

APRENDIZAJE, INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD.

(II CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAJE, INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD. CINAIC 2013)

Edita: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid.

Libro de Actas CINAIC 2013

Depósito legal: M-30387-2013

ISBN: 978-84-695-8927-4

Madrid: Noviembre de 2013.



Reconocimiento – NoComercial – SinObraDerivada (by-nc-nd):

No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas.

Editores literarios: Ángel Fidalgo Blanco y María Luisa Sein-Echaluce Lacleta.

Diseño de Cubierta: María Pilar Sánchez Sarasa. Fotografía cedida por Madrid Visitors & Convention Bureau.

Diseño y creación de actividades interactivas y manipulativas para el aprendizaje del cálculo en la universidad

Design and creation of interactive and manipulative activities for learning university calculus

Elena E. Álvarez Sáiz, M^a Reyes Ruiz Cobo
elena.alvarez@unican.es, reyes.ruiz@unican.es

Dpto. de Matemática Aplicada y Ciencias de la Computación
Universidad de Cantabria
Santander, España

Resumen- Muchos de los estudiantes de primer curso de Universidad encuentran dificultades en la comprensión y utilización de los conceptos matemáticos con los que se trabajan en las asignaturas de Cálculo de los Grados del área de Ciencias e Ingeniería. La enseñanza con tecnología facilita explorar nuevas posibilidades tanto en la comprensión de conceptos teóricos como aplicados al permitir mostrar e interactuar con la información de forma distinta a la que es posible con los tradicionales libros de texto.

Este artículo presenta una propuesta de un grupo de profesores de la Universidad de Cantabria que utiliza la web para plantear nuevas metodologías de aprendizaje que estimulen y orienten al estudiante para lograr una mayor autonomía en su progreso académico. Con este fin, se han desarrollado actividades manipulativas e interactivas para promover el trabajo personal del alumno, la utilización de software matemático y las posibilidades multimedia que ofrece la web. Se describe también la experimentación realizada con estas actividades en los cursos 2011-12 y 2012-13 en las asignaturas de Cálculo de los Grados que se imparten en la Escuela de Ingenieros Industriales y Telecomunicación de la Universidad de Cantabria.

Palabras clave: *Aprendizaje de las Matemáticas, Tecnología Educativa, Herramientas Interactivas y de Visualización*

Abstract- Many first year university students encounter difficulties in understanding the mathematical concepts which are used in Calculus courses in the Science and Engineering Degrees. Teaching with technology allows for new possibilities both in the understanding of theoretical and applied concepts which allows for information to be shown and interacted with in a way that is distinct from traditional textbooks.

This article presents a proposal by a group of professors from the University of Cantabria which utilizes the internet to set out new learning methodologies that stimulate and orient the student to achieve greater autonomy in his or her academic progress. To this end, manipulative and interactive activities have been developed which intend to promote the students' personal work, the use of mathematical software and the multimedia possibilities offered online.

It also describes the experience brought forth with these activities in the academic courses of 2011-12 and 2012-13 in the Calculus courses in the Degrees taught in the School of Industrial Engineering and Telecommunications of the University of Cantabria.

Keywords: *Math Learning, Educational Technology, Interactive tools and visualization*

1. INTRODUCCIÓN

Conscientes de los nuevos tiempos y de la nueva situación que facilita la tecnología en el ámbito educativo en general (Bates, 2005; Capra, Arguello, Chen, Hawthorne, Marchionini y Shaw, 2012; Joubert y Wishart, 2012), y en las Matemáticas en particular (Lopez-Morteo y López, 2007; Phillips, 2010; Clark-Wilson, Oldknow y Sutherland, 2011; Buteau, Marshall, Jarvis y Lavicza, 2010), un grupo de profesores de la Escuela T. S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación (ETSIT) de la Universidad de Cantabria (UC), nos planteamos la posibilidad de incorporar herramientas de apoyo al proceso de aprendizaje en las asignaturas de Cálculo de los Grados de Ingeniería impartidos en esta Escuela.

Siguiendo la propuesta que Lavicza (Buteau et al., 2010; Lavicza, 2010) realizó para contribuir a la integración de la tecnología en la enseñanza de las Matemáticas, este Proyecto se planteó con los objetivos principales de diseñar actividades centradas en el estudiante que facilitasen la experimentación y la exploración y, al mismo tiempo, formar un entorno de trabajo colaborativo entre los profesores participantes en él.

