

E-EVALUACIÓN CENTRADA EN EL APRENDIZAJE. GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN ADAPTABLES PARA LA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA EN INGENIERÍA.

Gámez Mellado, Antonio, *Universidad de Cádiz*

Marín Trechera, Luis Miguel, *Universidad de Cádiz*

RESUMEN.

Este artículo presenta una experiencia útil para la mejora de los resultados de aprendizaje a través de la evaluación formativa. La experiencia describe el proceso de diseño e implementación, que los autores han seguido a lo largo de los cinco últimos años, para conseguir objetos virtuales de evaluación personalizables para la enseñanza de la Estadística en la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz.

En la evaluación formativa el objetivo es la mejora continua, no la simple medición de resultados, sino la evaluación real de las competencias que los estudiantes deben alcanzar. La incorporación de la evaluación centrada en el aprendizaje supone, entre otros aspectos, proporcionar a nuestros estudiantes retroalimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para conseguir que los estudiantes alcancen los resultados de aprendizaje se han diseñado actividades de evaluación adaptables que permiten la generación automática de recursos educativos para la e-evaluación, que son útiles tanto para el aula como para entornos masivos como Moodle u otros LMS.

Se dispone de evidencias suficientes que permiten concluir que el proceso descrito anteriormente facilita el aprendizaje significativo de los estudiantes ya que los estudiantes toman la responsabilidad de su propio proceso de aprendizaje y ponen en juego destrezas y habilidades a través de la autoevaluación, la evaluación entre iguales y la coevaluación.

Nivel educativo: Educación Secundaria, Bachillerato y Universidad.

1. INTRODUCCIÓN.

Este trabajo describe nuestra experiencia en la evaluación de competencias en asignaturas del área de conocimiento de Estadística e Investigación Operativa en el ámbito de la Ingeniería en la Universidad de Cádiz.

En el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior se impulsa de forma clara la evaluación continua de los estudiantes universitarios. Sin embargo como docentes nos encontramos con serias dificultades para asumir dicha premisa ya que los grupos de estudiantes son muy numerosos, además del alto nivel de

dificultad de las materias y el bajo nivel de rendimiento que los alumnos obtienen en los primeros cursos de ingeniería.

Las características anteriores impiden en gran medida la realización de un seguimiento personalizado de la evolución del proceso de evaluación. Ante esta situación los profesores que se plantean un sistema de seguimiento con actividades de evaluación a lo largo del curso suelen comentar que les supone una elevada carga de trabajo, y que en muchos casos no merece la pena el esfuerzo. Ante esta situación son muchos los docentes universitarios que optan por la clase magistral y por el examen final como el único medio de evaluación (Hamodi, 2015).

Si se pretende realizar la evaluación continua de las competencias adquiridas por los estudiantes de las asignaturas de Estadística, se entiende que un alumno debe asistir regularmente a clase, participando de forma activa, resolviendo los casos prácticos que se le planteen y los trabajos aplicados que se le propongan, tanto de forma individual como en grupo, y realizando además las actividades de evaluación que se establezcan a lo largo del curso.

En este sentido, la evaluación de los aprendizajes, y de las capacidades específicas en las asignaturas de Estadística en la Escuela Superior de Ingeniería se realizan utilizando el concepto de evaluación como el "proceso que está basado en recoger información, analizarla, emitir un juicio sobre ella y facilitar la toma de decisiones". La evaluación centrada en el aprendizaje es por tanto una acción prolongada a lo largo de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este contexto, en la sección 2 se describirán los objetivos que se pretenden alcanzar.

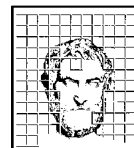
Para el diseño, la planificación, la generación y la puesta en práctica de las actividades de evaluación que se describirán en la sección 3 se han tenido en cuenta las cinco funciones de la evaluación que se describen a continuación (Fernández-Balboa, 2006):

- **Formadora:** el alumnado aprende durante el proceso de evaluación.
- **Reguladora:** permite mejorar cuestiones referentes al proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto para el alumnado como para el profesorado.
- **Pedagógica:** permite conocer el progreso del alumnado.
- **Comunicadora:** se produce un feedback entre alumnado-profesorado, profesorado-profesorado y alumnado-alumnado.
- **Ambientadora:** crea un ambiente escolar determinado.

