

Título: Herramientas integradas para la generación de material individualizado en asignaturas de ingeniería.

Clemente Cobos Sánchez*, José María Guerrero Rodríguez*, Francisco José González Gutiérrez+, y Ángel Quirós Olozábal*.

*Departamento de Ingeniería en Automática, Electrónica y Redes de Computadores, Escuela Superior de Ingeniería,

+Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias.

clemente.cobos@uca.es

RESUMEN: Los grupos numerosos en los nuevos grados de ingeniería representan una traba en la evaluación continua y el seguimiento individual de cada alumno. El desarrollo de herramientas que permitan optimizar el tiempo del profesor, potenciar el aprendizaje y una justa evaluación, representan una alternativa de suma utilidad docente.

En este proyecto proponemos el desarrollo de herramientas para la generación de material docente individualizado, para su utilización en las asignaturas de Grado de Ingeniería. Presentamos una aplicación integrada en Matlab de cómoda interacción para el profesor y que permite generar cuestionarios personalizados para cada alumno. Los resultados producidos con esta herramienta han sido analizados, y comparados con los equivalentes de cursos anteriores obtenidos con procedimientos de evaluación no individualizados. La estrategia propuesta en este proyecto ha demostrado ser una eficiente alternativa para paliar el problema de copia entre alumnos y potencia el trabajo del alumno. Así mismo, este proyecto ha abierto varias líneas de trabajo para mejorar la docencia en las asignaturas implicadas.

PALABRAS CLAVE: proyecto, innovación, mejora, docente, cuestionario, material individualizado, Matlab.

INTRODUCCIÓN

Es frecuente, en asignaturas de los grados de Ingeniería, que como parte del proceso de evaluación, se desarrollen cuestionarios tanto en clase de laboratorio como de teoría. En el primer caso, estos cuestionarios pueden ser previos a la actividad experimental, abordando la obtención de resultados teóricos preliminares, con intención de familiarizar a alumno con los conceptos que se van a trabajar en la sesión práctica.

Igualmente, cuestionarios pueden ser usados en clase de teoría como parte de la evaluación continua empleando preguntas cortas y la resolución de problemas que permitan incidir en los puntos de interés del programa.

Por otra parte, el aumento de alumnos por curso en los nuevos grados de ingeniería puede representar en algunos casos una traba en el proceso de evaluación continua, así como en el seguimiento individual de cada alumno, interfiriendo directamente en la justa ponderación del trabajo diario del alumno. Concretamente, el uso de cuestionarios en clases de teoría o laboratorio puede ver mermada su eficacia debido a factores como copia o plagio entre los mismos alumnos, lo que representa un serio obstáculo en el aprendizaje y su evaluación.

Una forma de aliviar este problema es el desarrollo de material personalizado para cada alumno, para potenciar un trabajo individual y que asegure una mayor dedicación del alumno, y por tanto, intensificando el proceso de aprendizaje. No obstante, esta opción va en general acompañada de un incremento considerable en el

tiempo invertido en la preparación de material docente, la corrección de los cuestionarios, así como en el tiempo empleado en la evaluación continua en grupos numerosos. Lo que puede ser un serio perjuicio para otras actividades docentes, en tanto que limita el tiempo disponible.

Es pues, de gran utilidad el desarrollo de herramientas que permitan la optimización del tiempo profesor y que, por encima de todo, potencien el aprendizaje, y permitan un justo desarrollo de la evaluación continua así como de la ponderación del trabajo individual de cada alumno.

En este proyecto de innovación docente se presenta el desarrollo de herramientas para la generación de material docente individualizado, para su utilización en las asignaturas de Grado de Ingeniería, que buscan incrementar el nivel de calidad docente de las mismas. La estrategia presentada en este proyecto se basa en una interfaz creada en Matlab y de cómoda interacción para el profesor, que permite generar relaciones de problemas y cuestionarios personalizados para cada alumno, así como las soluciones particulares para optimizar el tiempo del profesor y mejorar el aprendizaje por parte del alumno.

