

Design and development of interactive adaptable digital resources for Statistics in Engineering

Diseño y desarrollo de recursos digitales interactivos y adaptables para Estadística en Ingeniería

Antonio Gámez Mellado, Luis Miguel Marín Trechera
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ
antonio.gamez@uca.es, luis.marin@uca.es

Abstract

In this paper we describe the process of designing and developing of interactive digital resources adapted to each student. It is shown the process which the authors have followed during the last years in order to generate virtual learning objects for the learning and teaching of Statistics. It is also shown the main features that the digital resources must fulfil and the different possibilities of use. Finally we describe the advantages of the designing of digital resources using author tools, and the integration of several tools as L^AT_EX, R, GeoGebra, etc. which let us obtain educational resources adaptable for its use in massive environments or big groups.

En este trabajo se describe el proceso de diseño y creación de recursos digitales interactivos personalizables para los estudiantes. Se muestra el proceso que han seguido los autores durante los últimos cursos para la generación de objetos virtuales de aprendizaje para la enseñanza y el aprendizaje de la Estadística. También se muestran las características fundamentales que deben cumplir los recursos digitales y las distintas posibilidades de uso. Finalmente se indican las ventajas del diseño de recursos digitales utilizando herramientas de diseño de autor, y la integración de distintas herramientas como L^AT_EX, R, GeoGebra, etc. que permiten generar recursos educativos adaptables para su uso en entornos masivos o grupos numerosos.

Keywords: Adaptability, Statistics, Learning Object, Evaluation, e-learning.

Palabras clave: Adaptabilidad, Estadística, Objetos de Aprendizaje, Evaluación, e-learning.

1 Introducción

En este trabajo se pretende mostrar el trabajo desarrollado por los autores en el diseño y producción de materiales educativos digitales adaptables y personalizables para los estudiantes de la asignatura Estadística. Inicialmente se mostrarán las características fundamentales que deben cumplir los recursos digitales de carácter educativo.

A continuación se describirá el itinerario que han seguido los autores en el desarrollo de recursos y materiales educativos personalizables para su uso en el aula. Se mostrarán los progresos realizados en la construcción de objetos virtuales de aprendizaje con diversas herramientas de autor, en la construcción de actividades de evaluación personalizables y adaptables para su uso en la red, y en la puesta en práctica de dichos materiales y recursos digitales tanto en el aula convencional como en el Aula Virtual de la Universidad de Cádiz.

Se describirán asimismo las conclusiones y los logros alcanzados hasta este momento y las actuaciones futuras y propuestas de mejora en el proceso de diseño, planificación y puesta de práctica de los recursos digitales diseñados y de las actividades de evaluación utilizadas en la asignatura de Estadística en los distintos títulos de grado de Ingeniería en la Escuela Superior de Ingeniería de Cádiz.

2 Características de los recursos digitales educativos

Tomando como punto de partida nuestra experiencia en el diseño de recursos digitales para la enseñanza de la Estadística, surgen tanto factores técnicos, como pedagógicos y ergonómicos que determinan las características fundamentales que deben tener los recursos educativos digitales.

Bajo nuestro criterio, estas características son las siguientes:

Multimedia. Los recursos educativos en formato digital deben beneficiarse de las prestaciones multimedia para aportar valor añadido frente a los formatos analógicos. Los textos, las imágenes, el sonido, el vídeo, los applets de Java, los Script de JavaScript, y las animaciones son elementos fundamentales que proporcionan a los recursos didácticos digitales mejores prestaciones que los formatos planos clásicos.

Interactividad. El diseño de recursos didácticos interactivos proporciona a nuestros estudiantes la base para un aprendizaje más rico. A través de la interacción se consigue modificar determinados aspectos que permiten afianzar conceptos, conseguir mejorar las destrezas, y facilita la adquisición de habilidades. En muchas situaciones, la interacción con estos recursos permite a nuestros estudiantes experimentar o simular procesos complejos y tomar decisiones. La manipulación e interacción con los objetos virtuales de aprendizaje, en general facilita el aprendizaje. El desarrollo de secuencias de aprendizaje individuales a partir de los resultados obtenidos favorece una individualización/personalización de la enseñanza. La interactividad también tiene una dimensión social, pues facilita que el estudiante aprenda de lo que realmente hace, y comunique sus logros efectivos a su entorno social.