Aunque son muchos los autores que han puesto de manifiesto las propiedades instrumentales y simbólicas de los llamados Sistemas de Álgebra Computacional (CAS) en los procesos de aprendizaje de las Matemáticas (en Laborde y Sträßer (2010) se da una visión de la situación en los últimos 25 años), su integración con éxito en la práctica es bastante cuestionable (Joubert, 2013; Marshall, Buteau, Jarvis y Lavicza, 2012; Buabeng-Andoh, 2012).

Entre las razones que dificultan esta integración se destaca el papel del profesorado que siente limitaciones para adaptar sus técnicas de enseñanza y ve en este nuevo contexto desestabilizada la práctica docente que ha desarrollado de forma rutinaria durante años (Lavicza, 2007; Bingimlas, 2009; Ma, Andersson, Streith, 2005; Niess, 2005). En el ámbito universitario este hecho es quizá más acusado ya que la enseñanza ha sido tradicional en la mayoría de los casos, siendo la interacción profesor-alumno controlada principalmente por el profesor mediante la exposición de contenidos, la resolución de ejercicios y la solución de dudas.

Noviembre 6-8, 2013, Madrid, ESPAÑA

II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2013)

Esta puede ser la razón por la que no existan muchas investigaciones sobre la enseñanza de las Matemáticas con tecnología a nivel universitario (Buabeng-Andoh, 2012; Lavicza, 2007). En Buteau et al. (2007) se recogen algunas de estas propuestas indicando que las dos terceras partes de ellas hacen referencia a iniciativas individuales que tratan únicamente algunos contenidos de un solo curso.

En estos estudios se pone de manifiesto que la posibilidad de utilizar estas herramientas para favorecer habilidades conceptuales (identificar, comparar, demostrar), traductoras (modelar, interpretar), operativas (graficar, aproximar, optimizar, calcular), heurísticas (resolver, analizar, explorar) y metacognitivas (planificar, predecir, verificar, comprobar y controlar) no debe desaprovecharse y se sugiere avanzar en la comprensión y organización de situaciones didácticas en las que dichas herramientas contribuyan al desarrollo de procesos cognitivos (Hoyles y Noss, 2009).

Cualquier iniciativa en este sentido ha de tener en cuenta los muchos y variados factores que obstaculizan o favorecen los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas. Además de los asociados a la actitud y/o a la habilidad personal (tanto del profesor como del alumno), se deben considerar los socioculturales y de contexto (Bishop, 1999; Titus, 2004). Es necesario identificar claramente la población a la que se va a destinar, valorar sus necesidades y juzgar si los objetivos propuestos son alcanzables y coherentes con la situación en la que se van a desarrollar.

En este artículo se presentan los resultados del *Proyecto Diseño y creación de actividades interactivas para el aprendizaje de Matemáticas* desarrollado dentro de la Convocatoria de Innovación Docente 2011-12 de la UC. Este Proyecto se inscribió dentro del Programa Semipresencial en la línea Acciones de elaboración de material docente en Red y apoyo virtual a la docencia presencial.

El ámbito de aplicación en el que nace es en las asignaturas de formación básica Cálculo I y Cálculo II de primer curso de todos los Grados que se imparten actualmente en la ETSIIT de la UC. Su desarrollo ha partido del estudio de las condiciones del alumnado que llega a la Escuela en el primer curso de Grado y de la problemática que plantean las asignaturas de Matemáticas tanto a nivel de aprendizaje como en relación a su carácter instrumental en los Grados de Ingeniería. De este análisis han surgido distintas estrategias de cambio que han requerido el diseño de nuevas actividades y materiales para ponerlas en práctica.

Las principales características de las actividades creadas dentro del Proyecto son: su interactividad que fomenta el aprendizaje activo, su diseño pedagógico que potencia el análisis y la reflexión, su originalidad en contenidos y en el uso de las herramientas tic empleadas, su adaptabilidad a otros contextos mediante el diseño de plantillas configurables, su variedad en tipología, la extensión de los contenidos sobre los que se ha hecho su desarrollo y su disponibilidad en abierto.

Este artículo se estructura de la siguiente manera: en el apartado 2 se detalla el contexto en el que se ha desarrollado este Proyecto; posteriormente, en el apartado 3, se describe la metodología seguida y las características de las actividades

interactivas y manipulativas desarrolladas. En el apartado 4 se expone la experimentación realizada en el aula y los resultados obtenidos. Finalmente, en el apartado 5 se incluye las principales conclusiones y las futuras líneas de trabajo.