El contexto de este proyecto se debe entender principalmente dentro de las asignaturas de "Electrónica" del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, y de "Electrónica" del Grado en Ingeniería Aeroespacial, donde se ha usado la aplicación que aquí proponemos.

No obstante, en esta memoria los resultados que presentamos estarán referidos únicamente a la

primera de las asignaturas. Esto se debe, principalmente a dos razones

i) Esta asignatura ha sido impartida ya en el curso anterior, existiendo resultados producidos con cuestionarios clásicos, fijos para todos los alumnos. Esto nos ofrece una situación óptima para poder comparar con la metodología que aquí presentamos con otras formas de evaluación.

ii) Alto numero de alumnos, concretamente 251 alumnos matriculados, y con un seguimiento de la asignatura de entorno a unos 220 alumnos. Esto permite hacer interpretaciones estadísticas de manera más formal.

MÉTODO

La herramienta en que se basa este proyecto está fundamentada en el empleo de Matlab para producir una interfaz gráfica (GUI), con la que inicialmente accedemos a las listas de alumnos que conforman los diferentes grupos del curso (teoría o laboratorio).

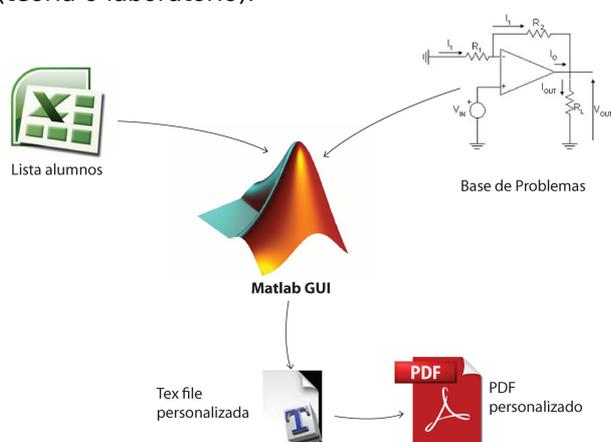


Figura 1: Diagrama del proceso.

Las hojas que contienen los datos de los alumnos han de estar en formato Excel (.xls) y son incorporados a la herramienta gracias el uso de la función Matlab `xlsread` que permite leer dichos archivos. En este curso, hemos empleado 10 grupos de laboratorio (A1, A2, A3, A4, A5, B1, B2, B3, B4 y B5); cada de los cuales puede ser elegido en la aplicación mediante una pestaña marcada como “Grupo” como muestra (en rojo) la figura 2. En esta pestaña existe una opción extra “Todos”, que permite seleccionar todos los alumnos del curso.

Una vez seleccionado el grupo de alumnos, podemos elegir desde la aplicación el tipo del cuestionario que queremos producir. Concretamente hemos desarrollado una base de preguntas dividida en 11 cuestionarios, cada uno asociado a una actividad de laboratorio. Cada uno de estos cuestionarios contiene de 20 a 30 preguntas aunque solo 10 u 8 (dependiendo del cuestionario) de ellas escogidas aleatoriamente conformaran el cuestionario individual de cada alumno. La función Matlab `randi`, que genera números enteros psuedoaleatorios, es empleada

para escoger diferentes las preguntas de la bolsa para un cuestionario, y presentarlas en orden diferente.

Cualquiera de los tipos de cuestionario puede ser elegido mediante la pestaña marcada como tipo de cuestionario (en la figura 2 aparece con un recuadro en azul).

La base de preguntas está constituida por preguntas tipo test y de respuesta numérica. En estas últimas, una magnitud del problema pueden ser variable, de manera que al generar los cuestionarios, se deben definir unos intervalos realistas sobre los que las variables tomarán un valor aleatorio y adecuado para cada problema individualizado. El valor que tomará una variable dada para cada alumno se obtiene usando la función Matlab `rand` que permite obtener números pseudoaleatorios uniformemente distribuidos en el intervalo prescrito.

