

Personalización y distribución de exámenes con BeA

Martín Llamas Nistal, Fernando A. Mikic Fonte, Manuel Caeiro Rodríguez y Adrián Queipo Pardo
Universidade de Vigo, España, {martin, mikic, mcaeiro, aqueipo}@gist.uvigo.es

Abstract— En este artículo se presentan nuevas funcionalidades de la plataforma BeA (Blended e-Assessment) dirigidas a la personalización y distribución de exámenes. Durante los últimos años BeA se ha ido desarrollando como una plataforma de apoyo a la realización y evaluación de exámenes en papel. A través de la impresión y el escaneado de exámenes se establece un vínculo entre los exámenes en papel y copias digitalizadas de los mismos que facilitan tanto su corrección por parte de los profesores como su posterior revisión conjunta por profesores y alumnos. En este artículo se presenta una extensión de BeA para facilitar la gestión del espacio físico, el aula, en el que los alumnos realizan los exámenes. Las nuevas funcionalidades permiten registrar los alumnos que realizan el examen y asignar la localización exacta de cada uno de ellos. En el caso particular de los cuestionarios tipo test se ofrece además la posibilidad de generar exámenes personalizados en función de la localización del alumno, alterando el orden de preguntas y respuestas para dificultar la posibilidad de copia por parte de los alumnos.

Keywords— e-assessment, e-marking, University Management

I. INTRODUCCIÓN

Desde hace ya unos cuantos años las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) han venido siendo usadas para proporcionar soporte técnico para las tareas de evaluación de estudiantes. Dichas tareas suelen englobar en la mayoría de los casos: creación de cuestionarios tipo test, corrección automática, envío de las respuestas de los estudiantes, realización de informes con los resultados, etc.

Sin embargo, no es tan habitual que este tipo de herramientas de evaluación den soporte a la corrección automática de preguntas con respuestas abiertas, donde los estudiantes puedan responder con total libertad a las cuestiones planteadas, usando sus propias palabras, y completando las respuestas con la posible utilización de gráficos, fórmulas, y otro tipo de elementos [1]. Esta es una de las razones más importantes por la cual los exámenes tradicionales, escritos en papel, todavía siguen utilizándose profusamente en la evaluación de estudiantes, y en particular en España [2].

Nuestra herramienta BeA (Blended e-Assessment) ha sido diseñada precisamente para dar soporte mediante las TIC a todo el ciclo de vida de los exámenes escritos [3]. En particular, en el presente artículo nos centraremos en la faceta de gestión, tanto de los estudiantes que van a ser evaluados con nuestro sistema como de los exámenes que deberán llevar a cabo; y todo ello en relación a la inscripción en dichos exámenes, la personalización de los mismos, y la distribución de los alumnos en el aula para su realización. Esto permite una mejor organización y gestión del tiempo tanto para profesores como alumnos en los exámenes tradicionales, al mismo tiempo que facilita la realización de exámenes cortos durante las clases sin interferir gravemente en el desarrollo de las mismas.

El presente artículo está estructurado como detallamos a continuación. En la sección II presentamos brevemente algunos sistemas, que de manera parecida a BeA, sirven de ayuda a la evaluación de estudiantes mediante exámenes escritos. En la sección III ofrecemos una descripción general de BeA. La sección IV se centra en la personalización de los exámenes, así como de la distribución de los mismos (y por tanto de los estudiantes) en el aula. La sección V presenta una experiencia de uso de estas funcionalidades llevadas a cabo en el presente curso académico 2016/17 en la Escuela de Ingeniería de Telecomunicación de Vigo, España. Finalmente se exponen las conclusiones del artículo.

II. TRABAJO RELACIONADO

La utilización de ordenadores como soporte para la evaluación de estudiantes se ha ido considerando desde hace muchos años atrás. Actualmente, podemos encontrar diversos tipos de herramientas que proporcionan soporte a la evaluación de estudiantes. La mayoría de estas herramientas se centran en conseguir una evaluación automática o al menos con una mínima participación por parte de los profesores.

Sin embargo, nuestro interés se centra en aquellos sistemas que se ocupan de ofrecer ayuda a la evaluación de exámenes escritos, es decir, herramientas más parecidas a nuestra propuesta. Teniendo en cuenta pues estos objetivos, lo cierto es que hemos encontrado sorprendentemente pocas herramientas.

EyeGrade [4], es un sistema de evaluación automática de exámenes de respuesta múltiple. Este sistema ofrece una solución de bajo coste ya que su requisito principal es una simple cámara web, a través de la cual es capaz de llevar a cabo el reconocimiento de las respuestas realizadas a mano por los estudiantes.

En [5] se presenta un sistema en el cual las páginas de un examen son escaneadas y convertidas en ficheros de imagen, a partir de las cuales se recupera información que identifica al alumno así como su puntuación para cada pregunta del examen. Todo ello es subido a un sistema de gestión de cursos y puesto a disposición de los estudiantes.