Se describirán las distintas alternativas planteadas en el diseño de las actividades de evaluación, y los instrumentos de evaluación que se han generado en función de las técnicas de evaluación utilizadas.

Las técnicas de evaluación que se vayan a poner en uso son diferentes en función de si el alumnado participa o no en el proceso de evaluación.

- Cuando las técnicas son aplicadas unilateralmente por el profesor, se han de utilizar unas u otras dependiendo de la forma del medio (escrito, oral o práctico). Es la técnica de evaluación más usada en la universidad.
- Cuando el alumno participa en el proceso de evaluación, las técnicas de evaluación pueden ser las siguientes:
 - Autoevaluación: evaluación que hace el alumno de su propia evidencia o producción, atendiendo a unos criterios que han sido



negociados con anterioridad. Se puede llevar a cabo mediante la autorreflexión y/o el análisis documental.

- Evaluación entre iguales o coevaluación: proceso mediante el cual el alumno evalúa de manera recíproca a sus compañeros del grupo-clase, aplicando criterios de evaluación a través de instrumentos de evaluación (Gámez, 2009).
- Evaluación colaborativa o compartida: “procesos de diálogo que mantiene el profesorado con el alumno sobre la evaluación de los procesos de enseñanza-aprendizaje que se han dado. Estos diálogos pueden ser individuales o grupales”.

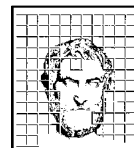
Como se ha comentado anteriormente, para conseguir que los estudiantes alcancen los resultados de aprendizaje planteados en la planificación docente de las asignaturas y materias, se han diseñado actividades de evaluación personalizables para cada estudiante. Hemos conseguido, tras un largo proceso de más de cinco años, la generación automática de recursos educativos para la e-evaluación, que son útiles tanto para el aula como para entornos masivos como Moodle u otros LMS. Estos recursos diseñados para la e-evaluación se pueden poner en juego tanto si se utiliza la técnica de la autoevaluación, la evaluación entre iguales, o la evaluación colaborativa.

En la última sección se describirán las conclusiones de este y otros trabajos de los autores (Marín, 2011), que nos permiten afirmar, aportando evidencias suficientes, que el proceso descrito anteriormente facilita el aprendizaje significativo de los estudiantes ya que éstos toman la responsabilidad sobre su propio proceso de enseñanza y les permiten poner en juego destrezas y habilidades que le serán útiles para su futuro.

2. OBJETIVOS, COMPETENCIAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE.

Los objetivos fundamentales que nos planteamos al iniciar esta experiencia fueron los siguientes:

- Seleccionar las competencias y resultados de aprendizaje a evaluar, estableciendo los mecanismos y los criterios en los que fundamentar el proceso de evaluación.
- Diseñar un sistema de generación de pruebas de evaluación personalizables que sea capaz de
 - Adaptarse a las características de cada estudiante, en función de sus logros, circunstancias, necesidades, nivel de adquisición de competencias previas, etc.
 - Automatizar en la medida de lo posible el proceso de evaluación, mediante el uso de entornos virtuales de aprendizaje como Moodle u otros.
 - Facilitar el seguimiento de la evolución de los aprendizajes en grupos numerosos.
 - Utilizar aplicaciones de software libre para el diseño y la generación de objetos virtuales de aprendizaje.
- Integrar la evaluación, autoevaluación, evaluación entre iguales en el proceso de aprendizaje.



- Mejorar los indicadores siguientes: tasa de rendimiento, tasa de abandono y tasa de éxito en las asignaturas objeto de estudio.

El primer paso, en consonancia con los objetivos descritos anteriormente, fue seleccionar las competencias a adquirir así como los resultados de aprendizaje. Tras un análisis del contexto en el que se desarrolla esta enseñanza, y teniendo en cuenta la implantación de los estudios de grado y las características de estas enseñanzas, con unas competencias a adquirir determinadas en la legislación vigente al tratarse de estudios conducentes a profesiones reguladas, se estableció una única competencia, desplegada en 6 resultados de aprendizaje.