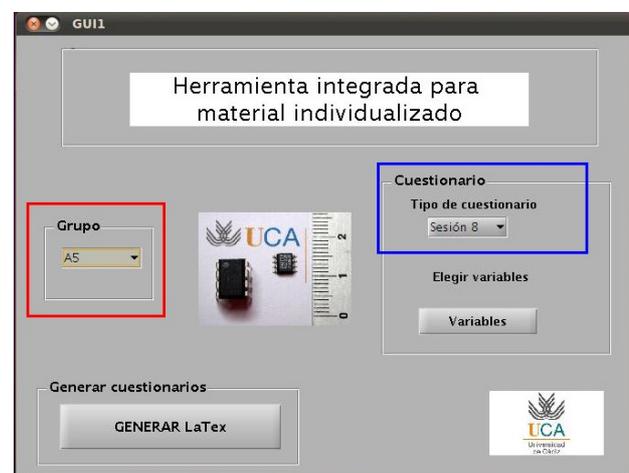


Figura 2: Interfaz de la herramienta, donde se muestra en rojo y azul las pestañas para elegir Grupo y tipo de cuestionario respectivamente.

En la figura 3 se muestra en rojo el botón “Variables” que al ser pulsado abre una tabla característica de cada cuestionario (encuadrado en azul), en la que se imponen los intervalos de validez de las magnitudes de cada problema. Finalmente, una vez elegido el tipo de cuestionario y grupo de alumnos al que va destinado, la herramienta es capaz de generar un archivo .tex, pulsando el botón “Generar LaTex” en figura 3. Éste propiamente compilado genera cuestionarios en formato pdf para cada alumno, y sus soluciones (vea *PI_13_038_Anexo 1.pdf* donde se adjunta uno como ejemplo).

Para una óptima producción de los cuestionarios se han usado paquetes estándar de Latex como `tikz` o `fp` y en cada tipo de cuestionario la herramienta ha producido un archivo de estilo (.sty, para ejemplo vea *PI_13_038_Anexo 2.pdf*) para definir comandos especiales y formatos empleados en la compilación del archivo .tex.

RESULTADOS

A continuación presentamos parte de los resultados obtenidos; en algunos casos se comparan con los datos equivalentes producidos en el curso anterior. Así los datos son

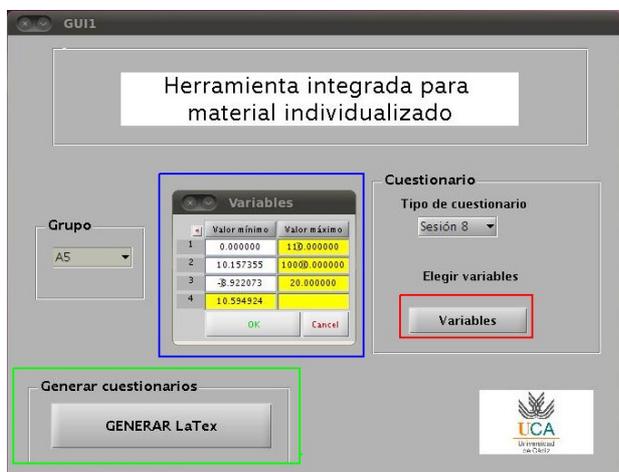


Figura 3: Interfaz de la herramienta, recuadrado en rojo el botón para definir las variables de los problemas del cuestionario. Recuadrado en azul el cuadro que surge donde se notan el intervalo de las variables. Y recuadrado en verde el botón que genera el archivo .tex.

