

Herramienta de autor para la creación de ítems de evaluación dinámicos y con realimentación

Julián Moreno, Jonathan Vallejo, Jeison R. Higueta

Departamento de ciencias de la computación y la decisión – Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

{jmoreno1, jovallejomu, jrhiguitas}@unal.edu.co

Resumen. Siendo la evaluación uno de las principales tareas durante el proceso de enseñanza/aprendizaje tanto mediado por TIC como tradicional, en este artículo se describe una propuesta para la creación, mediante una herramienta de autor, de ítems de evaluación con características tanto pedagógicas como técnicas. En el primer caso porque permite tanto la generación de preguntas dinámicas como la realimentación cuando un estudiante comete errores genuinos, y en el segundo porque permite la interoperabilidad gracias al estándar SCORM.

Resumo. Sendo a avaliação uma das principais tarefas durante o processo de ensino / aprendizagem tanto mediada por TIC quanto a tradicional, neste trabalho se descreve uma proposta para a criação, por meio de uma ferramenta de autor, de itens de avaliação com características pedagógicas e técnicas. No primeiro caso, porque permite tanto a produção de perguntas dinâmicas quanto a realimentação quanto um estudante comete erros genuínos, e no segundo porque permite a interoperabilidade graças ao padrão SCORM.

Abstract. Considering that assessment is one of the main tasks during the teaching / learning process both in ICT-based and traditional, in this paper a proposal is described for the creation, through an authoring tool, of assessment items with both pedagogical and technical characteristics. In the first case because it allows the generation of dynamic questions as well as feedbacks when a student commits misconceptions, and in the second because it allows interoperability thanks to the SCORM standard.

1. Introducción

En el proceso de producción de contenidos para un curso soportado por las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), bien sea a distancia o como complemento a un curso presencial, convergen conocimientos y habilidades que tienen su origen en el campo pedagógico pero también informático, del diseño gráfico, y otros, los cuales exigen de los docentes nuevos aprendizajes y cambios en su modo de actuación (Montero & Herrero, 2008). El problema surge cuando los contenidos que dichos docentes desean crear sobrepasan sus capacidades técnicas. En estos casos, las herramientas de autor “salen al rescate” pues su objetivo es precisamente facilitar la

creación y gestión de contenidos digitales que de otra forma requerirían considerables esfuerzos.

Los ítems de evaluación no son la excepción a esta situación. Cuando un docente dentro de un ambiente virtual de aprendizaje requiere realizar un proceso de evaluación, generalmente define un banco de ítems para tal efecto, entendiéndose preguntas. Para su creación puede hacer uso de las herramientas que para ese propósito tienen esos ambientes o puede hacerlo desde una herramienta externa y luego realizar una importación. Sin embargo, cuando dichos ítems requieren de cierta complejidad ninguna de esas dos opciones resulta ser suficiente.

Como agravante a esta situación, si el docente desea incorporar ciertas consideraciones pedagógicas como una realimentación ‘inteligente’ o consideraciones técnicas como una generación aleatorizada de parámetros, el espectro de opciones disponibles se reduce considerablemente, más aún, cuando lo que se desea es la creación de ítems interoperables, es decir, que puedan servir en múltiples ambientes.

Como una alternativa a esta problemática, en el resto de este artículo se describe una herramienta de autor cuya finalidad es precisamente esa: la creación de ítems de evaluación dinámicos (con generación de múltiples parámetros aleatorizados), de tipo respuesta libre numérica, con realimentación a partir de la detección de errores genuinos, y con posibilidad de exportar en formato SCORM.

2. Trabajos relacionados

Tanto en el contexto académico como en el comercial existen alternativas para la creación de ítems de evaluación dinámicos. Un ejemplo de ello en el primer caso es el trabajo presentado por Driouech et al. (2008) donde además de los ítems como tal presentan una herramienta para la generación de pruebas que infieren el nivel de conocimiento del estudiante y consecuentemente presentan una estrategia de aprendizaje para reforzar las debilidades. En este caso la creación de los ítems se realiza mediante una herramienta llamada webMathematica la cual requiere el conocimiento de un lenguaje intermedio como el presentado en la figura 1. Lenguaje intermedio significa que no se trata de un lenguaje de programación como tal, pero que si cuenta con una sintaxis y conjunto de comandos específico similar a lo que ocurre por ejemplo con el bien conocido Latex.

```
Display[fname, p, "GIF"];
Print[statement];
ans = Solve[x +  $\frac{180 - (r1 + r2)}{2} + 72 = 180, x] [[1, 1, 2]];
choices = genChoice[ans, 2];
printChoice[choices];
{ans, choices}$ 
```