Los autores de [6] proponen un sistema de digitalización en cuatro pasos: (i) las páginas de un examen son identificadas en un vídeo en el que se ha grabado a un estudiante pasando dichas páginas; (ii) posteriormente se captura cada página por separado y se le hace un procesado de la imagen para mejorar su calidad; (iii) a continuación se determina qué preguntas son respondidas en qué páginas, y permitiéndole a un profesor la navegación *online* a través de las diferentes preguntas, mediante un programa de evaluación; y (iv) por último el examen es corregido.

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2017.1.1.425>
ISBN: 978-0-9993443-0-9
ISSN: 2414-6390

En [7], un sistema de evaluación para exámenes escritos de respuesta múltiple, se propone un algoritmo de visión por ordenador simple y efectivo que permite la lectura automática de un conjunto limitado de respuestas, y minimiza la necesidad de una persona que tenga que realizar el escaneado.

Una herramienta para la gestión de test realizados sobre papel ha sido desarrollada por el laboratorio de *e-learning* de la Universidad de Valladolid [8]. Dicha herramienta permite a los profesores llevar a cabo test escritos previamente diseñados en Moodle. Los estudiantes pueden responder a esos test en clase sin utilizar un ordenador, mediante el método tradicional de usar bolígrafo y papel. Una vez los exámenes han sido contestados, estos pueden corregirse a través de un sistema que utiliza escáneres tradicionales, y los resultados son guardados en Moodle.

Xerox Ignite™ Educator Support System [9] es una herramienta software de recolección, análisis, y visualización, que provee soporte a los profesores en sus tareas de evaluación. Cuando los trabajos realizados en casa por los estudiantes, o bien los exámenes llevados a cabo por los mismos, han sido escaneados en el sistema, éste los lee, interpreta, y analiza. Posteriormente se le da la posibilidad a un profesor de seleccionar la manera en la que quiere visualizar los resultados, a través de diferentes tipos de informes.

Por último, *Programming Grading Assistant (PGA)* [10], es un sistema que corrige exámenes escritos en papel de manera automática mediante el escaneo de dichos exámenes, los cuales cuentan con códigos QR (*Quick Response code*), a través de un sistema OCR (*Optical Character Recognition*) para reconocimiento de las respuestas escritas. Además, PGA ofrece la posibilidad a los profesores de calibrar los resultados.

Dentro de estos sistemas, directamente relacionados con el nuestro en el sentido de gestionar la realización y evaluación de exámenes en papel, no hemos podido constatar la existencia de un sistema dedicado a la gestión de las inscripciones de los estudiantes a un examen, así como la personalización de los mismos para una mejora en la distribución de los alumnos en el aula a la hora de su realización.

III. BEA (BLENDED E-ASSESSMENT): DESCRIPCIÓN GENERAL

BeA es una herramienta cuyo objetivo es proporcionar las facilidades y ventajas de la utilización de las TIC en los exámenes tradicionales escritos. Si e-Assessment se define por [11] como “*los procesos, extremo a extremo, de evaluación electrónica donde las TIC son empleadas para la presentación de la actividad de evaluación y la grabación de las respuestas*”, entonces Blended e-Assessment será “*cuando los exámenes son realizados a la manera tradicional, con papel y bolígrafo*” [3]. Los exámenes son realizados con bolígrafo y papel, en las aulas tradicionales, pero todos los demás pasos son realizados en el mundo digital, usando las TIC y siendo accesibles desde Internet.

Nuestro sistema puede manejar los tres modos típicos de corrección o rúbricas (holístico, atomístico, y analítico) [12],

aunque en principio el sistema estaba pensado para el atomístico, al ser el que más se adapta al tipo de curso de ingeniería. En este modo se parte de que toda cuestión es correcta y por lo tanto puntuada con la máxima puntuación. Cada error cometido en la cuestión significará una penalización que restará a esa máxima puntuación.

BeA cubre prácticamente todas las fases del ciclo de vida de un examen (Fig. 1):

1. En la fase de diseño, BeA permite emplear cualquier editor que genere un documento pdf, que será el que maneje. Las únicas reglas que hay que seguir es dejar un espacio en la cabecera de cada hoja para que BeA pueda introducir la información necesaria para el procesamiento, y también una mínima distancia entre preguntas para facilitar el escaneo de las soluciones. Una vez generado el fichero pdf del examen, se sube a BeA, donde se le añaden los datos a la cabecera de cada hoja del examen. La cabecera (Fig. 2 y 3) tiene a su izquierda un código QR identificando la hoja de examen, y a continuación unos datos para ser rellenados por el estudiante y un recuadro para que el alumno coloque su pegatina con el código QR identificativo del mismo (Fig. 2), o bien para que esos datos sean rellenados directamente por BeA junto con su código QR (impreso también por BeA) y personalizados para cada alumno.
2. Una vez que se tiene el fichero pdf del examen, y antes de generar el examen a imprimir, se permite la inscripción de los alumnos que deseen realizar el examen. En la sección IV se describen las distintas posibilidades que BeA permite para la impresión de los exámenes, que podemos resumir en (i) BeA sólo pone la información de la hoja de examen, teniendo que poner el alumno el resto de la información requerida (básicamente sus datos personales y una pegatina con



Fig. 1. Fases de un examen.

su código QR identificativo) (Fig. 2), o (ii) BeA proporciona toda la información, no sólo la del examen sino también la particularizada para cada alumno (Fig. 3). Finalmente, se imprimen en papel las copias necesarias. BeA permite generar e imprimir las pegatinas con el código QR identificativo de cada alumno, bien centralizadamente o bien a cada alumno en particular.