Accesibilidad. Los contenidos educativos en formato digital tienen que ser accesibles. La accesibilidad de los objetos de aprendizaje ha de poder garantizarse en los tres niveles siguientes:

Universalidad: la necesidad de que los recursos digitales educativos sean accesibles por cualquier persona. Este aspecto ya se consideró inicialmente en el diseño de la Web, por Tim Berners-Lee.

Funcionalidad: la información contenida en los objetos digitales debe ser comprensible, y debe

haberse diseñado con un propósito específico, recursos digitales pensados para el aprendizaje de los estudiantes.

Independencia tecnológica: los recursos digitales deben poder utilizarse en cualquier dispositivo y deben ser accesibles desde cualquier sistema operativo. Debemos tener en cuenta que cada vez más nuestros estudiantes accederán a los contenidos digitales desde tabletas o dispositivos móviles u otros dispositivos.

Flexibilidad. Se refiere a la posibilidad de usar los objetos de aprendizaje en diversas situaciones de aprendizaje o distintos contextos de enseñanza: clases, laboratorios, talleres, en horario lectivo, o no lectivo, en la enseñanza on-line, utilizando un ordenador o un móvil, tanto de forma individual como en parejas o por grupos, etc. Esta flexibilidad también debe aludir a la posibilidad de usar los recursos educativos digitales con independencia de la metodología que proponga el docente, así deben ser útiles para metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas-ABP, y también para una metodología más tradicional.

Granularidad. El diseño en forma de módulo de un recurso educativo digital debe facilitar la separación de sus objetos en pequeñas piezas reutilizables de forma que favorezca el aprendizaje de los estudiantes. El diseño en pequeñas piezas intercambiables facilita el acceso directo a un elemento concreto, lo que incrementa los posibles usos de los objetos de aprendizaje. Estas pequeñas piezas, denominadas objetos de aprendizaje, pueden ser fácilmente intercambiables para su uso en distintos contextos educativos.

Adaptabilidad y reusabilidad. El diseño de objetos de aprendizaje que se puedan personalizar por el profesorado permite la adaptación y reutilización en distintos contextos. Así, por ejemplo, un cuestionario de preguntas donde sea posible modificar fácilmente las preguntas y respuestas es más reutilizable que un cuestionario cerrado. O por ejemplo, un objeto SCORM es más fácilmente adaptable y personalizable que una aplicación específica.

Interoperabilidad. Los contenidos educativos digitales deben contener los meta-datos que recojan todos los detalles sobre su uso didáctico, el ámbito de aplicación, las instrucciones sobre su uso, etc. La incorporación de dichos metadatos facilita su posterior catalogación en los repositorios de objetos digitales y la posterior búsqueda por parte de otros docentes. Cumplir con las especificaciones técnicas de los objetos de aprendizaje también incrementa su visibilidad.

Portabilidad. Los recursos digitales educativos deben diseñarse cumpliendo los estándares de desarrollo y empaquetado, y especialmente cumpliendo los estándares de e-learning. De esta forma se incrementará su posterior difusión. Si se cumplen los estándares se podrán incorporar de forma efectiva y funcional en distintos entornos virtuales de aprendizaje o incluso en modo local. Habitualmente las distintas herramientas de diseño de autor permiten la posibilidad de exportación en diversos estándares de e-learning como SCORM, IMS, etc.

3 Fases de desarrollo del trabajo

Teniendo en cuenta todos los aspectos anteriores, iniciamos el proceso de diseño de recursos y materiales educativos para su uso en la Web hace aproximadamente 15 años. En este periodo hemos diseñado recursos educativos digitales de todo tipo, pero centrándonos en su uso educativo.

A modo de resumen, el diseño de un recurso digital educativo consta de las siguientes fases:

- Selección de los elementos del currículo.

- Búsqueda de recursos digitales existentes.
- Definición de los principios de diseño estructural y funcional.
- Elección de la herramienta de edición o herramienta de autor.
- Diseño del guión multimedia y/o guión de interacción.
- Creación y recopilación de materiales.
- Edición y montaje del recurso digital interactivo.
- Completar la meta-información o meta-datos.
- Elaboración de la guía didáctica y material complementario.
- Periodo de pruebas, modificaciones y mejoras.
- Publicación de la versión definitiva.