Figura 1. Ejemplo de código en Mathematica (Tomado de Driouech et al., 2008)

En el segundo caso una de los ejemplos más claros es sistema gestor de aprendizaje (o LMS por sus siglas en inglés de *Learning Management System*) Moodle

con su “Tipo de Pregunta Calculada” (Moodle, 2015). Dicho tipo de pregunta permite no solo la consideración de variables aleatorios, que denominan *wildcards*, sino también la definición de otros elementos como factores de penalización y tolerancia a las respuestas.

Además de las dos alternativas previamente descritas existen muchas otras para la creación de ítems de evaluación. Algunas de ellas permiten preguntas dinámicas, otras solamente estáticas; algunas son de libre acceso, otras son de pago; algunas emplean un lenguaje estilo Latex, otras cuentan con editor gráfico de ecuaciones; algunas son cerradas, otras tienen la posibilidad de exportar a SCORM. Un breve listado de dichas herramientas se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Herramientas de autor para creación de ítems de evaluación

Nombre	URL
ASDEL	http://www.asdel.ecs.soton.ac.uk
ExamOnline	http://www.intelligentassessment.com
HotPotatoes	https://hotpot.uvic.ca
Kryterion	https://www.kryteriononline.com
ONYX	https://www.onyx-editor.org
Questionmark	https://www.questionmark.com
Question Writer	http://www.questionwriter.com
Respondus	https://www.respondus.com
SABA	http://www.saba.com
WebQuiz XP	http://www.smartlite.it/en2/products/webquiz

3. Descripción de la propuesta

Luego de la descripción de los trabajos relacionados, una pregunta obligada a hacerse es ¿si ya existen otras herramientas de autor para la creación de ítems de evaluación, para qué es necesario otra? La respuesta es simple y se esbozó previamente en la introducción: muchas permiten la creación de preguntas de selección múltiple por ejemplo pero no de respuesta libre numérica calculada, no todas permiten modelar variables aleatorias con diversas distribuciones, o no permiten modelar de forma consecuente errores genuinos, o no permiten interoperabilidad de ambientes.

Para aclarar la afirmación anterior es necesario hacer una pausa y describir en más detalle las características de la propuesta presentada. Primero, una pregunta con respuesta libre numérica, como su nombre lo sugiere, implica que su respuesta es un número, entero o real, pero que el estudiante debe ingresar, no seleccionar de un conjunto de opciones. Una implicación indirecta de lo anterior es que no existe probabilidad alguna de responder de forma correcta por mera adivinación, lo que si ocurre, con más o menos probabilidad, en otros tipos de preguntas como las de selección múltiple, emparejamiento, ordenamiento, entre otras.

Segundo, que sea calculada significa que tanto la formulación como la respuesta no son estáticas sino que cuentan con al menos un parámetro aleatorio que debe ser calculado. La implicación de esto es que si un mismo estudiante accede a una determinada pregunta en varias ocasiones no necesariamente los parámetros y por tanto la respuesta serán las mismas. Tercero, y de la mano del anterior, entre más distribuciones aleatorias puedan tener dichos parámetros, llámense también variables, más ajustadas podrán ser las preguntas a los requerimientos del docente.

Cuarto, un error genuino, encontrado en la literatura bajo el término *misconception*, se refiere a aquel error que un estudiante puede cometer al momento de resolver un ejercicio pero debido a una falla conceptual común o de procedimiento, lo cual es diferente a errar por fallas graves de interpretación, falta de conocimiento o porque se esté adivinando (Aygör & Ozdag, 2012; Durkin & Rittle-Johnson, 2015; Gürbüz & Birgin, 2012; Lucariello et al., 2014; Özerem, 2012;).

Quinto, que sea interoperable significa que pueda ser accedido no solo desde la herramienta en que se creó, sino también desde múltiples ambientes virtuales de aprendizaje, para lo cual se requiere que siga algún tipo de estándar siendo uno de los más utilizados SCORM (ADL, 2012).