3. Tras ser impresos, los exámenes son distribuidos a los alumnos para que los rellenen con sus respuestas. Una vez realizado el examen se escanean todas sus hojas, convirtiéndolas a formato pdf y subiéndolas a BeA. Antes de pasar a la corrección del examen hay que delimitar la superficie que ocupa cada pregunta/respuesta para que BeA sepa la región asignada a cada pregunta/respuesta. Igualmente se sube el examen resuelto. Por lo tanto y antes de pasar a la siguiente fase, el profesor puede poner libre acceso a los alumnos al examen que han realizado y al examen correctamente realizado.
4. Para la corrección, BeA está diseñada para realizar primeramente la corrección por preguntas:
 - a. el profesor escoge una pregunta a corregir
 - b. define la puntuación máxima de esa pregunta
 - c. va corrigiendo la misma pregunta a todos los estudiantes, y cuando encuentra un error indaga si ya lo tiene en la lista de errores de esa pregunta. Si es así lo aplica a esa cuestión. Si no, tiene que darlo de alta en la lista de errores antes de su aplicación. Para ello define el título del error, su descripción y la penalización sobre la nota de esa cuestión.

De esta forma todos los errores iguales son descritos de la misma manera y puntuados también de la misma manera.

5. La nota provisional de un examen es la suma de todas las notas particulares de cada pregunta. Ahora el profesor puede ver el examen completo de un alumno y añadir los comentarios y corrección de la calificación que estime oportuno. Esta modalidad de corrección permite al profesor tener una idea global del examen del alumno, y es tremendamente útil para tomar una

decisión cuando por ejemplo la nota esté en los límites del aprobado. Una vez corregido totalmente el examen, se pasa a dar acceso a los alumnos para que puedan ver su examen corregido.

6. En la fase de revisión los alumnos pueden mantener un diálogo con el profesor sobre la corrección de cada pregunta. BeA facilita [13] esta comunicación mediante facilidades de comunicación tipo chat y funcionalidades que permiten al profesor acceder directamente a la pregunta en revisión, y modificar la corrección si fuera necesario. De esta manera se hace la revisión mucho más interactiva e inmediata, sin necesidad de ir a una revisión presencial.
7. Después de la revisión, las notas se convierten en definitivas. Una vez que las notas ya son definitivas, los exámenes junto a su corrección pueden ser almacenados, bien en formato pdf imprimible, con el examen original realizado y/o con las anotaciones/correcciones del profesor, o directamente en el formato interno de BeA.

Todas las fases, a partir de la 2, del ciclo de vida del examen pueden ser realizadas en BeA a través de Internet. El lector interesado puede ver en [3, 13] una descripción más detallada de cada una de estas fases y de las funcionalidades de BeA.

IV. PERSONALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE EXÁMENES

Inicialmente BeA permitía generar exámenes con los datos del estudiante en la cabecera en blanco para que el propio estudiante los escribiese y colocase su pegatina identificativa en el mismo. Posteriormente se añadió la funcionalidad de inscripción en un examen, con la generación de los exámenes particularizados con los datos y el código QR de los alumnos inscritos y así poder imprimir sólo los exámenes de los alumnos que se presentaban al examen.

La ventaja de tenerlos impresos con los datos y el código QR del estudiante es que el reconocimiento es más eficiente (en las últimas versiones siempre hemos conseguido hasta ahora el 100% de reconocimiento positivo: 0% fallos). Si se usan las pegatinas, puede haber problemas de colocación en el sitio adecuado, olvido de las pegatinas, deterioro de las mismas, lo que puede llevar a errores de reconocimiento. En cualquier caso, BeA tiene mecanismos de corrección e incluso para colocar los datos manualmente, aunque implica más tiempo invertido por parte del profesor.

Adicionalmente hay que contar también con el tiempo empleado en la distribución de las pegatinas a los alumnos, o en su caso ser impresas por cada estudiante. Con la solución personalizada, se evitan estos problemas.

BeA permite los siguientes tipos de impresión:

- 1) Con los datos del alumno en blanco: Se hacen tantas copias como se estime necesario.
- 2) Personalizado: Cada copia del examen lleva los datos del alumno, incluido su código QR (no es necesario pegatina). Es más, mediante el servicio de inscripción del alumno al



Fig 2. Cabecera con datos para ser rellenos por el estudiante.



Fig 3. Cabecera personalizada para cada estudiante.

examen, BeA permite imprimir sólo los exámenes particularizados de los alumnos que se van a presentar.