La redacción de las competencias específicas de la materia Matemáticas en la memoria de los títulos de grado de ingeniería en Andalucía es la siguiente: *“Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.”*

Y la redacción de los 6 resultados de aprendizaje para la asignatura Estadística es la siguiente:

R.01.	Sintetizar y analizar descriptivamente conjuntos de datos.
R.02.	Calcular probabilidades en distintos contextos.
R.03.	Identificar situaciones reales en las que aparecen las distribuciones probabilísticas discretas y continuas más usuales.
R.04.	Manejar variables aleatorias y analizar su utilidad para la modelización de fenómenos reales.
R.05.	Tomar decisiones a través del planteamiento de intervalos de confianza y/o contrastes de hipótesis y/o técnicas de regresión lineal.
R.06.	Utilizar algún paquete estadístico para realizar las siguientes actividades: sintetizar y analizar datos, realizar simulaciones, calcular probabilidades, contrastes de hipótesis, problemas de regresión lineal, problemas de optimización.

Cada uno de los resultados de aprendizaje R.01 a R.06 se corresponde con cada uno de los bloques de contenidos de la asignatura. Para cada resultado de aprendizaje se establecieron las destrezas y habilidades que los alumnos debían adquirir, y el tipo de situaciones reales auténticas en los que se deberían utilizar. A continuación se elaboró una relación inicial de situaciones problemáticas que se pudieran traducir en cuestiones, de modo que la resolución correcta de dichas cuestiones se considerase como evidencia de adquisición de dichas destrezas y habilidades. Esta relación de situaciones problemáticas fue la base para posteriormente realizar la evaluación.

A continuación se describirán brevemente las características técnicas del procedimiento desarrollado, para posteriormente presentar los resultados de su puesta en práctica y las conclusiones obtenidas.

3. MÉTODO DE TRABAJO.

La plataforma Moodle es el LMS (Learning Management System, Entorno Virtual de Aprendizaje) más utilizado en la actualidad, y son muchas las universidades de todo el mundo que gestionan sus campus virtuales usando este software libre. Moodle permite incluir distintas actividades dentro de los cursos para que sean realizadas por los estudiantes. Estas herramientas pueden tener, con carácter general, fines de comunicación o de evaluación.

Una de las alternativas más utilizadas para automatizar el proceso de evaluación es el uso de la actividad Cuestionario, integrada en Moodle, siendo una de las herramientas mejor valoradas por los profesores y considerada como una de las más útiles. Esta actividad permite al profesor incluir dentro de su asignatura cuestionarios consistentes en una relación de preguntas para que los estudiantes las respondan.

El aspecto mejor valorado por los profesores de esta actividad es la funcionalidad adicional de corrección automática y el resultado es almacenado dentro del libro de calificaciones de Moodle. También se destaca el hecho de disponer de la opción de selección aleatoria de cuestiones, de modo que a cada estudiante le puede aparecer un conjunto de preguntas diferente.

Sin embargo muchos profesores se resisten a la utilización de esta herramienta. El principal motivo que se argumenta es la dificultad a la hora de incluir una nueva cuestión en la base de datos, requiriendo mucho tiempo, especialmente en los primeros intentos. Esta dificultad puede ser solventada utilizando distintos formatos de ficheros que permiten la importación masiva de cuestiones de diferentes tipos.

Una de las opciones de los cuestionarios de Moodle es la posibilidad de utilizar preguntas calculadas. Esto permite que una misma pregunta pueda variar de un alumno a otro según los valores de una serie de parámetros. Esta opción es aparentemente muy potente, pero en la práctica presenta serias limitaciones a la hora de utilizar funciones entre parámetros y de indicar al sistema la solución adecuada al valor de los parámetros, que puede requerir la utilización de funciones de mayor complejidad no soportadas por el sistema.

Es en este contexto, en una primera fase durante los cursos 2011-2012 y 2012-2013, desarrollamos un procedimiento de generación automatizada de cuestionarios, descrito en el trabajo (Marín, 2011). El sistema estaba basado en la integración de diferentes herramientas informáticas de software libre. Sin entrar en detalles técnicos, podemos sintetizar el procedimiento llevado a cabo para la automatización de los cuestionarios con el esquema siguiente:

- Se escriben en un procesador de textos una pregunta en la que se usarán distintos parámetros de entrada. El enunciado de la pregunta se formula de manera que se ajuste a los formatos Gift o Aiken.
- Los distintos valores que pueden tomar los parámetros o variables se introducen en una hoja de cálculo (Calc, integrada dentro de OpenOffice) junto con sus respuestas y su retroalimentación (feedback).
- A continuación, usando la opción combinar correspondencia del procesador de textos, se genera un fichero con múltiples preguntas, como resultado de la sustitución de los parámetros por los distintos valores indicados en el paso anterior.