El esquema general de la propuesta con las características previamente descritas se presenta en la figura 2. Entre tanto, una explicación detallada del proceso de creación de un ítem se presenta en el resto de esta sección. Es importante mencionar que dicha propuesta cuenta con una versión en línea completamente funcional pero que por el momento se encuentra en fase de pruebas.

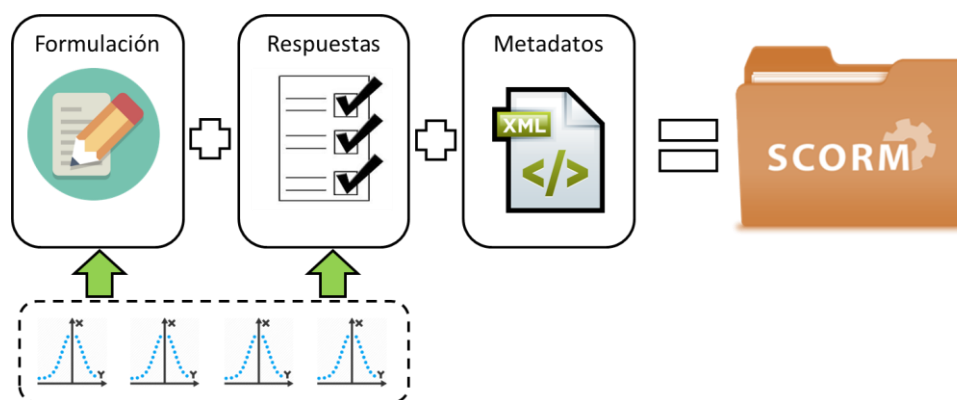


Figura 2. Esquema general de los ítems de evaluación

3.1. Definición de variables

Lo primero que se debe definir para crear un ítem de evaluación es las variables aleatorias que va a emplear. En la propuesta se consideran tres tipos. El primero es una distribución uniforme discreta. Esto quiere decir que todos los valores posibles de la variable son igualmente probables y que estos se encuentran dentro de un intervalo cerrado $[MIN, MAX]$ considerando un incremento fijo INC . El segundo también considera una distribución uniforme pero dentro de una lista de valores que no necesariamente siguen una progresión. El tercero es igual al segundo pero ya no para variables numéricas sino categóricas. En este último caso las variables no se utilizan

para realizar cálculos sino para introducir variaciones en la formulación de las preguntas. En el ejemplo presentado en la figura 3 se muestran dos variables: *nom* que es una categórica y *p* que es una uniforme entre 18 y 60 con incrementos de 6.

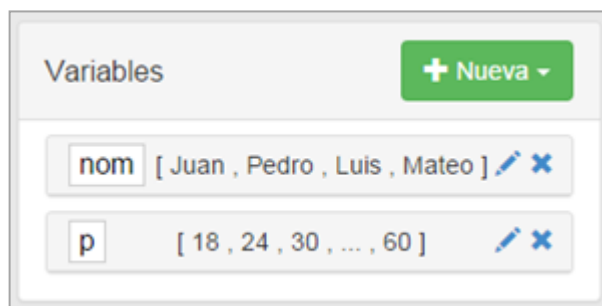


Figura 3. Ejemplo de definición de variables

3.2. Formulación de la pregunta

Una vez se definen las variables, es posible formular la pregunta como tal. Para ello la propuesta cuenta con un editor de texto que permite además la incorporación de imágenes y que cuenta con una versión simplificada de un editor de expresiones. En el caso de las expresiones no es necesario que el usuario conozca alguna sintaxis específica (Latex por ejemplo), como ocurre con algunas herramientas de autor, sino que es completamente gráfico y se asemeja un poco al editor de ecuaciones de Word. En la figura 4 se muestra un ejemplo de formulación empleando las variables de la figura 3.

