SB	MH	Total
I	0	7	25	34	3	69
II	0	3	6	10	1	20
III	4	20	89	58	4	175
IV	0	6	9	2	1	18
V	0	5	10	7	1	23
VI	1	5	12	1	1	20
Total	5	46	151	112	11	325

La distribución de las calificaciones atendiendo sólo al método de evaluación está representada en la Figura 4, y los valores absolutos y relativos se recogen en la Tablas 1 y 2, respectivamente. Así en la Tabla 1 se desglosa por tipo de evaluación el número de alumnos que obtuvieron la calificación de suspenso (SS), aprobado (AP), notable (NT), sobresaliente (SB) y matrícula de honor (MH).

Tabla 2: Porcentaje de alumnos según calificaciones finales y método de evaluación.

Método de evaluación	SS	AP	NT	SB	MH
I	0	10,14	36,23	49,28	4,35
II	0	15	30	50	5
III	2,29	11,43	50,86	33,14	2,29
IV	0	33,33	50	11,11	5,56
V	0	21,74	43,48	30,43	4,35
VI	5	25	60	5	5

Figura 4: Distribución de calificaciones globales agrupadas según tipo de evaluación continua: porcentaje de suspensos (azul), aprobados (rojo), notables (verde), sobresalientes (lila) y matrículas de honor (cian). El método de evaluación se indica en números romanos coincidiendo con la exposición previa en el texto.



Las distribuciones de las calificaciones globales obtenidas según el método de evaluación se recogen en la Tabla 2 y la Figura 4. Podemos observar como el porcentaje de sobresalientes (sector lila) va perdiendo terreno frente a los aprobados y notables (sectores rojo y verde, respectivamente). En líneas generales, ese resultado no es sorprendente pues va en consonancia con el análisis de la variación temporal (Figura 2), pues la numeración de la metodologías se corresponde con el orden cronológico de implementación. Si bien las diferencias entre el método III y V, en la práctica son mínimas ya que salvo un grupo, el resto de los alumnos prefirieron mantener la misma nota para todos los integrantes del grupo. Ello justifica la semejanza de resultados entre III y V.

4. CONCLUSIONES

En este estudio se han presentado los instrumentos de evaluación utilizados para evaluar las competencias matemáticas desarrolladas en las asignaturas Cálculo Numérico y Cálculo Numérico II del último curso de la Licenciatura de Matemáticas y actual Grado de Matemáticas, respectivamente. Estos instrumentos consistieron en la realización a lo largo del curso de distintas prácticas de ordenador grupales,

complementados con pruebas individuales de carácter voluntario y/o obligatorio. El análisis descriptivo aquí realizado, junto con la experiencia docente de los 14 cursos académicos en que se ha impartido la materia, nos permiten afirmar que en la asignatura de Cálculo Numérico, la evaluación continua a partir de trabajo de clase, es una herramienta de evaluación adecuada. Con la implementación y puesta en práctica de las distintas metodologías, los profesores consideramos que el trabajo colaborativo a desarrollar en grupo es beneficioso, pero detectamos que resulta muy conveniente incluir en los criterios de evaluación continua elementos que permitan diferenciar las competencias adquiridas de forma individual, es por ello que consideramos que la incorporación de controles escritos que se realizan de forma individual, adicionales a la entrega de trabajos colaborativos en grupo, proporcionan una herramienta óptima para la evaluación objetiva de las competencias adquiridas por cada alumno individualmente. A lo largo de los años, con la inclusión de los distintos elementos diferenciadores vemos como los porcentajes de sobresalientes disminuyen frente al aumento del número de notables y aprobados, y consideramos que esta situación refleja de forma más objetiva las competencias realmente adquiridas por los alumnos individualmente.

Este trabajo ha sido realizado dentro del proyecto núm. 3361, titulado “Revisión de las estrategias y metodologías en la implementación de la evaluación formativa en asignaturas de Cálculo Numérico”, concedido al amparo del programa Redes de Investigación en Docencia Universitaria del Vicerrectorado de Planificación Estratégica y Calidad-ICE de la Universidad de Alicante, convocatoria 2014/2015.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Felder, R. M. y Brent, R. The abc's of engineering education: ABET, Bloom's taxonomy, cooperative learning, and so on. *Proceedings of the 2004 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*. American Society for Engineering Education, 2004

Guía docente de la UPV: criterios para su evaluación. *Instituto de Ciencias de la Educación*. Universidad Politécnica de Valencia, 2006

Libro Blanco, Título de Grado en Matemáticas. Agencia Nacional de la Evaluación de la Calidad y la Acreditación. Marzo 2004

Normativa para la elaboración de títulos de grado de la Universidad de Alicante. *Boletín Oficial de la Universidad de Alicante*, 24 de julio de 2007

Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 260, pp. 44037-44048, 2007

ANEXO: Contenidos de las asignaturas de Cálculo Numérico del Grado y de la Licenciatura

- Cálculo Numérico II (cuarto curso) del Grado de Matemáticas:

Lección 0: Introducción a las ecuaciones en diferencias. Resolución de ecuaciones en diferencias de primer orden. Resolución de las ecuaciones en diferencias lineales de coeficientes constantes.

Lección 1: Introducción a los métodos numéricos para Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Conceptos generales

Lección 2: Métodos de un paso. Métodos de Euler. Métodos de Taylor. Algoritmo de pares encajados

Lección 3: Métodos de Runge-Kutta

Lección 4: Métodos lineales multipaso. Métodos Predictor-Corrector

Lección 5: Introducción a los problemas rígidos (Stiff)

Lección 6: Introducción a los métodos numéricos para problemas de contorno

- Cálculo Numérico (quinto curso) de la Licenciatura en Matemáticas:

Lección 1. Introducción. Interpolación. Integración y diferenciación numérica. Resultados sobre ecuaciones diferenciales ordinarias

Lección 2. Introducción a las ecuaciones en diferencias. Definición y resultados básicos. Resolución de ecuaciones en diferencias con coeficientes constantes

Lección 3. Método de Euler. Formulación. Convergencia y estabilidad. Programación del método de Euler

Lección 4. Solución numérica de Ecuaciones diferenciales I: Métodos Runge-Kutta

Lección 5. Solución numérica de Ecuaciones diferenciales II: Métodos multipaso lineales. Métodos predictor-corrector

Lección 6. Introducción a los problemas Stiff