Curso 2012/2013 (C12/13): 251 alumnos matriculados, y 10 grupos de laboratorio

Curso 2011/2012 (C11/12): 138 alumnos matriculados, y 8 grupos de laboratorio

Cuestionarios de laboratorio

Empezamos evaluando las notas obtenidas por los alumnos en los cuestionarios previos a cada sesión de laboratorio. Las figuras 4 y 5 representan el histograma de las las notas medias durante los cursos 2012/2013 y 2011/2012 respectivamente. Ambas representaciones tienen un patrón similar, aunque se distingue como el uso de cuestionarios genéricos empleados en el C11/12 hace que las notas se tiendan a acumular en ciertos valores, mientras que el uso de material individualizado empleado en el C12/13 acentúa una mayor distribución de las calificaciones.

Aunque interesantes, estos resultantes carecen de una información concluyente, tanto que el uso del promedio puede esconder información relevante, y dado que el número total de alumnos es mucho mayor en C12/13.

Así evaluemos la frecuencia de las notas en una misma práctica en un único grupo de laboratorio durante los dos cursos mencionados. Por ejemplo, las figuras 6 y 7 muestran el histograma de las notas obtenidas por el grupo A1 en la Sesión 1 de laboratorio en los cursos C11/12 y C12/13 respectivamente.

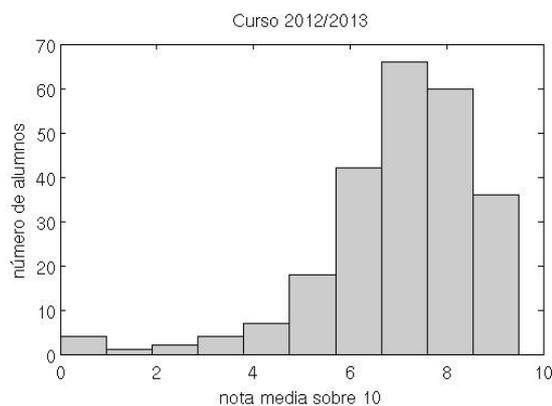


Figura 4: Nota media obtenida en los cuestionarios previos durante el curso 2012/2013.

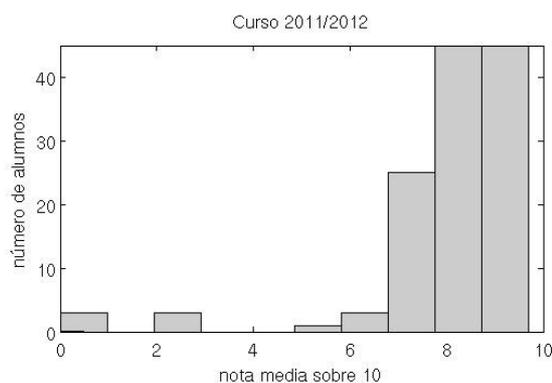


Figura 5: Nota media obtenida en los cuestionarios previos durante el curso 2011/2012.

Cabe destacar el poco efecto que ha tenido la inclusión de material individualizado en este cuestionario 1 que suele ser de introducción. Sin embargo, los resultados cambian drásticamente con la evolución de la asignatura. Por ejemplo, las figuras 8 y 9 muestran el histograma de las notas obtenidas por el grupo A1 en la Sesión 8 de laboratorio en los cursos C11/12 y C12/13 respectivamente.

Vemos claramente en la figura 9, como la incorporación de cuestionarios personalizados lleva a una distribución mayor de las notas, y como el formato de cuestionario único empleado en C11/12 (figura 8) hace que las notas se establezcan en unos valores muy concretos.

Uno de los argumentos más plausibles para justificar la poca variabilidad de las notas en la figura 8, puede ser la copia de las respuestas entre alumnos.