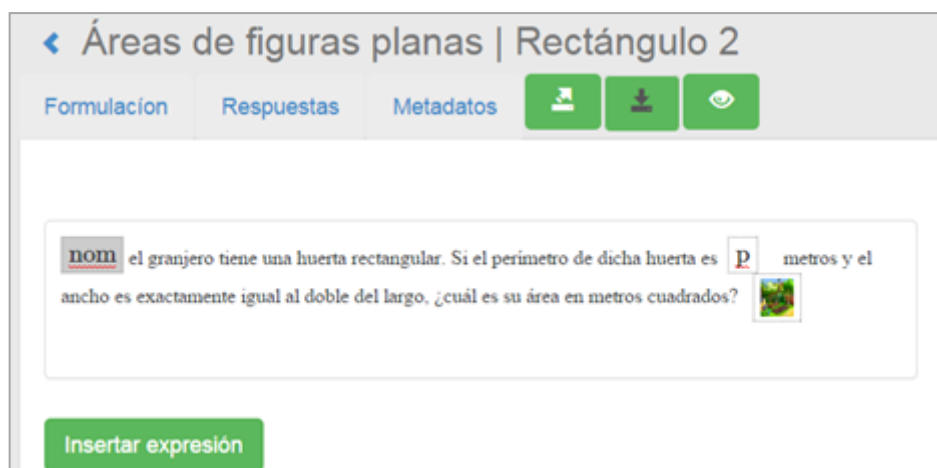


Figura 4. Ejemplo de formulación de pregunta

3.3. Modelación de las respuestas

Una misma pregunta puede requerir de más de una respuesta y cada una debe expresarse como una ecuación que contenga cero o más de las variables previamente definidas. Tal como se muestra en la figura 5 la respuesta correcta del ejemplo presentado en la figura 4 (en este caso solo se requiere responder un valor) resulta de resolver el sistema de ecuaciones $2x+2y=p$ y $x=2y$, siendo x, y el largo y ancho respectivamente a los que hace

alusión la pregunta. El resultado por tanto en este caso es $p^2/6$. Para ingresar dicho valor la propuesta cuenta con un validador de fórmulas que determina si la misma está bien formada y es matemáticamente evaluable.

The screenshot shows a 'Respuestas' (Answers) configuration window. At the top, there are settings for 'Cifras decimales' (0) and 'Mostrar labels'. Below this, the 'area' is set to 'area'. The 'Respuesta correcta:' (Correct answer) is 'p*p/6'. Under 'Error genuino:' (Genuine error), there is a text input with the formula '2*#p*#p#/9', a 'RetroAlimen' (Feedback) button, and a message box containing 'Recuerda que el perímetro'. A green 'Agregar Error' (Add Error) button is at the bottom left.

Figura 5. Ejemplo de modelación de respuestas

Como se muestra también en la figura 4, a cada respuesta se le pueden modelar cero o más errores genuinos. En el caso del ejemplo uno de esos errores es que el estudiante considere $x+y=p$ en vez de $2x+2y=p$ para la primera ecuación, lo cual llevaría a que el resultado fuera $2p^2/9$. Ante esta situación una posible realimentación al estudiante sería algo como “Recuerda que el perímetro de un rectángulo corresponde a la suma de sus cuatro lados, lo que es igual a sumar dos veces su largo con dos veces su ancho”.

3.4. Descripción de los metadatos

Como parte final de la formulación de un ítem de evaluación se considera la definición de sus metadatos. En este punto, y considerando la posibilidad de exportar a SCORM para garantizar la interoperabilidad, se hace uso del estándar de metadatos LOM (IEEE, 2002). Sin embargo, como puede apreciarse en la figura 6, solo se emplea un subconjunto de los atributos que dicho estándar define.

The screenshot shows a metadata form with the following fields:

- Título:** Rectángulo 2
- Lenguaje:** Español
- Descripción:** Este ítem evalúa la capacidad del estudiante de plantear y resolver un sistema de ecuaciones lineales 2x2 empleando para ello los conceptos de perímetro y área de un rectángulo
- Palabra Clave:** rectángulo, área, perímetro, sistema de ecuaciones lineales 2x2

Figura 6. Ejemplo de descripción de metadatos

Lo que permiten dichos metadatos, junto con la posibilidad de que se exporte a SCORM, es que el ítem de evaluación pueda ser consultado y accedido desde un repositorio educativo, lo cual es una de las metas futuras de esta propuesta.

3.5. Despliegue del ítem

Luego de definidos los cuatro componentes de un ítem: variables, formulación, respuestas + errores genuinos, y metadatos, la propuesta permite tanto hacer una previsualización del ítem como empaquetarlo en SCORM. En la figura 7 se muestra el resultado del proceso de creación del ejemplo descrito en las secciones 3.1 a 3.4.