Las primeras tres fases de selección, búsqueda y definición de los principios sobre los que tratará cada uno de los recursos digitales interactivos determinan el enfoque final, y por tanto una correcta selección, búsqueda de otros recursos disponibles y una definición de los objetivos que se pretenden conseguir es fundamental.

La fase de selección de las herramientas de diseño utilizadas es una de las fases más críticas. De nuestra experiencia podemos destacar que las distintas herramientas de diseño de autor han ido evolucionando tanto en su potencial como en la facilidad de uso. Nosotros comenzamos generando recursos didácticos interactivos diseñados directamente en formato HTML con JavaScript, que permitían una buena navegación en Internet y cierta interactividad. El problema fundamental que detectamos con esta estrategia de trabajo era la complejidad del diseño y dificultad en proporcionar retroalimentación a los estudiantes. En aquella época no existían sistemas de gestión de aprendizaje (LMS) que facilitasen la integración, por lo que ponerlos a disposición de los estudiantes no resultaba una tarea fácil, y utilizarlos para la evaluación de los estudiantes era prácticamente imposible.

Unos años más tarde incorporamos a los objetos de aprendizaje más interactividad utilizando la programación Java y Flash, sin embargo el diseño de recursos didácticos interactivos que incorporasen Applets de Java no resultaba una tarea sencilla.

Gracias al uso de distintas herramientas de diseño de autor, durante los últimos años hemos conseguido diseñar objetos de aprendizaje interactivos que son factibles de exportar a diversos estándares de e-learning (Marín et al., 2006). Así utilizamos herramientas de diseño de autor como Course Lab, Reload, eXe Learning, Hot Potatoes, etc. (Gámez et al., 2008).

En los dos últimos cursos nos hemos centrado fundamentalmente en la granularidad de los objetos de aprendizaje y en el diseño de secuencias de aprendizaje utilizando tanto LAMS (Gámez et al., 2007), como las actividades condicionadas que Moodle 2.0 proporciona (Gámez et al., 2008). Para conseguir interactividad estamos incorporando applets de Java diseñados con GeoGebra (Gámez & Marín, 2010). La facilidad en el diseño de applets con GeoGebra es asombrosa. Así, con muy pocos conocimientos previos de programación Java se pueden conseguir magníficos resultados (Marín & Gámez, 2010).

Durante todo este proceso hemos diseñado recursos educativos digitales para el área de Estadística, por lo que el manejo del lenguaje científico era una premisa fundamental. Así hace aproximadamente 20 años empezamos a trabajar en entornos TeX / L^AT_EX, con los que podíamos

maquetar documentos científicos de alta calidad en diversos formatos .dvi, .pdf, .html.

En la fase de selección de la herramientas de diseño de autor que se van utilizar es fundamental tener en cuenta el diseño del guión de interacción/multimedia, así como la recopilación de materiales. La mayor parte de los materiales que hemos utilizado han utilizado tanto el filtro \LaTeX como el formato \LaTeX . Así, en las últimas fases nos hemos decantado por el uso de eXe-Learning ya que maqueta las fórmulas en \LaTeX . Para el diseño de cuestionarios de evaluación /autoevaluación maquetamos las fórmulas en \LaTeX , y éstas se incorporan en formato XML al sistema de gestión del aprendizaje que está disponible en el Aula Virtual de la Universidad de Cádiz. En la actualidad el LMS incorporado en el Aula Virtual UCA es Moodle 2.1.4.

La mayoría de herramientas de diseño de autor, Hot Potatoes, eXe Learning, Reload, permiten la incorporación de Meta-Datos, ya que facilitan la reutilización y el intercambio entre docentes de distintas universidades, mejorando notablemente el diseño de los recursos didácticos digitales.

Una de las últimas fases es la del diseño de la guía didáctica, en la que se describirán tanto los objetivos que se pretenden alcanzar con el uso del objeto virtual de aprendizaje, así como las características intrínsecas del mismo. A esta documentación habitualmente se puede añadir material complementario, como pueden ser lecturas recomendadas, bibliografía para ampliación, etc.

Una vez que se ha diseñado una primera prueba piloto comienza la fase de pruebas y mejora continua. Esta fase de pruebas puede extenderse en el tiempo. Así, consideramos que prácticamente todos los objetos digitales son susceptibles de mejora, por lo que la mejora continua iría depurando errores, modificando aspectos visuales, de interacción, etc.

La última fase consiste en la incorporación de los recursos digitales educativos a la docencia reglada, tanto presencial, como semi-presencial u online.