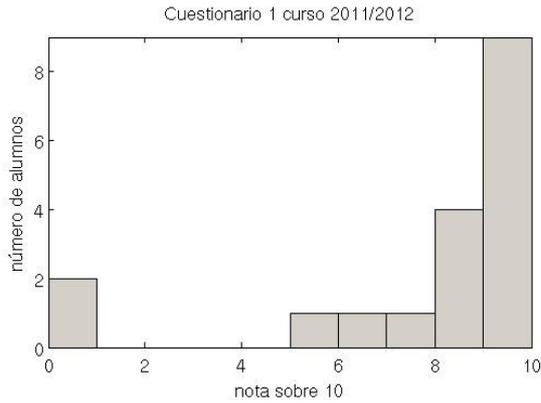


Figura 6: Histograma de las notas del grupo A1 en la Sesión 1 de laboratorio en los cursos C11/12.

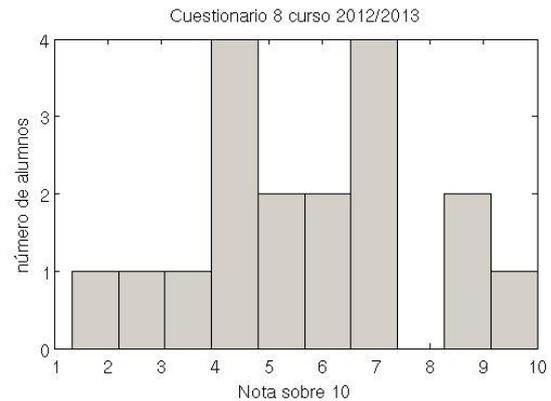


Figura 9: Histograma de las notas del grupo A1 en la Sesión 8 de laboratorio en los cursos C12/13.

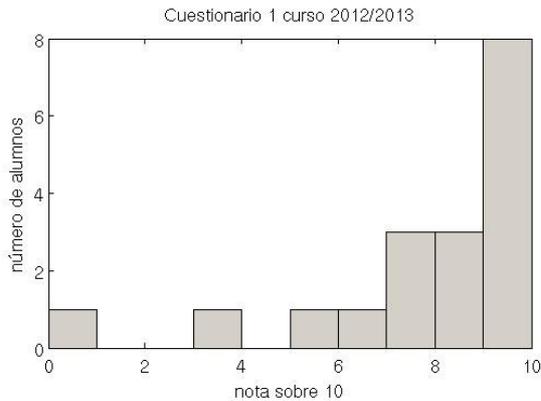


Figura 7: Histograma de las notas del grupo A1 en la Sesión 1 de laboratorio en los cursos C12/13.

Así mismo, es interesante destacar que el patrón de la comparación obtenido en el cuestionario 8 del grupo A1, se repite en los otros grupos, y para cuestionarios diferentes a los 2 iniciales. Confirmando la hipótesis de que el uso de material personalizada evita el plagio entre alumnos, evitando así la concentración en la frecuencia de las notas.

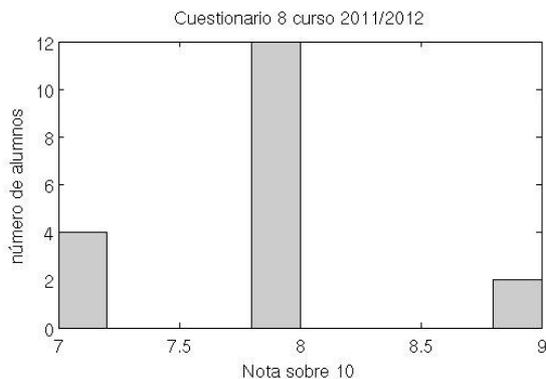


Figura 8: Histograma de las notas del grupo A1 en la Sesión 8 de laboratorio en los cursos C11/12.

Aplicación a examen teoría

Cuestionarios personalizados han sido elaborados como base de la evaluación de la parte teórica de la asignatura. Para este fin se incluyó una sección en la base de preguntas con un total de 212 cuestiones, siendo 24 de ellas numéricas y el resto tipo test.

Este examen fue completado por 220 alumnos, a cada uno de los cuales se le fue asignado un cuestionario individualizado conteniendo 33 preguntas cortas que puedan resolverse mediante una aplicación directa de los contenidos de la asignatura.