2. CONTEXTO

El equipo de trabajo de este Proyecto está constituido por los profesores responsables de las asignaturas de Cálculo en los Grados de la ETSIIT. Este profesorado tiene una experiencia docente de más de veinte años en la enseñanza de esta materia y ha realizado en su magisterio muchos ajustes en el contenido y en las metodologías y estrategias docentes empleadas. Sin embargo, la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior ha exigido una remodelación más profunda en el diseño y desarrollo de las asignaturas que se han empezado a impartir en los nuevos Grados.

La primera actividad que se desarrolló para el Proyecto fue la creación y realización de una encuesta a los alumnos de primer curso matriculados en el curso 2010-11 en la asignatura Cálculo I de los Grados de la ETSIIT (en total fueron 395 los alumnos encuestados). La encuesta, disponible en el espacio web del Proyecto (Giematic UC, 2013) constaba de dos partes:

- En la primera se preguntaba por el contexto de los alumnos con la intención de conocer cómo habían accedido a la Universidad, su edad, el número de veces que se habían matriculado en la asignatura, su actitud ante las Matemáticas, etc.
- En la segunda se plantearon 16 preguntas sobre conocimientos básicos que pretendían detectar lagunas en la formación matemática previa al acceso a la Universidad.

Hay que hacer notar que las preguntas sobre conocimientos básicos (salvo las correspondientes a los temas de derivación e integración) se obtuvieron de exámenes de recuperación de cuarto curso de Enseñanza Secundaria Obligatoria que nos facilitaron profesores que imparten docencia en secundaria.

Analizados los resultados, las principales conclusiones que se pueden destacar son:

- La valoración media en relación a la apreciación que los alumnos tienen sobre los conocimientos que se consideran prerequisites para cursar la asignatura, se identifica con la frase *Lo estudié pero tengo que repasarlo porque me acuerdo muy poco* (ver figura 1).
- Calculado el porcentaje de respuestas correctas a cada pregunta del bloque de conocimientos básicos y realizada la media de estos porcentajes, el valor resultante es de un 33,6% de aciertos (la figura 2 muestra con más detalle los porcentajes de aciertos agrupadas las preguntas por temas).

Es importante comentar que, en el momento en el que se realizó la encuesta, los alumnos podían haber repasado ya estos contenidos pues se les había informado sobre los temas considerados como prerequisites y disponían de recursos para poder repasarlos.

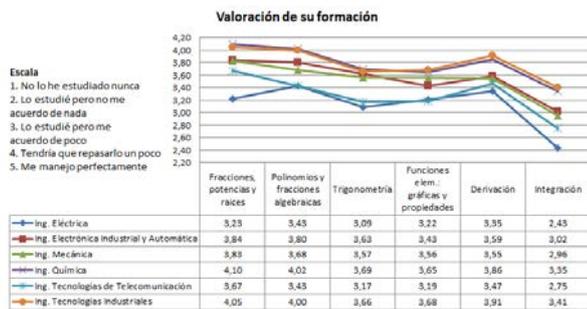


Figura 1. Encuesta: Apreciación de su formación

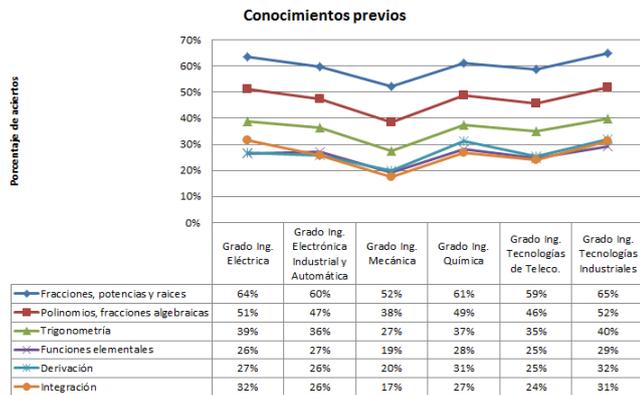


Figura 2. Encuesta: Conocimientos previos

Estos resultados no difieren de otros estudios realizados sobre los conocimientos de matemáticas que poseen los alumnos que acceden a la Universidad (Huidobro, Méndez y Serrano, 2010). En consecuencia, consideramos que cualquier estrategia que se diseñe para intentar cambiar esta situación no debe considerarse de interés únicamente local o puntual.