En la actualidad disponemos de un catálogo de más de cien recursos digitales educativos del área de Estadística e Investigación Operativa en distintos formatos (Marín & Gámez, 2010), de forma que se pueden utilizar en diversos contextos de aprendizaje.

4 Adaptabilidad /Personalización

Centrándonos en el aspecto de la personalización /adaptabilidad de recursos y materiales digitales para su uso en la red, podemos destacar los últimos avances que hemos conseguido en los últimos cursos proponiendo actividades personalizables para la evaluación de los estudiantes en distintos formatos.

Inicialmente estas actividades evaluables personalizables estaban basadas en objetos de aprendizaje fundamentalmente en formato SCORM, diseñadas con diversas herramientas de autor. Estos objetos virtuales de aprendizaje permitían que los estudiantes navegaran por los contenidos de los objetos de aprendizaje y progresasen en función de sus logros. Algunas de esas actividades consistían en lecciones que incluían algunas actividades interactivas y algunos elementos de evaluación, como cuestionarios de evaluación y autoevaluación.

Los objetos SCORM nos permitían su uso en diversos entornos de e-learning, como Moodle, WebCT, LAMS, ATutor, .LRN, etc. (Gámez et al., 2011).

De hecho, muchos de esos objetos virtuales de aprendizaje nos han permitido impartir cursos de formación y perfeccionamiento del profesorado en contextos muy diversos a lo largo de los

últimos años.

En una primera fase sólo contemplamos la adaptabilidad de los cuestionarios de evaluación/autoevaluación ya que conseguir el diseño de recursos digitales adaptables no es una tarea sencilla.

Más adelante hemos conseguido realizar diversas actividades de evaluación personalizables para grupos numerosos, integrando diversas herramientas como la hoja de cálculo Excel, L^AT_EX, TikZ, PGF, etc. Así hemos conseguido diseñar tanto controles intermedios evaluables, como pruebas de evaluación final en el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto y en el Grado en Ingeniería Aeroespacial de la Universidad de Cádiz.

En la Figura 1 se muestra el entorno de diseño utilizando un editor de L^AT_EXy en la Figura 2 se muestra la maquetación de los contenidos adaptables en formato navegable personalizado para los estudiantes.

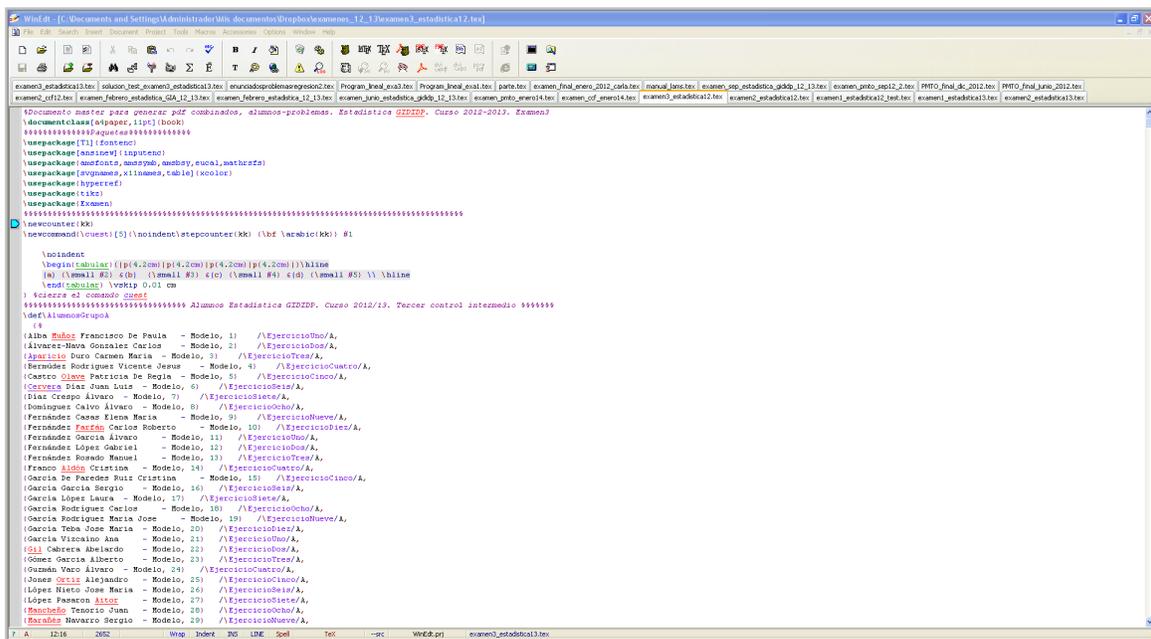


Figura 1: Entorno L^AT_EX para diseñar controles personalizables. En el último curso hemos conseguido integrar diversas herramientas que nos han permitido generar recursos digitales personalizados en diversos formatos.