- El fichero con todas las cuestiones se guarda en formato de texto plano.
- Finalmente se realiza la importación a Moodle de este fichero.

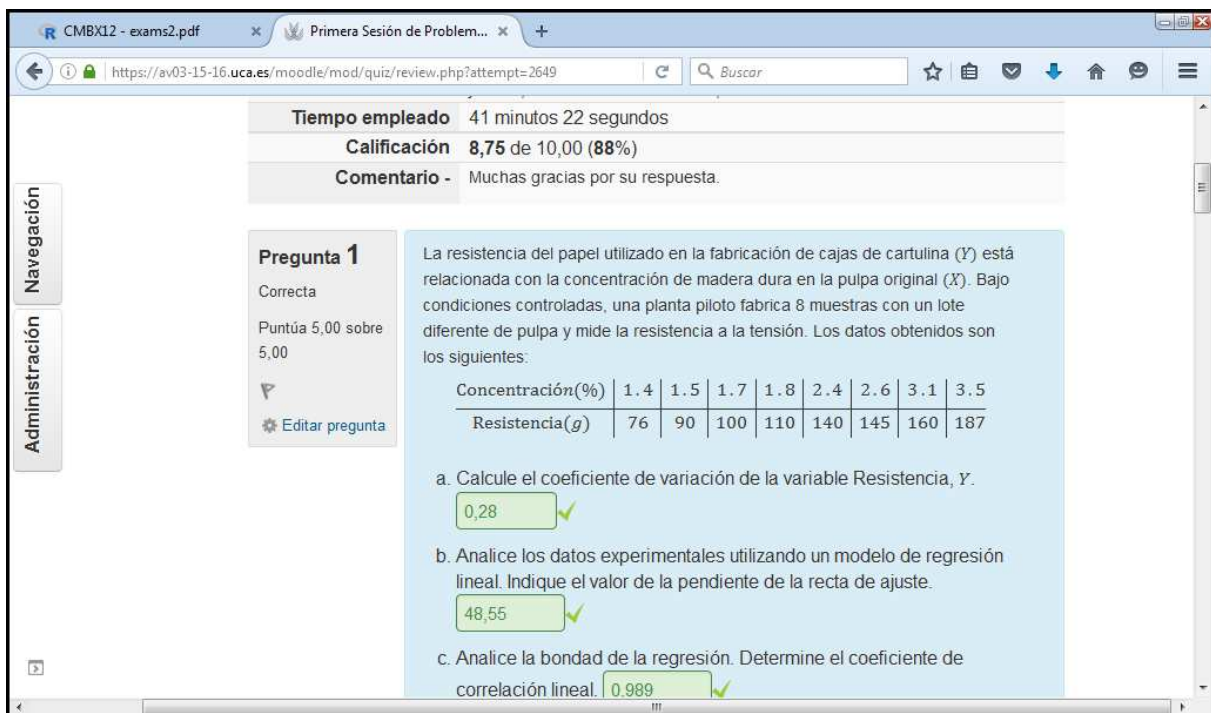
Se debe considerar que independientemente del proceso de evaluación que se utilice, no debemos olvidar que el alumno debe salir preparado finalmente con un nivel de conocimientos adecuado en todas las competencias específicas de las materias y, por tanto, es preciso procurar que el alumno estudie más y aproveche mejor su tiempo. Para ello, y en entornos masivos, propugnamos el uso de mecanismos automatizados de supervisión continuada del progreso personal del alumno no sólo para su calificación (Gámez, 2011). Usados de forma puramente informativa (no calificadora) pueden también ser de gran ayuda para estimular el aprendizaje autónomo del alumno, fomentar su continuidad en el estudio, e incentivar un mayor aprovechamiento del tiempo programado para sus tutorías.