La figura 10 muestra los resultados del examen producido con la herramienta de material individualizado. No es difícil apreciar como los resultados obtenidos se aproximan a una distribución normal, concretamente un apropiado ajuste demuestra que los datos siguen una distribución gaussiana de media 5,36 y varianza 1,73.

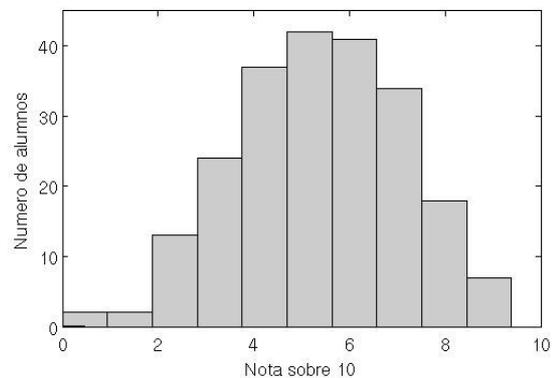


Figura 10: Notas del examen teoría

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES SOBRE EL PROYECTO

Este proyecto surgió como respuesta a un problema detectado en los grados de ingeniería, en los que el uso de cuestionarios genéricos podía perder parte de su eficiencia como herramienta docente, debido principalmente al alto número de alumnos, que inevitablemente potencia la copia y plagio entre los mismos.

Motivados por dar solución a este problema, los autores de este proyecto, han desarrollado una base de preguntas y una aplicación en Matlab que permite generar cuestionario personalizados.

Los resultados han sido sumamente interesantes, la estrategia usada ha demostrado ser útil para paliar la copia entre alumnos.

La aplicación de la herramienta para generar exámenes de la parte teórica ha sido muy satisfactoria, ya que representa una vía para poder evaluar al alumnado de todo el temario de una forma equilibrada sin implicar un tiempo de corrección demasiado elevado para el docente.

Otro aspecto positivo derivado del proyecto ha sido el aumento de la comunicación y la relación entre profesorado, materias y titulaciones, departamentos con necesidades docentes comunes.

Así mismo, los datos obtenidos y resultados, animan a dar continuidad al uso de esta herramienta, ya abre que las siguientes líneas de mejora docente

- Extender la estrategia empleada otras asignaturas, siempre orientado a una optimización de recursos técnicos y materiales debido el uso compartido de estructuras comunes entre diversas titulaciones de los nuevos planes del estudio.

- Aprovechar los datos obtenidos para hacer análisis estadísticos más profundos de los resultados, y así obtener información útil del desarrollo del curso. Análisis no solo se podría desarrollar a nivel global, si no para estudiar la evolución de las diferentes evaluaciones de cada alumno, permitiendo un seguimiento más eficaz de cada

- Así mismo se esta estudiando la implementación del presente programa mediante software libre, concretamente analizar las prestaciones de Q-Octave reemplazando Matlab como motor del proyecto.

- Si duda, una de las claves del éxito de este tipo de estrategias es la de disponer de una base de preguntas suficientemente amplia y cómoda de administrar. Es una de nuestras primeras intenciones seguir enriqueciendo dicha base de preguntas con nuevo material.

- Los docentes en estén proyecto están ya trabajando para crear vías eficientes para que los alumnos tengan acceso parcial a la bolsa de preguntas, con el objetivo de que dispongan de una herramienta de auto evaluación, que puede ser muy útil.

- Así mismo, gran parte de los esfuerzos actuales de los autores de este proyecto accesible la base de preguntas a aplicaciones basadas en Moodle, y explotar las potenciales del *e-learning*.

ANEXOS

PI_13_038_Anexo 1.pdf : Ejemplo de cuestionario individualizado con sus correspondiente soluciones producidas.

PI_13_038_Anexo 2.pdf : Ejemplo de archivo de .sty producida por la aplicación