3. DESCRIPCIÓN

Después de recoger información sobre la situación de partida, se procedió a establecer las habilidades y actitudes que se pretendían desarrollar (ver figura 3). En función de este análisis se comenzó a diseñar y crear distintas actividades con las que favorecer su desarrollo.

El material se articuló en dos temas que se utilizaron como prototipo en la experimentación inicial llevada a cabo en el curso 2010-11. La elección del primer tema, *Integración simple*, fue motivada por dos razones fundamentalmente:

- la valoración dada por los estudiantes en la encuesta sobre sus conocimientos previos en este tema fue la más baja (figura 1)
- se imparte al final del primer cuatrimestre (en la asignatura *Cálculo I*) lo que permitió disponer de más tiempo para el desarrollo de actividades.

Una vez realizada la experimentación de este módulo se detectaron deficiencias y se propusieron mejoras a incorporar en las plantillas creadas para el desarrollo de las actividades. Estos cambios se incorporaron en la creación del material correspondiente al segundo tema prototipo, *Integración Vectorial*, que se experimentó en la asignatura *Cálculo II* en el segundo cuatrimestre del curso 2010-11.

Hasta este momento se han desarrollado actividades para seis temas, tres correspondientes a la asignatura *Cálculo I* y tres de *Cálculo II*.

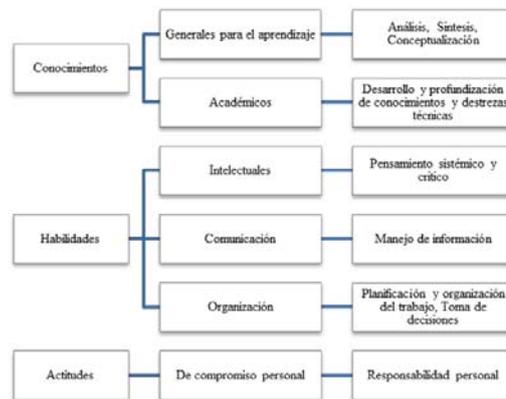


Figura 3. Competencias generales

A la hora de guiar nuestro trabajo tuvimos siempre presente el papel de responsabilidad social que tiene que tener la Universidad por lo que decidimos que la difusión del contenido debía estar a disposición de todo el público en abierto. En este sentido, según precisa la Guía Básica para producir Recursos Educativos Abiertos elaborada por la Unesco (Butcher, 2010), no se ha impuesto ninguna limitación para acceder al material creado.

Esta fue la razón por la que se decidió no utilizar ninguna de las plataformas de formación de las que dispone la UC (Moodle y Blackboard) y se optó por utilizar Joomla como gestor de contenidos web (CMS). El CMS Joomla permite personalizar y modificar cualquier parte de la web manteniendo una estructura consistente y dispone de un back-end de administración donde se pueden realizar las funciones de mantenimiento necesarias, cambios de diseño, instalación de plugins, etc. Al mismo tiempo, la gestión de artículos y su ordenamiento en categorías o secciones, facilita la incorporación de contenido de una forma sencilla para el usuario con conocimientos informáticos de nivel bajo-medio.

Para facilitar la escritura de fórmulas matemáticas en la web se optó por utilizar MathJax. Se trata de una herramienta de código libre cuyas API están disponibles para ser integradas en todo tipo de aplicaciones y servidores web. Funciona en cualquier navegador que soporte javascript, incluidos los dispositivos móviles. No requiere de la instalación de ningún tipo de software o de letras adicionales en el sistema lector, se descarga entre el contenido de una página web y las dibuja tras analizar el contenido de esta página para buscar expresiones matemáticas (en lenguaje LaTeX o MathML).

A. Descripción de actividades

En este apartado se describen los distintos tipos de actividades que se han diseñado indicando la motivación que impulsó su creación.

1) Laboratorios de visualización y de cálculo

Se tratan de applets interactivos creados con el software libre Geogebra y con el nippe Descartes del Ministerio de

Educación, Cultura y Deporte. Estos laboratorios virtuales se han utilizado principalmente en las clases presenciales durante la exposición de contenidos y en el aula de informática cuando se han desarrollado las prácticas con ordenador con el objetivo de favorecer la exploración y la visualización matemática (ver figura 4).