El proceso de trabajo es el siguiente: Se diseñan diversos problemas, ejercicios, cuestiones, etc. que se escriben en L^AT_EX. Se diseñan los elementos que más adelante van a permitir una personalización. Estos elementos constituirán la base o el motor de la aleatorización que se mostrará más adelante. Se integran ambos documentos en un documento .Rnw al que se incorpora la meta-información o meta-datos (Zeileis, 2013) y (Kutchinson, 2012).

Una vez que tenemos este documento se podrá procesar con un entorno integrado L^AT_EX+ R + gnuplot +... y proporcionar recursos digitales educativos adaptables en distintos formatos PDF, HTML, XML, QTI, etc. Una muestra de dicho entorno integrado se puede ver en la Figura 3.

Uno de los aspectos fundamentales de trabajar en este entorno integrado es la posibilidad de maquetación de los recursos digitales adaptables en diversos formatos digitales.

Así, los recursos digitales en formato pdf, al estar maquetados en L^AT_EX tienen una alta calidad tipográfica, y permiten ser utilizados tanto en el aula convencional como en el Aula Virtual. Habitualmente este tipo de documentación es la preferida por los estudiantes, cuando no incorpora

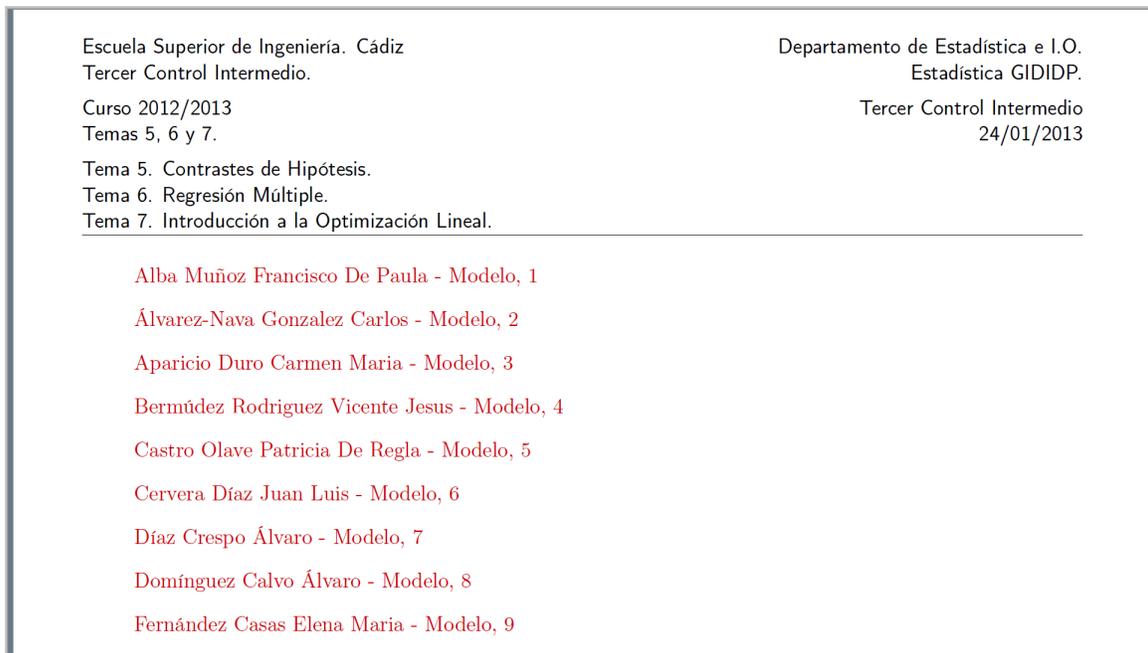


Figura 2: Maquetación del entorno L^AT_EX para controles personalizables.

ningún elemento interactivo.