3) Bajo demanda: Dada la identificación del alumno, BeA permite imprimir sólo su examen en cuestión (independientemente de que se haya utilizado el mecanismo de inscripción o no).

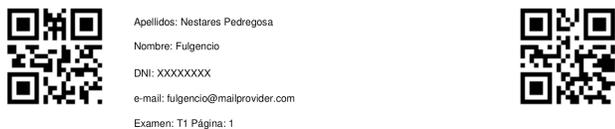
BeA permite los tres tipos de impresión. El tipo 3 está pensado principalmente para ir imprimiendo el examen a medida que se va pasando lista y comprobando quién se presenta al examen. Obviamente esta solución exige tener una impresora justo en el sitio donde se pasa lista, que suele ser a la entrada del aula donde se realiza el examen. También se puede imprimir el examen de un alumno en concreto.

Sin embargo, con tener los exámenes particularizados impresos de las personas que van a asistir al examen, no se evita el tiempo que hay que emplear en dar a cada estudiante su examen. Por eso BeA además de permitir inscribirse a los estudiantes, facilita su distribución en las aulas de tal manera que a todo estudiante inscrito en el examen le asigna un espacio en un aula dedicada a examen. De esta manera se añade una hoja más al examen, que estaría compuesta por la cabecera particularizada para cada estudiante inscrito más la información sobre la ubicación que le corresponde (Fig. 4).

Esta información de la situación del alumno en las aulas puede (i) conocerla ya antes de presentarse al examen o (ii) en el mismo momento de su realización.

Dependiendo de esto tendríamos dos escenarios:

(i) Si el alumno sabe antes su ubicación, el profesor puede colocar los exámenes personalizados en el sitio exacto que cada alumno va a tener. Así el alumno sólo tiene que ir a ese sitio y encontrará el examen particularizado con sus datos.



TU UBICACIÓN: AULA T216 FILA 4 COL. 7

Tu ubicación está representado por el círculo relleno de color negro.

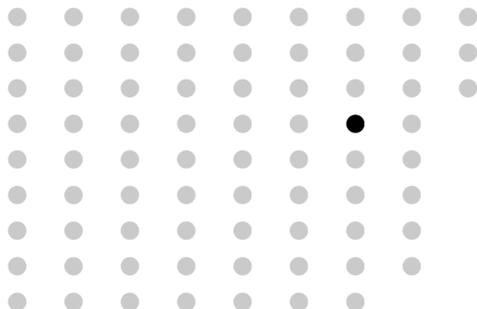


Fig 4. Cabecera personalizada para cada estudiante. Junto con la información de su situación en el aula.

(ii) Si el alumno no conoce la situación antes del examen, el profesor puede decírsela justo en el lugar del examen. En ese momento le puede entregar el examen particularizado con sus datos y el lugar donde situarse, o simplemente decirle el lugar donde situarse porque previamente ha colocado los exámenes en los lugares correspondientes, como en el caso anterior (i).

Para poder soportar adecuadamente la funcionalidad de distribución de aulas, BeA proporciona las siguientes facilidades que describimos a continuación.

A. Generación de las aulas

Desde la figura de administrador de BeA se pueden generar las aulas que se desee, con las figuras geométricas más usuales. En el caso de nuestra universidad, la mayoría de las aulas son rectangulares, expresadas mediante una “matriz” de m filas por n columnas. Por lo tanto la generación de las aulas sólo requiere indicar el número de filas (m) y columnas (n) que tiene. También es posible señalar la existencia de algún pasillo separador, ya sea horizontal o vertical entre las distintas matrices. Una vez generada la matriz, se puede particularizar quitando algún asiento (porque no exista, por ser inservible, etc.).

En la Fig. 5 podemos ver un ejemplo de un aula donde a la última fila se le han quitado dos asientos y donde se ha identificado un asiento inservible, y que por lo tanto no puede ser usado para la distribución de asientos.

B. Inscripción de los alumnos

Desde el rol de profesor, se puede hacer uso de las siguientes funcionalidades: sin inscripción o con inscripción. Utilizando “Sin inscripción” se tendrá acceso a la plantilla del examen en blanco para hacer cuantas copias se quieran, o a la plantilla con el nombre de todos los alumnos de la materia. Usando “Con inscripción” tendremos dos posibilidades: dar la

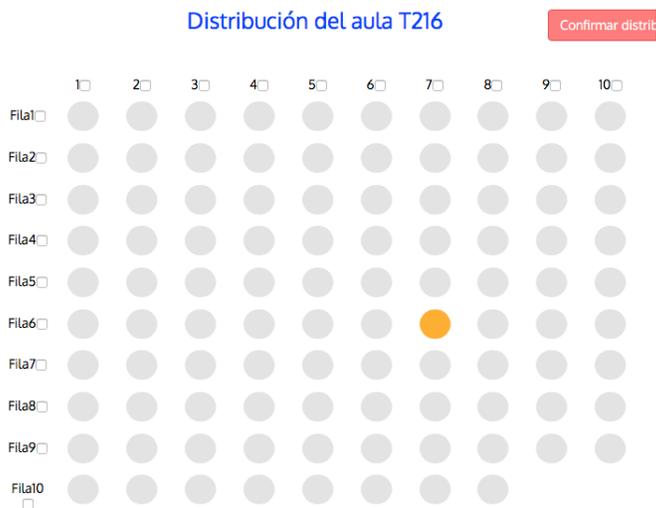


Fig. 5. Distribución del aula T216 de la EE Telecomunicación de la Universidad de Vigo (España).