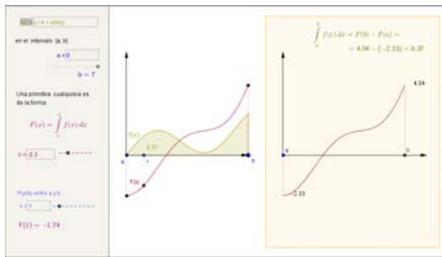


Figura 4. Ejemplo de laboratorio

2) Ejercicios paso a paso

Este nombre hace referencia a ejercicios interactivos en los que se plantean distintas opciones para proseguir en un momento dado con la resolución de un ejercicio (ver figura 5). Se pretende con esta actividad hacer reflexionar al alumno sobre razonamientos habituales erróneos y forzarle a analizar cada paso en la resolución de ejercicios. Las plantillas que permiten generar este tipo de ejercicios se han programado utilizando javascript y admiten aleatoriedad en las respuestas que se proponen.

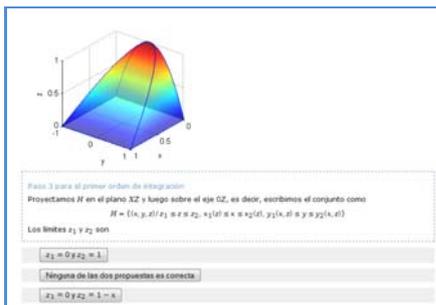


Figura 5. Ejercicio paso a paso

3) Encuentra el error

Bajo este nombre se recogen algunos ejemplos de cómo razonamientos erróneos conducen a afirmaciones imposibles. En general este tipo de ejercicios aborda aspectos teóricos que hacen reflexionar al alumno sobre las condiciones en la que son válidos ciertos resultados (ver figura 6).

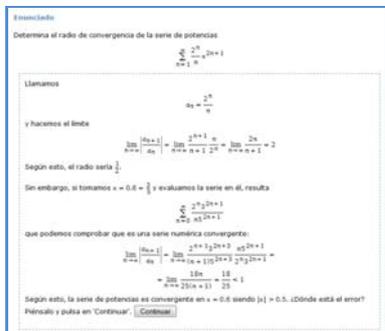


Figura 6. Ejemplo de ejercicio encuentra el error

4) Test aleatorios

Para esta actividad se ha construido una plantilla con Geogebra que genera de forma aleatoria un cuestionario de respuesta múltiple con una sola respuesta válida (ver figura 7). El número de preguntas máximo que se muestra en cada test es quince y se eligen de una base de preguntas que se almacena en un fichero de texto. Seleccionada una pregunta, tanto su enunciado como las opciones posibles a contestar se construyen también de forma aleatoria ya que utilizan ciertos parámetros y comandos que son tratados por Geogebra antes de mostrarse en pantalla.

La comunicación entre los datos introducidos del test (número de preguntas, enunciados y respuestas) y el applet construido con Geogebra se realiza a través de distintos programas javascript.

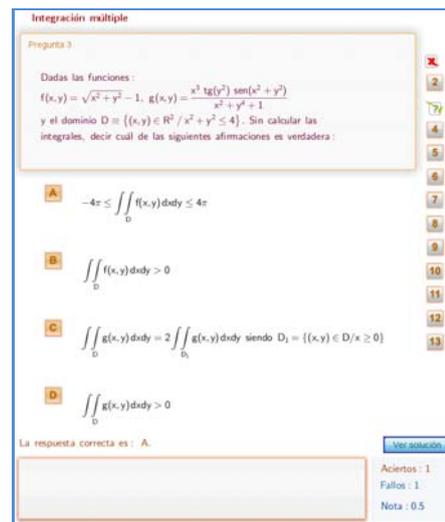


Figura 7. Ejemplo de test

Se ha incorporado además el código para almacenar los resultados de los tests en una base de datos a la que puede acceder el profesorado. Como para la utilización del material no se requiere de ningún tipo de validación, la información almacenada está limitada a datos generales (nombre, apellidos, titulación, fecha de realización, número de intento, y aciertos y fallos realizados en cada intento). Para facilitar la búsqueda de los datos se desarrolló un buscador donde se puede indexar por varios campos los datos que se quieran buscar.

Se ha construido el código javascript necesario para que el alumno pueda imprimir tanto las preguntas del test como su respuesta. Finalmente se ha generado con cada test un paquete SCORM (Sharable Content Object Reference Model) que se puede incorporar en la plataforma Moodle para registrar los resultados e incorporarlos en el cuaderno de calificaciones.