Durante los cursos 2012-2013 y 2013-2014 se comenzó con una nueva etapa en este proceso, de forma que cada estudiante pudiera acceder a los trabajos que se le proponían, tanto en los cuestionarios de autoevaluación, las tareas y actividades de evaluación individual que se le proponían, así como las pruebas de evaluación del progreso. De esta forma se consiguió generar y diseñar recursos digitales interactivos y personalizables para los estudiantes de las asignaturas de Estadística. Se generaron cuestionarios, problemas, exámenes y actividades de evaluación adaptables al entorno virtual de enseñanza- Moodle. Todo el proceso de generación y diseño de recursos interactivos útiles para la evaluación de la asignatura Estadística (Gámez, 2013), se puede resumir en las 10 fases o etapas del esquema siguiente:

1. Se analiza el enunciado de alguna situación problemática, cuestión, tarea, práctica o examen.
2. Se escribe el enunciado del problema y su resolución en LaTeX.
3. Se analizan los valores/variables que permiten generar diversos problemas/tareas/cuestiones/exámenes que presenten dificultad similar.
4. Se incorporan las variables y las operaciones en un archivo con formato .Rnw. Este archivo que está escrito en LaTeX con instrucciones de R contiene además de los comandos en el lenguaje estadístico R, la generación de soluciones, el enunciado de los distintos problemas, la resolución de los problemas/tareas/cuestiones/exámenes, la retroalimentación que se proporciona a los estudiantes tras la corrección automática, los límites de tolerancia permitidos, etc.
5. Se procesan los problemas con los enunciados, las soluciones y la retroalimentación utilizando el paquete "exams" de R (Zeileis, 2011).
6. Se genera un objeto virtual de aprendizaje, o un paquete de contenidos para el propósito específico en el formato elegido. Están disponibles las opciones de generación de recursos virtuales en formatos: pdf, HTML, Moodle XML, y otros formatos.
7. Se incorporan los recursos generados en el paso anterior al entorno virtual de aprendizaje. En nuestro caso en la plataforma Moodle del Campus Virtual de la asignatura Estadística de la Universidad de Cádiz.

8. Se diseña y configura o bien la tarea en Moodle, o la actividad o el cuestionario.
9. Se diseñan y se incorporan en Moodle los instrumentos de evaluación.
10. Se analizan los resultados obtenidos, las dificultades encontradas por los estudiantes y se revisan o rediseñan los objetos virtuales de aprendizaje generados.

Se muestran a continuación en forma de imágenes y capturas de pantalla algunas de las etapas o fases descritas anteriormente. Estas imágenes permiten mostrar la complejidad del proceso seguido, así como la calidad de los recursos digitales generados. En las figuras 1-6 se muestran diversas actividades de evaluación incorporadas en Moodle y pruebas de progreso individualizadas.

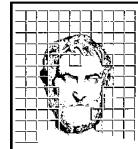


The screenshot shows a Moodle quiz review interface. At the top, it displays the time spent (41 minutes 22 seconds), the score (8.75 out of 10.00, 88%), and a comment: "Muchas gracias por su respuesta." The main content area is titled "Pregunta 1" and is marked as "Correcta" (Correct) with a score of 5.00 out of 5.00. The question text describes a relationship between wood pulp concentration (X) and paper resistance (Y) in the production of cartolina boxes. It provides a table of experimental data and asks three questions: (a) Calculate the coefficient of variation of the variable Resistance, Y. (b) Analyze the experimental data using a linear regression model. Indicate the value of the slope of the line of best fit. (c) Analyze the goodness of the regression. Determine the coefficient of linear correlation.

Concentración(%)	1.4	1.5	1.7	1.8	2.4	2.6	3.1	3.5
Resistencia(g)	76	90	100	110	140	145	160	187

The answers provided in the screenshot are: (a) 0,28; (b) 48,55; (c) 0,989. Each answer is shown in a green box with a checkmark, indicating it is correct.

Figura 1. Resolución de un problema, integrado en Moodle como actividad de evaluación.