opción que los usuarios se inscriban o inscribirlos a todos. Sólo en el caso de inscripción (voluntaria o de todos los alumnos) se podrá hacer uso de la funcionalidad de distribución de aulas. Cuando el profesor hace uso de la inscripción, el alumno recibe un correo electrónico indicando este hecho y avisándole de que puede inscribirse en BeA. Entrando el alumno en el sistema puede efectuar su inscripción a los exámenes habilitados a tal efecto por el profesor.

C. Distribución en aulas

Una vez inscritos los alumnos, se sabe cuántos son y se puede distribuirlos en aulas mediante la correspondiente opción. El profesor puede elegir la distribución más adecuada en el aula o aulas necesarias. Para ello puede escoger bien las filas, bien las columnas, o incluso puesto a puesto. Se van escogiendo las aulas y posicionando a los alumnos aleatoriamente hasta que todos han sido colocados. Una vez hecho esto los alumnos reciben un correo electrónico indicando cual es el aula y la situación (fila y columna) tanto en texto como gráficamente (Fig. 4).

Como ejemplo podemos ver que en el aula T216 (Fig. 5) podemos escoger las columnas 1, 4, 7 y 10 (Fig. 6) para generar los sitios de los alumnos inscritos (Fig. 7). En el momento que se confirma la distribución, se envía a cada alumno el correo comentado anteriormente con su ubicación.

El profesor además tiene toda la información gráfica de la distribución de los estudiantes (Fig. 7), para posterior verificación en cualquier momento.

Cada vez que se usa esta funcionalidad de distribución, BeA genera aleatoriamente una nueva distribución de alumnos, que por lo tanto no coincidirá con ninguna anterior. Sin embargo, puede haber casos concretos en que convenga tener la misma distribución para más de un examen, porque por ejemplo se va a realizar más de un examen en la misma aula (ver siguiente apartado). BeA permite replicar una distribución concreta realizada en un examen para que sea aplicada en otros exámenes.

Igualmente puede haber ocasiones en que los alumnos puedan presentarse a dos exámenes, E1 y E2 al mismo tiempo, donde haya alumnos que hagan sólo E1, otros E2 y otros tanto E1 como E2 (ver siguiente apartado). En este caso BeA permite importar la distribución de un examen, digamos E1, para emplearla en E2, entendiendo que si un alumno de E2 también está en E1 BeA utilizará la ubicación ya asignada en E1. Si no está en E1, BeA utilizará una nueva asignación que no esté ocupada por ningún alumno de E1.

En todos los casos las copias a imprimir están en un orden determinado, expuesto en las primeras hojas de la impresión a modo de información para el profesor, y luego en los exámenes en cuestión, donde como ya se comentó la primera hoja del examen de cada alumno es del tipo expuesto en la Fig. 4 indicando su situación en el aula junto con sus datos impresos (el resto de las hojas son los exámenes propiamente dichos con los datos del alumno ya impresos). De esta manera

se facilita la colocación de los exámenes en los sitios correspondientes de las aulas, que suele ser la opción más eficiente en tiempo (y la que BeA ejecuta por defecto). La otra opción posible es ordenar los exámenes alfabéticamente para que puedan ser entregados a los alumnos cuando son llamados por lista. Creemos que esta opción es menos eficiente y no aprovecha todas las posibilidades que BeA ofrece a la hora de distribuir a los alumnos, pero algunos profesores la prefieren.

D. Exámenes tipo test

Una de las funcionalidades que BeA permite son los exámenes tipo test que a diferencia del resto de tipos de exámenes pueden ser corregidos automáticamente por BeA [13].



Fig. 6. Distribución del aula T216 una vez seleccionadas las columnas 1, 4, 7 y 10 para distribuir a los alumnos.

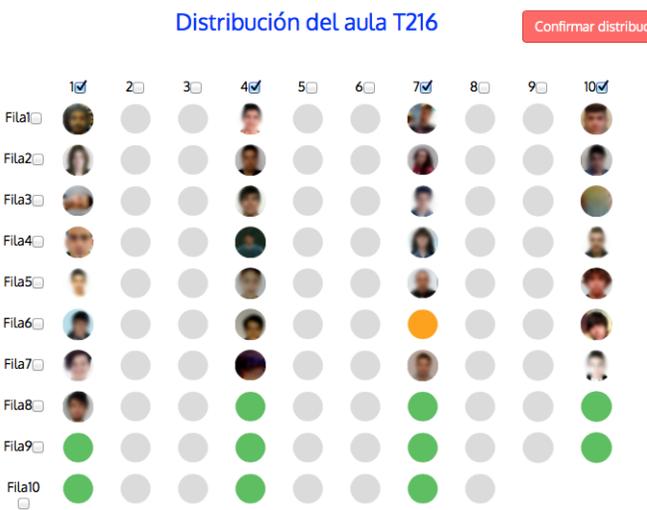


Fig. 7. Distribución del aula T216 una vez realizada la distribución con las caras de los alumnos (ofuscadas por privacidad) en cada sitio.