5) Demos Matlab

Este material hace referencia a GUI (Graphical User Interface) de Matlab que han sido compiladas en la versión 2010b de 32 y 64 bits. Constituyen aplicaciones ejecutables que no requieren de la instalación previa de esta versión de Matlab ni de conocimientos de uso de este programa. En el caso de no tener instalado en el ordenador la versión utilizada,

se deberá ejecutar únicamente el Matlab Compiler Runtime (MCR) en la versión de bits del sistema operativo.

El objetivo de esta actividad es facilitar la visualización de conceptos y la realización de cálculos matemáticos. El diseño de estas demos permite incluir distintos datos y ajustar parámetros mediante controles facilitando de esta manera experimentar con distintas situaciones (ver figura 8).

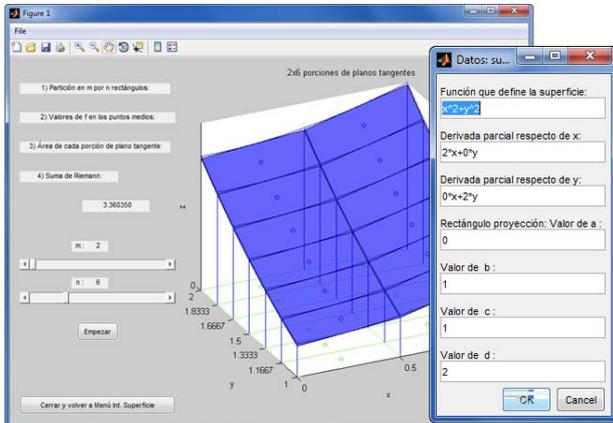


Figura 8. Ejemplo de demo Matlab

La tabla 1 resume cuantitativamente las actividades desarrolladas.

Tabla 1. Actividades desarrolladas

Laboratorios	Ejercicios	Encuentra el error	Tests de autoevaluación	Demos Matlab
Núm.: 30	Núm.: 96	Núm.: 9	Núm. 12	Núm.: 8

4. RESULTADOS

Durante el curso 2010-11 se experimentó parcialmente con las actividades desarrolladas para los módulos piloto. En el curso 2012-13 se ha utilizado de forma más continuada como propuestas de actividades de aprendizaje incorporadas a una guía de trabajo que se facilita al alumno por cada tema a estudiar. Estas guías, además de los objetivos, los prerrequisitos necesarios para abordar el tema y la bibliografía de consulta, incluyen un resumen teórico y una pauta de trabajo que contempla distintas actividades a realizar según un cronograma previsto. Aunque el trabajo del alumno debe ser principalmente autónomo no significa que esté sólo en su aprendizaje. Las tutorías en grupo y/o individuales constituyen una parte importante de esta planificación ya que es donde se ha realizado el seguimiento del trabajo.

El profesorado se ha limitado a sugerir propuestas y el alumnado ha decidido seguir o no esas recomendaciones. No se ha valorado con puntos en la calificación global la realización de ninguna tarea ya que se quería que la utilización de estos recursos estuviera motivada únicamente porque el alumno lo considerase efectivo en su aprendizaje. Con ello se pretendía fomentar en el alumnado la autonomía y su responsabilidad, que reconocieran sus necesidades de aprendizaje y que dispusieran de distintas estrategias para elegir el camino que considerara más conveniente. En este sentido, las actividades desarrolladas facilitan distintas oportunidades para que se puedan ajustar a las variadas necesidades y motivaciones de los alumnos.

El control de acceso a las actividades disponibles en el espacio web se empezó a realizar en noviembre de 2012. En la tabla 2 se muestra el número de veces que se han utilizado desde esa fecha según los distintos temas desarrollados. Los números mayores se corresponden con aquellos temas que tienen más actividades desarrolladas en el espacio web.

Tabla 2. Accesos desde noviembre de 2012

Series	Varias Variables	Integral simple	Integr. múltiple	Integ. vectorial	Integral superficie
448	1035	1331	2328	310	513

La última actividad propuesta en cada tema es la realización de un test de autoevaluación. El número de accesos a los tests publicados en la web, en el mismo periodo indicado anteriormente, ha sido de 5017.