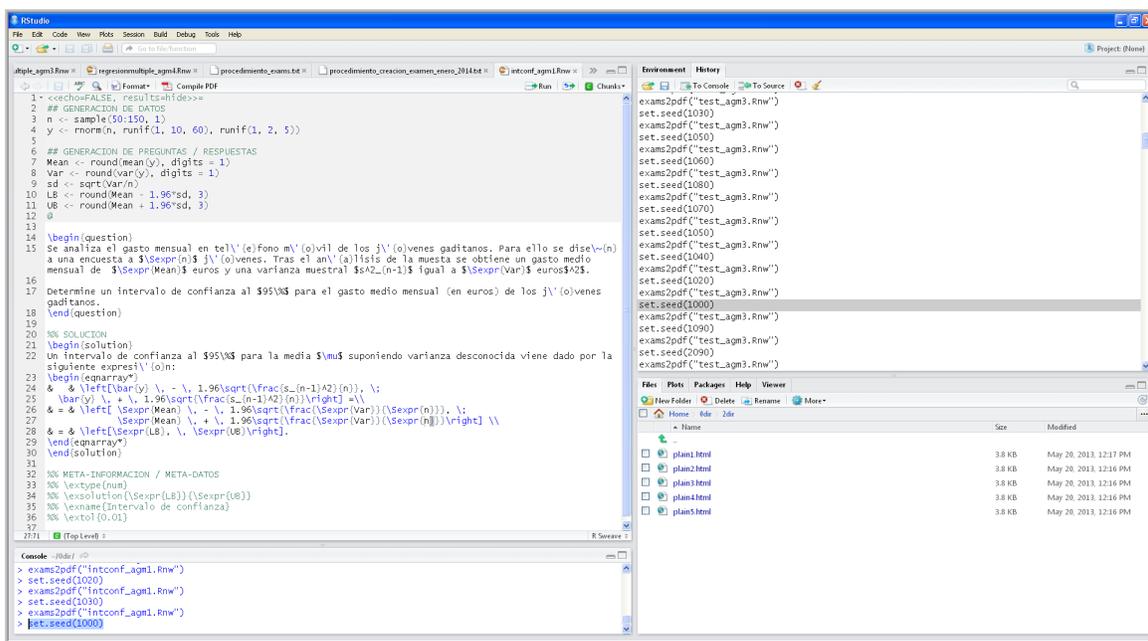


Figura 3: RStudio. Entorno Integrado L^AT_EX + R + gnuplot.

La posibilidad de maquetación de los recursos digitales en formato HTML facilita la navegación y su uso en la red, ya que estos recursos integrados en un LMS facilitan la usabilidad e incrementan la navegabilidad de los mismos. En la Figura 4 se puede ver la maquetación del documento de la Figura 3 en formato HTML.

Otro de los posibles formatos de exportación es la exportación de los recursos digitales a formato XML de Moodle, lo que nos permite una fácil importación en los entornos LMS como

Examen 1

1. Problema

Se analiza el gasto mensual en teléfono móvil de los jóvenes gaditanos. Para ello se diseña una encuesta a 144 jóvenes. Tras el análisis de la muestra se obtiene un gasto medio mensual de 44.4 euros y una varianza muestral s_{n-1}^2 igual a 17.6 euros².
 Determine un intervalo de confianza al 95% para el gasto medio mensual (en euros) de los jóvenes gaditanos.

Solución

Un intervalo de confianza al 95% para la media μ suponiendo varianza desconocida viene dado por la siguiente expresión:

$$\left[\bar{y} - 1.96\sqrt{\frac{s_{n-1}^2}{n}}, \bar{y} + 1.96\sqrt{\frac{s_{n-1}^2}{n}} \right] =$$

$$= \left[44.4 - 1.96\sqrt{\frac{17.6}{144}}, 44.4 + 1.96\sqrt{\frac{17.6}{144}} \right]$$

$$= [43.715, 45.085].$$

Figura 4: Maquetación de recurso personalizable en formato HTML.

cuestionarios/ejercicios de evaluación. De esta forma se pueden generar fácilmente recursos digitales adaptables, con la solución, de forma automática.

Ya que los documentos en formato .Rnw utilizan el motor de cálculo estadístico del software libre R, se pueden generar documentos que utilizan las funciones y los comandos de R, y se puede asimismo incorporar la solución/resolución de los problemas, ejercicios o cuestiones. Un ejemplo de la potencialidad de este recurso puede verse en la Figura 5.