Desde el punto de vista de impresión del examen, este puede ser impreso sin necesidad alguna de que BeA añada ninguna cabecera al enunciado, ya que, a diferencia del resto de exámenes, las respuestas al examen van en hoja aparte.

Uno de los mayores problemas en este tipo de exámenes es la mayor facilidad de copia por parte de los alumnos. Para evitar esto, se añadió a BeA la facilidad de poder generar varios enunciados con el mismo examen, manteniendo la misma hoja de respuestas, de tal modo que a alumnos vecinos no les corresponda la misma versión.

Así si un examen tiene 4 preguntas tipo test con 4 posibles soluciones, se podrían generar dos o más versiones distintas haciendo que la distribución de las preguntas sea distinta. De esta forma un examen puede tener las preguntas en orden (1, 2, 3 y 4) y el otro en otro orden (por ejemplo, 3, 1, 4 y 2). El examen es el mismo, contiene las mismas preguntas, pero en orden distinto. La hoja de respuestas es la misma, con 4 posibilidades para cada pregunta. Lo único que cambia es que cada versión tiene unas respuestas distintas ya que el orden de las preguntas es distinto. BeA puede generar esas dos versiones distintas sabiendo cuál es cada una y corrigiendo en consecuencia cada una.

BeA tiene que generar entonces no sólo la hoja de respuesta, que será igual para las dos versiones excepto el código QR identificando el examen y la versión, sino también la hoja de enunciado, en donde tendremos dos enunciados distintos con las mismas preguntas, pero en orden distinto. Este enunciado también llevará el código QR para identificar la versión del examen.

Aunque la cabecera identificativa del alumno podría ser como en el resto de los exámenes, bien a través de la pegatina o bien ya impresa, parece más útil esta segunda opción, pues facilita el control de a qué alumno corresponde cada versión del examen.

De esta manera, cuando el alumno recibe la información de su ubicación (bien por correo electrónico, bien directamente del profesor), no recibe ninguna indicación de qué versión del examen le corresponde, ni siquiera de si existe una o varias versiones del mismo.

El profesor, a la hora de generar este tipo de examen ha podido indicar cuántas versiones quiere del examen, y generar la distribución del examen para los alumnos contando con las distintas versiones del examen.

Los exámenes son generados con su enunciado y hoja de respuesta para cada alumno de tal forma que alumnos vecinos en la distribución de aulas tengan distintos exámenes. En la Fig. 8 se puede ver la distribución de 4 versiones distintas del mismo examen.

V. EXPERIENCIA DE USO

La facilidad de gestión de espacios en los exámenes ha sido probada durante este curso 2016/17 en una asignatura de primero del grado de tecnologías de telecomunicación de la escuela de ingeniería de telecomunicación de la universidad de Vigo, España. La asignatura cuenta con una parte teórica y

otra práctica, cada una de ellas con una dedicación de 3 créditos ECTS. En este artículo nos referiremos siempre a la parte teórica de la asignatura.

Esta asignatura se impartió en el primer cuatrimestre (14 semanas) del curso 2016/17 de acuerdo a dos modelos: (i) Clase Tradicional (CT) y (ii) Clase Inversa Mixta (CIM) [14]. En ambas modalidades, durante la primera semana se imparten las clases teóricas correspondientes a dos semanas, con el fin de que los alumnos puedan empezar las clases de prácticas la siguiente semana con el suficiente conocimiento teórico. Así, el resto del cuatrimestre se dan las clases correspondientes a las 12 semanas restantes en 13 semanas, lo que permite también tener en cuenta festivos y que realmente sean 12 semanas de clases efectivas.

La clase tradicional consistía en 2 horas de clases en aula durante las 12 semanas del resto del cuatrimestre, y la CIM consistía sólo en 1 hora de clase. La evaluación era acorde a cada modalidad.

En la CT se realizaban en total tres exámenes a lo largo del curso, los dos primeros correspondientes a la parte T1 y realizados durante el período de clases, y el tercero correspondiente a la parte T2 realizado fuera de las semanas de clases, en el período reservado por el centro para la realización de exámenes. En este mismo período se le daba la posibilidad al alumno de poder recuperar la parte T1 mediante un único examen.

La evaluación de CIM consistía básicamente en un examen corto (10 minutos) en cada clase semanal de teoría. CIM consiste básicamente en que los alumnos visionan vídeos en sus casas durante aproximadamente una hora y atienden dudas, problemas y evaluación en otra hora en clase. Así en cada clase había normalmente un examen corto, salvo en algunos casos puntuales en que en una clase se hacían dos consecutivos.