Para conocer el grado de aceptación de este material entre los alumnos se les solicitó que rellenaran una encuesta de opinión que podían completar desde el propio espacio web. Esta encuesta ha sido completada por 68 alumnos con una media de edad de 19,9 años. En esta encuesta el 90% manifiesta que no ha tenido problemas técnicos para visualizar las páginas y manejar el contenido del espacio web que alojaba el material creado.

La valoración dada al contenido de la web respecto a su utilidad, calidad y claridad, considerando como escala los valores *Muy poco/ Poco/ Normal/ Bastante/ Mucho*, se muestra en la figura 9a. El grado de satisfacción con los distintos tipos de materiales se recoge en la figura 9b donde se ha considerado la misma escala que en la pregunta anterior.

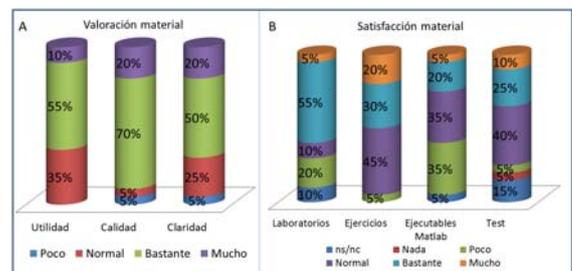


Figura 9. a) Valoración del material b) Satisfacción según tipología

De los resultados de la encuesta se concluye que los alumnos han considerado esta material bastante útil indicando que les ha permitido mejorar su trabajo antes de ser calificado y aprender de sus errores en el proceso de aprendizaje. En ese sentido, podemos afirmar que se ha conseguido el objetivo buscado de fomentar un aprendizaje inteligente.

5. CONCLUSIONES

La formación del Grupo de trabajo creado por los profesores que forman parte de este Proyecto, se ha constituido como un punto de debate y consenso sobre contenidos y metodología a desarrollar. Esta experiencia ha sido calificada como muy enriquecedora por todos los profesores que lo componen que manifiestan que el trabajo colaborativo les ha permitido abrirse a otras ideas, discrepar y profundizar en su propia práctica docente.

El cambio que se propone pretende fomentar en el alumnado un nuevo sistema de trabajo que conlleve un

esfuerzo continuado y dote al estudiante de mayor libertad para programar su trabajo de forma responsable. Para ello, se ha actuado a tres niveles:

- El diseño final de actividades surge a partir de un examen reflexivo del contexto, considerando por un lado la realidad de los nuevos Grados y el Centro donde se imparten y, por otro, el conjunto de actores que intervienen en la situación que se quiere mejorar y la estructura conceptual de la materia a enseñar.
- Involucra a distintos profesores con amplia experiencia en la docencia que han debatido y adoptado estrategias consensuadas cuya aplicación ha demandado crear recursos y adaptar algunos ya existentes utilizados en los Planes Piloto de adaptación al Grado.
- Introduce en la práctica docente la tecnología como instrumento cognitivo con diferentes usos: medio de comunicación, fuente de información y recurso interactivo para el aprendizaje.

La creación de la estructura del espacio web para alojar las actividades en abierto facilita la incorporación de nuevos contenidos y nuevas posibilidades. El diseño de las actividades se ha realizado de forma que sea fácilmente adaptable a cualquier contenido mediante plantillas configurables que permiten incorporar nuevas posibilidades. Para la adaptación a otros contextos se requiere fundamentalmente de profesorado convencido de la validez de este tipo de actividades.

Las líneas de actuación futuras se centrarán en los siguientes tres ejes:

- Primero: Desarrollar actividades centradas en facilitar el tránsito del Bachillerato a la Universidad ya que, a pesar de que los requisitos necesarios para comenzar el primer curso en los Grados de Ingeniería son cubiertos en el currículo de bachillerato, es un hecho que los alumnos tienen serias dificultades para realizarlo con éxito (Huidobro et al., 2010).
- Segundo: Desarrollar actividades que completen el temario de las asignaturas *Cálculo I* y *Cálculo II*.
- Tercero: Diseñar un portafolio de trabajo para el alumno que permita realizar su seguimiento y evaluación así como diagnosticar necesidades y los puntos fuertes y débiles en el alcance de los objetivos propuestos.

AGRADECIMIENTOS

Este Proyecto ha sido subvencionado por el Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa de la Universidad de Cantabria a través de la ayuda recibida en la Convocatoria de Innovación Docente 2011-2012. Agradecemos también al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte y Universia por la concesión del Primer Premio en la V Edición a la Iniciativa OCW a la asignatura *Cálculo I* origen de este Proyecto.