Juan el granjero tiene una huerta rectangular. Si el perímetro de dicha huerta es 48 metros y el ancho es exactamente igual al doble del largo, ¿cuál es su área en metros cuadrados?



area

Enviar

Figura 7. Ejemplo de presentación de ítem de evaluación

4. Conclusiones y trabajo futuro

La propuesta presentada en este artículo consiste en un modelo junto con una herramienta de autor para crear ítems de evaluación con características particulares siendo de particular importancia la posibilidad de emplear variables aleatorias que le imprimen dinamismo así como de modelar errores genuinos para darle un mayor valor desde lo pedagógico.

Como puede notarse a lo largo del artículo, el proyecto se encuentra en fase de desarrollo por lo que la herramienta se trata de un prototipo que aún necesita mejoras. Vale la pena mencionar que el proceso de programación de la misma ha sido complejo, especialmente porque en algún punto se tomó una decisión fundamental: o usar un lenguaje estilo Latex para la definición de las expresiones o implementar un editor gráfico, que fue lo por lo que finalmente se optó. Si bien muchos de los usuarios objetivo, es decir profesores, tienen conocimiento en dichos lenguajes, nuestra opinión es que la herramienta debería ser lo más accesible posible en términos de conocimientos técnicos. En otras palabras, no quisimos que conocimientos técnicos, muchos o pocos,

fueran una barrera de entrada para que los profesores enriquecieran sus prácticas educativas con las características ofrecidas por la propuesta.

Otro de los procesos importantes que aún falta por realizarse es la validación de la herramienta por parte de usuarios reales, es decir, de profesores en su rol de creadores de contenido y de estudiantes en su rol de consumidores de dichos contenidos. Para ello se tiene presupuestado organizar unas sesiones de capacitación a un grupo de profesores de diversos niveles de formación dividiendo el proceso en dos partes: el diseño de los ítems (independiente de la herramienta) y luego ya si su posterior implementación. En la segunda parte, y previa comprobación de un avance satisfactorio en la primera, se llevarían a cabo pruebas de usabilidad y de percepción para medir las bondades y/o inconvenientes de la herramienta.

Reconocimientos

La investigación presentada en este artículo fue financiada por recursos del *patrimonio autónomo fondo nacional de financiamiento para la ciencia, la tecnología y la innovación, Francisco José de Caldas* (Colciencias) mediante el proyecto “Apoyo al proceso educativo en ciencias básicas para primaria y secundaria a partir de un enfoque de aprendizaje basado en juegos digitales”, código 1118-628-38726.

Referencias

- Advanced Distributed Learning – ADL. (2012). SCORM. En <http://www.adlnet.org/scorm.html>.
- Aygor, N. and Ozdag, H. (2012). Misconceptions in Linear Algebra: the Case of Undergraduate Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 2989–2994.
- Driouech, O., Park, H., Jun, Y. (2008). “A Quiz Generator Extension inside CMS for Mathematics Learning” In *Thirteenth Asian Technology Conference in Mathematics*, Bangkok, Thailand.
- Durkin, K. and Rittle-Johnson, B. (2015). Diagnosing misconceptions: Revealing changing decimal fraction knowledge. *Learning and Instruction*, 37, 21–29 .
- Gürbüz, R. and Birgin, O. (2012). The effect of computer-assisted teaching on remedying misconceptions: The case of the subject “probability”. *Computers & Education*, 58(3), 931–941.
- IEEE, (2002). Standard 1484.12.1 for Learning Object Metadata. En <https://standards.ieee.org/findstds/standard/1484.12.1-2002.html>.
- Lucariello, J., Tine, M. Ganley, C. (2014). A formative assessment of students’ algebraic variable misconceptions. *The Journal of Mathematical Behavior*, 33, 30–41.
- Montero, J. y Herrero, E. (2008). “Las herramientas de autor en el proceso de producción de cursos en formato digital”. En *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 33, pp. 59-72.
- Moodle. (2015). Tipo de pregunta calculada. En [https://docs.moodle.org/all/es/Tipo de Pregunta Calculada](https://docs.moodle.org/all/es/Tipo_de_Pregunta_Calculada).

Özerem, A. (2012). Misconceptions In Geometry And Suggested Solutions For Seventh Grade Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 55, 720–729.