La realización de un examen corto de 10 minutos durante una clase de una hora exige una distribución óptima del



Fig. 8. Distribución de 4 versiones de examen tipo test en el aula T216.

tiempo si queremos aprovechar el resto del tiempo para la clase en sí. BeA permite a través de su funcionalidad de distribución de alumnos en las aulas que cada alumno sepa el sitio exacto que debe ocupar en el aula para cada clase, y así el profesor puede distribuir los exámenes en cada sitio justo antes del comienzo de la clase, en el tiempo de descanso que se tiene antes de empezar la clase. El sitio que cada alumno ocupa en cada clase es distinto, para así evitar conocer a priori con el tiempo suficiente quiénes son sus vecinos y minimizar el riesgo de copia. Para aquellos casos en que hubo que realizar dos exámenes, se usó la opción de generar un examen a partir de la distribución que se tiene para otro.

En CT se realizaron tres exámenes durante el curso, a los que se inscribieron aquellos alumnos que se presentaban al examen. El profesor lo único que tenía que hacer era distribuir el examen en los sitios asignados unos 10 minutos antes del examen. En el caso de los exámenes realizados durante el período reservado a tal fin, aquellos alumnos no conformes con la nota obtenida en los anteriores (T1) podían presentarse a este T1. Como también se permite guardar la nota obtenida tanto en la parte T1 como en T2 para la recuperación, algunos alumnos se presentaban sólo a T1, otros sólo a T2 y algunos a ambos. Usando la opción de aprovechar la distribución de un examen (en este caso T2) para el examen T1 se pudo obtener la distribución para T1 y/o T2.

En la Tabla I tenemos la opinión de los alumnos sobre esta funcionalidad de distribución de alumnos para ambas modalidades. Se puede apreciar que esa opinión es altamente positiva, siendo más positiva en el caso de CIM, en donde se realizaron un total de 14 exámenes cortos durante las clases. En esta modalidad el uso de estas nuevas funcionalidades permitió poder realizar el examen durante la clase sin que resultase en una merma significativa de tiempo de clase, habilitando de esta forma la evaluación continua con el desarrollo de clase normal.

VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Durante los últimos años hemos estado desarrollando BeA como un sistema de ayuda a la realización y gestión de la corrección de exámenes atendiendo a las necesidades

TABLA I

OPINIÓN SOBRE FUNCIONALIDAD DE BEA DE DISTRIBUCIÓN DE ALUMNOS EN AULAS PARA EL EXAMEN^A

Pregunta	M	CA	LA	N	LD	CD
Considero que saber el sitio que me corresponde en el examen a través de BeA es más cómodo y práctico.	CT	38.7	24	25.3	9.3	2.7
	CIM	41.9	35.5	19.4	3.2	0
Considero que tener el examen impreso con mis datos personales a través de BeA es más cómodo y práctico.	CT	52	21.3	20	4	2.7
	CIM	61.2	19.4	19.4	0	0

^A En %. En negrita el mayor valor de cada fila. Leyenda: M: Modalidad (CT: Clase Tradicional, CIM: Clase Inversa Mixta. CA: Completamente de Acuerdo; LA: Ligeramente de Acuerdo; N: Neutral; LD: Ligeramente en Desacuerdo; CD: Completamente en Desacuerdo)

específicas que nos encontramos en nuestra docencia. Este desarrollo surge de la no adecuación de las herramientas de evaluación disponibles en diferentes plataformas de aprendizaje (LMS – *Learning Management Systems*) y también de forma independiente que permiten la realización de evaluaciones tipo test y *online*. Aunque dichas herramientas tienen una gran utilidad y son utilizadas de forma masiva, no se ajustan bien a las prácticas docentes que desarrollamos en nuestro centro educativo en particular, que son compartidas por otros muchos centros. Por distintas razones, la realización de exámenes con bolígrafo y papel está ampliamente extendida, es muy práctica y en muchos casos la que consideramos más adecuada para evaluar a nuestros alumnos, especialmente en el ámbito de la ingeniería. Ahora bien, aunque los exámenes sean realizados por los alumnos en papel encontramos que las actividades posteriores de corrección y revisión pueden facilitarse y agilizarse en gran medida a través del uso de un sistema como BeA, que permite realizar estas operaciones *online*.

Situados en este contexto seguimos avanzando en el desarrollo de soluciones a problemáticas propias de este tipo de exámenes. En este artículo se muestran los desarrollos realizados para facilitar la asignación de alumnos a aulas de examen y la distribución de alumnos en dichas aulas. También se considera el caso específico de exámenes tipo test. En todos los casos hemos abordado soluciones que facilitan y simplifican en gran medida la labor del profesor y también del alumno. Se trata de soluciones hasta cierto punto sencillas pero que ofrecen beneficios claros, tanto desde el punto de vista de la organización como de la optimización del tiempo empleado en ellas. Este ahorro del tiempo permite la posibilidad de hacer exámenes cortos de respuesta abierta en las aulas, sin emplear mucho tiempo. Esto posibilita la realización de una Evaluación Continua real en clase, que es una de las características principales del llamado Proceso de Bolonia. Así mismo, y en el caso de los así llamados exámenes tipo test, minimiza el riesgo de copia al permitir varias versiones de un mismo examen.