REFERENCIAS

Bates, A. W. (2005). *Technology, E-learning and Distance Education*. Londres: Routledge Falmer.

Bingimias, K. (2009). Barriers to the Successful Integration of ICT in Teaching and Learning Environments: A Review of the Literature.

EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 5(3), 235-245.

Bishop, A. J. (1999). *Enculturación matemática: la educación matemática desde una perspectiva cultural*. Paidós.

Buabeng-Andoh, C. (2012). Factors influencing teachers' adoption and integration of information and communication technology into teaching: A review of the literature. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, 8(1), 136-155.

Buteau, C., Marshall, N., Jarvis, D., y Lavicza, Z. (2010). Integrating Computer Algebra Systems in Post-Secondary Mathematics Education: Preliminary Results of a Literature Review. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 17 (2), 57-68.

Capra, R., Arguello, J., Chen, A., Hawthorne, K., Marchionini, G., y Shaw, L. (2012). The ResultsSpace collaborative search environment. *Proceedings of the 12th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital Libraries* (pp. 435-436). Washington, DC, USA: ACM.

Giematic UC (2013). Obtenido de <http://www.giematic.unican.es>

Clark-Wilson, A., Oldknow, A., y Sutherland, R. (2013). *Digital technologies and mathematics education*. Recuperado de JMC Joint Mathematical Council of the United Kingdom: http://cme.open.ac.uk/cme/JMC/Digital%20Technologies%20files/JMC_Digital_Technologies_Report_2011.pdf

Goldberg, E. J., y LaMagna, M. (2012). Open educational resources in higher education. A guide to online resources. *College & Research Libraries News*, Volume 73, Issue 3, pp. 334-337. Recuperado de <http://crln.acrl.org/content/73/6/334.full>

Hoyles, C., y Noss, R. (2009). The technological mediation of mathematics and its learning. *Human development*, 52 (2), 129-147.

Huidobro, J. Á., Méndez, M. A., y Serrano, M. L. (2010). Del Bachillerato a la Universidad: las Matemáticas en las carreras de ciencias y tecnología. *Aula Abierta*, 38 (1), 71-80.

Joubert, M. (2013). Using digital technologies in mathematics teaching: developing an understanding of the landscape using three "grand challenge" themes. *Educational Studies in Mathematics*, 82(3),341-359.

Joubert, M., y Wishart, J. (2012). Participatory practices: Lessons learnt from two initiatives using online digital technologies to build knowledge. *Computers & Education*, 59(1), 110-119.

Laborde, C., y Sträßer, R. (2010). Place and use of new technology in the teaching of mathematics: ICMI activities in the past 25 years. *The International Journal on Mathematics Education, ZDM*, 42 (1), 121-133.

Lavicza, Z. (2007). Factors Influencing the Integration of Computer Algebra Systems into University-Level Mathematics Education. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 14 (3), 121-129.

Lavicza, Z. (2010). Integrating technology into mathematics teaching at the university level. *The International Journal on Mathematics Education, ZDM*, 42(1), 105-119.

Lopez-Morteo, G., y López, G. (May, 2007). Computer support for learning mathematics: A learning environment based on recreational learning objects. *Computers & Education*, 48 (4), 618-641.

Ma, W. W.-K., Andersson, R., y Streith, K.-O. (2005). Examining user acceptance of computer technology: an empirical study of student teachers. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21 (6), 387-395.

Marshall, N., Buteau, C., Jarvis, D. H., y Lavicza, Z. (2012). Do mathematicians integrate computer algebra systems in university teaching? Comparing a literature review to an international survey study. *Computers & Education*, 58 (1), 423-434.

Niess, M. (2005). Preparing Teachers to Teach Science and Mathematics with Technology: Developing a Technology Pedagogical Content Knowledge. *Teaching and Teacher Education: An International Journal of Research and Studies*, 21 (5), 509-523.

Phillips, Y. (2010). The use of technology in mathematics education. *Education Technology and Computer (ICETC)*, 2010 2nd International Conference on (pp. 499-503). Shanghai: IEEE.

Titus, M. A. (2004). An Examination of the Influence of Institutional Context on Student Persistence at 4-Year Colleges and Universities: A Multilevel Approach. *Research in Higher Education*, 45(7), 673-699.