De esta forma, construir un banco de problemas, ejercicios, cuestionarios personalizables para los estudiantes, y que tengan una dificultad similar, para el área de Estadística ha dejado de ser una tarea difícil y tediosa.

En el proceso de diseño de recursos digitales personalizables para Estadística hemos incorporado funciones aleatorias que permiten obtener diversos problemas, ejercicios, cuestiones, que se pueden generar de forma automática. Este proceso se puede repetir con tantas iteraciones como se desee. Sin embargo, si quisiéramos controlar la aleatoriedad del proceso, es posible hacerlo utilizando semillas aleatorias, tal y como se puede ver en la Figura 6. En esta imagen se ha utilizado la semilla `set.seed(1090)`.

5 Conclusiones

El diseño de recursos digitales educativos personalizables es en general una tarea compleja, pero gracias a la automatización e integración de diversas herramientas es posible.

El proceso más complejo, posiblemente sea la automatización del proceso, y la incorporación de la solución/resolución de los problemas, ejercicios, cuestiones, etc. cuando trabajamos con grupos numerosos. En estos casos, creemos que es recomendable reducir la aleatoriedad y manejar para el caso de pruebas presenciales un número más reducido de modelos personalizables.

1. Problema
 Una máquina llena agua en envases de 250 ml. Se sospecha que la máquina se ha desajustado y que la cantidad de agua que llena dicha máquina difiere del valor que figura en la etiqueta $\mu_0 = 250$ ml. Para comprobar si la máquina realmente se ha desajustado se selecciona al azar una muestra aleatoria de 188 envases cuya media muestral \bar{y} es igual a 264.5 ml y cuya varianza muestral s_{n-1}^2 es igual a 202.14 ml².

Queremos contrastar la hipótesis de que la cantidad de agua que llena dicha máquina coincide en promedio con el valor teórico $\mu_0 = 250$ ml. Indique cuál es el valor absoluto del estadístico de decisión t_{exp} .

Solución
 El valor del estadístico experimental t_{exp} se calcula de la siguiente forma:

$$t_{exp} = \frac{\bar{y} - \mu_0}{\sqrt{\frac{s_{n-1}^2}{n}}} = \frac{264.5 - 250}{\sqrt{\frac{202.14}{188}}} = 13.984.$$

Por tanto, el valor absoluto del estadístico experimental t_{exp} es igual a 13.984.

1. Problema
 Una máquina llena agua en envases de 1500 ml. Se sospecha que la máquina se ha desajustado y que la cantidad de agua que llena dicha máquina difiere del valor que figura en la etiqueta $\mu_0 = 1500$ ml. Para comprobar si la máquina realmente se ha desajustado se selecciona al azar una muestra aleatoria de 190 envases cuya media muestral \bar{y} es igual a 1519.1 ml y cuya varianza muestral s_{n-1}^2 es igual a 2152.24 ml².

Queremos contrastar la hipótesis de que la cantidad de agua que llena dicha máquina coincide en promedio con el valor teórico $\mu_0 = 1500$ ml. Indique cuál es el valor absoluto del estadístico de decisión t_{exp} .

Solución
 El valor del estadístico experimental t_{exp} se calcula de la siguiente forma:

$$t_{exp} = \frac{\bar{y} - \mu_0}{\sqrt{\frac{s_{n-1}^2}{n}}} = \frac{1519.1 - 1500}{\sqrt{\frac{2152.24}{190}}} = 5.675.$$

Por tanto, el valor absoluto del estadístico experimental t_{exp} es igual a 5.675.

Figura 5: Distintos modelos del mismo problema. Adaptabilidad con R y L^AT_EX.

El uso de entornos integrados como R-Studio, LAMS (Gómez et al., 2010) u otros entornos similares facilita el manejo de diversas aplicaciones y el trabajo del docente.

Para el diseño de recursos digitales educativos es fundamental seguir las fases del proceso descritas en este trabajo, y tener en cuenta que todas las fases que se han descrito son relevantes. Es esencial centrarse en los objetivos del objeto virtual de aprendizaje, en la interacción, la retroalimentación, la granularidad del objeto, la reusabilidad y la facilidad de uso.

Los resultados que obtienen los estudiantes que utilizan este tipo de recursos digitales educativos son notablemente mejores, y además los estudiantes valoran su uso de forma muy positiva.