Los resultados obtenidos a través de la realización de encuestas de satisfacción a los alumnos son muy positivos y nos animan a seguir trabajando en la mejora y desarrollo de nuevas funcionalidades similares.

Como trabajo futuro inmediato está la ampliación de tipos y mejora del editor de aulas, la mejora de posibilidades de generación de versiones de un mismo examen tipo test, y considerar la posibilidad de estudiar las similitudes de exámenes realizados por un alumno respecto de los vecinos para ver si se han copiado o no. Esto sería posible considerando no sólo la realización del examen en sí, sino también considerando sólo los tipos de errores cometidos. Por último, estamos también estudiando la posibilidad de hacer exámenes similares mediante problemas patrones en donde el problema sea el mismo pero lo único que cambie sea los datos y por lo tanto los resultados.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es financiado por las ayudas para la acreditación, estructuración y mejora de centros de investigación singulares y agrupaciones estratégicas consolidadas del Sistema Universitario de Galicia (España), cuya financiación procede de la Unión Europea a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional en un 80%, y en el 20% restante de la Xunta de Galicia.

REFERENCIAS

- [1] V. Gonzalez-Barbone, and M. Llamas-Nistal, "e-assessment of open questions: An educator's perspective". In *Frontiers in Education Conference, 2008. FIE 2008. 38th Annual*, pages F2B-1. IEEE.
- [2] J. Gil-Flores, "La evaluación del aprendizaje en la universidad según la experiencia de los estudiantes," *Estudios sobre educación*, vol. 22, pp. 133-153, 2012.
- [3] Martín Llamas-Nistal, Manuel J. Fernández-Iglesias, Juan González-Tato, and Fernando A Mikic-Fonte. "Blended e-assessment: Migrating classical exams to the digital world". *Computers & Education*, 62:72-87, 2013.
- [4] J. Arias Fisteus, A. Pardo and N. Fernández García. "Grading Multiple Choice Exams with Low-Cost and Portable Computer-Vision Techniques". *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 2013, pp. 560-571.
- [5] L. A. Jones. "Using Technology to Support the Grading and Distribution of Written Exam Questions for Large Classes". *The Western Conference on Science Education (WCSE 2013)*, Canada, 9-11 Jul. 2013.
- [6] C. Lu and K. Viswanathan. "Exam Digitization for Online Grading". http://cvgl.stanford.edu/teaching/cs231a_winter1415/prev/projects/Lu_Viswanathan_CS231A_Final_Paper.pdf, 20 Mar. 2014, Accessed 20 February 2017.
- [7] M. Supic, K. Brkic, T. Hrkac, Z. Mihajlovic and Z. Kalafatic. "Automatic recognition of handwritten corrections for multiple-choice exam answer sheets". *37th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO 2014)*, Opatija, Croatia, 26-30 May. 2014, pp. 1136-1141.
- [8] Laboratorio e-learning – Universidad de Valladolid. "Sistema blended-learning para la gestión automática de cuestionarios en papel". <http://eduvalab.uva.es/proyectos/sistema-blended-learning-para-la-gestion-autom-tica-de-cuestionarios-en-papel>, Accessed 20 Feb. 2017.
- [9] E. Gross, S. Wshah, I. Simmons and G. Skinner. "A handwriting recognition system for the classroom". *Fifth International Conference on Learning Analytics And Knowledge (LAK '15)*, Poughkeepsie, New York, USA, 16-20 Mar. 2015, pp. 218-222.
- [10] I. H. Hsiao. "Mobile Grading Paper-Based Programming Exams: Automatic Semantic Partial Credit Assignment Approach". *Lecture Notes in Computer Science*, vol 9891, European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2016: Adaptive and Adaptable Learning, Lyon, France, 13-16 Sep. 2016, pp. 110-123.
- [11] JISC – Joint Information Systems Committee, "e-assessment glossary (extended)". http://www.jisc.ac.uk/media/documents/themes/elearning/eassess_glossary_extendedv101.pdf, Accessed 1 March 2016.
- [12] Linda B. Nilson. "Teaching at its Best". John Wiley & Sons, 2010.
- [13] Martín Llamas-Nistal; Fernando A Mikic-Fonte; Manuel Caeiro-Rodríguez; Adrian Queipo-Pardo and Martín Liz-Domínguez. "BeA Add-ons to Support on-line Assessment and to Improve Review Communications". *International Journal of Engineering Education*, Vol. 33, No. 2(B), pp. 898-907, 2017.
- [14] Martín Llamas-Nistal, Fernando A. Mikic-Fonte, Juan M. Santos-Gago y Luis M. Álvarez-Sabucedo. "Hacia la creación de una clase inversa de Arquitectura de Ordenadores". *14th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Engineering Innovations for Global Sustainability"*, 20-22 July 2016, San José, Costa Rica.