6 Previsiones y futuras mejoras

Para el futuro pretendemos desarrollar un entorno integrado en el que se puedan integrar las distintas herramientas de desarrollo que estamos utilizando en la actualidad. Además queremos incorporar más interactividad a los recursos digitales que diseñemos en el futuro.

Una futura ampliación nos permitirá no sólo exportar los contenidos a formato Web, pdf,

Examen 1

1. Problema

Una máquina llena agua en envases de 1000 ml. Se sospecha que la máquina se ha desajustado y que la cantidad de agua que llena dicha máquina difiere del valor que figura en la etiqueta $\mu_0 = 1000$ ml. Para comprobar si la máquina realmente se ha desajustado se selecciona al azar una muestra aleatoria de 226 envases cuya media muestral \bar{y} es igual a 1034.4 ml y cuya varianza muestral s_{n-1}^2 es igual a 1050.23 ml².

Queremos contrastar la hipótesis de que la cantidad de agua que llena dicha máquina coincide en promedio con el valor teórico $\mu_0 = 1000$ ml. Indique cuál es el valor del estadístico de decisión t_{exp} .

a. -35.660
b. 45.041
c. -29.549
d. -21.737
e. 15.958

Solución

El valor del estadístico experimental t_{exp} se calcula de la siguiente forma:

$$t_{exp} = \frac{\bar{y} - \mu_0}{\sqrt{\frac{s_{n-1}^2}{n}}} = \frac{1034.4 - 1000}{\sqrt{\frac{1050.23}{226}}} = 15.958.$$

Por tanto, el valor del estadístico experimental t_{exp} es igual a 15.958.

a. **Falso**
b. **Falso**
c. **Falso**
d. **Falso**
e. **Verdadero**

Figura 6: Generación de recursos personalizables controlados con semilla aleatoria.

objetos SCORM, objetos IMS CP, objetos QTI, sino también a formato LaTeX para su posterior modificación y reutilización. Pretendemos así integrar R, L^AT_EX, eXe Learning y GeoGebra de forma que nos permita bajo un entorno común de diseño crear recursos digitales interactivos y adaptables a las necesidades de nuestros estudiantes en las asignaturas del Departamento de Estadística e Investigación Operativa.

Referencias



Marín Trechera L., Gámez Mellado A. et al. (2006).
Actas del 14º Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas: Proyectos de innovación docente en el área de Estadística: una experiencia en la UCA.



Gámez Mellado A., Marín Trechera L. et al. (2008).
Actas del 16º Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas: Herramientas para el Diseño de Objetos de Aprendizaje: Descripción, Uso, Diseño y Aplicación en asignaturas del Campus Virtual en la UCA.



Gámez Mellado A. et al. (2007).
Actas de European LAMS Conference: Integrating Moodle-LAMS: Reflections and practices from University.



Gámez Mellado A., Marín Trechera L. et al. (2008).
Actas del V Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación: LAMS-Moodle Integration. Several experiences in subjects in the Statistics Department in the Virtual Campus in the University Of Cadiz.



Gámez Mellado A., Marín Trechera L. (2010).
Un ejemplo de uso de GeoGebra en enseñanza universitaria.
Revista Épsilon: Distribuciones Estadísticas, 27(1), 33-42.



Marín Trechera L., Gámez Mellado A. (2010).
Integración de GeoGebra en paquetes de contenidos creados con eXe learning.
Revista Épsilon, 27(1), 43-52.



Gámez Mellado, A., Marín Trechera. L., Mesa Varela F. (2011).
Actas del XIX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas: Diseño de Objetos de Aprendizaje para la Enseñanza de la Estadística y la Investigación Operativa en la Escuela Superior de Ingeniería. 956-974.



Zeileis A. (2013).
Package exams: R-Project.
Obtenido de la URL: <http://cran.r-project.org/web/packages/exams/index.html>



Kutchinson I. (2012).
Package TtH.
Obtenido de la URL: <http://hutchinson.belmont.ma.us/tth/>



Gámez Mellado A., Marín Trechera L. (2010).
Manual del Profesor. LAMS. Publicación Electrónica. Campus Virtual de la Universidad de Cádiz. Cádiz.
Disponible en la URL:
<http://campusvirtual.uca.es/index.php/categories/documentacion/manual-profesor-de-lams>

Modelling in Science Education and Learning
<http://polipapers.upv.es/index.php/MSEL>