Navegación

Administración

a. Calcule el coeficiente de variación de la variable Resistencia, Y .
 ✓

b. Analice los datos experimentales utilizando un modelo de regresión lineal. Indique el valor de la pendiente de la recta de ajuste.
 ✗

c. Analice la bondad de la regresión. Determine el coeficiente de correlación lineal. ✗

d. Estime la resistencia del papel Y para una concentración, X , igual a 2.4 %. ✗

(a) Para resolver este apartado, seguimos el siguiente proceso:
 La media aritmética de la variable resistencia, Y , es igual a 123.875 g.
 $\bar{Y} = 123.875g$.
 La varianza de la variable desgaste, Y , es igual a 1331.359375 g².
 $\text{Var}(Y) = 1331.359375(g)^2$. La desviación típica de Y es igual a
 $\sigma_Y = \sqrt{\text{Var}(Y)} = 36.488g$.

$$Cv = \frac{\sigma_Y}{|\bar{Y}|} = \frac{36.488}{|123.875|} = 0.295$$

Por lo que el coeficiente de variación de la variable resistencia Y es igual

Figura 2. Respuesta de un problema. Incorpora retroalimentación, resolución de un problema.

Navegación

Administración

Pregunta 2
 Correcta
 Puntúa 5,00 sobre 5,00

La Figura muestra el diagrama de tallos y hojas para las puntuaciones de un grupo de opositores. Indique de las siguientes afirmaciones aquellas que son correctas.

The decimal point is at the |

2		89
3		33
3		5678
4		1
4		66

Figure 1: Diagrama de Tallos y Hojas para puntuaciones

Seleccione una o más de una:

a. El valor mínimo de X es igual a 3.5

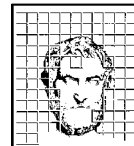
b. El rango o recorrido de X es mayor o igual a 5.

c. Los datos siguientes corresponden a las puntuaciones que se reflejan en el diagrama de tallos y hojas: 3.5 ; 3.7 ; 4.1 ; 3.8 ; 4.6 ; 3.6 ; 3.3 ; 3.3 ; 2.8 ; 2.9 ; 4.6 ✓ **Verdadero:** El diagrama de tallos y hojas se corresponde con los datos anteriores.

d. El tercer cuartil es mayor o igual a 5

e. La mediana de X es menor o igual que 5. ✓ **Verdadero:** La

Figura 3: Resolución de una cuestión tipo test con su evaluación y su retroalimentación.



Pregunta 2

Parcialmente correcta

0,00

2,50 sobre 2,00

Editar pregunta

La duración de los neumáticos de automóvil de la marca *Corremás* sigue una distribución Exponencial cuya duración media es de 24000 km. Calcule la probabilidad de que un neumático de dicha marca

a. dure más de 31000 km, ❌

b. dure más de 31000 km si sabemos que ya ha durado 24000 km. ✅

(a) Para resolver este apartado seguimos el siguiente proceso:
La duración de los neumáticos sigue una distribución exponencial de parámetro $\lambda = 1/24000$, con lo que $X \sim \text{Exp}(\lambda = 1/24000)$
La probabilidad de que un neumático dure más de 31000 km es igual a $P(X > 31000) = 0.2748$

(b) Para resolver este apartado seguimos el siguiente proceso:
La probabilidad de que un neumático dure más de 31000 km si sabemos que ya ha durado 24000 km es igual a $P(X > 31000 / X > 24000) = 1 - P(X < 31000 / X > 24000) = 1 - \frac{P(24000 < X < 31000)}{P(X > 24000)} = 1 - \frac{P(24000 < X < 31000)}{P(X > 24000)} = 0.747$

Y por tanto, resumiendo tenemos que:

a. La probabilidad de que un neumático dure más de 31000 km es igual a 0.2748.

b. La probabilidad de que un neumático dure más de 31000 km si sabemos que ya ha durado 24000 km es igual a 0.747.

Figura 4: Resolución de una práctica de laboratorio informático. Entrega de un estudiante.

Escuela Superior de Ingeniería. Universidad de Cádiz Departamento de Estadística e I.O.
Tercer Control Intermedio 14/01/2016 Estadística GIDIDP
Apellidos y Nombre. CARLOS G. BARRAL ; MARÍA DE LOS ÁNGELES - Modelo 3

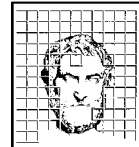
- [4 puntos]** Se sospecha que una embotelladora está envasando menos aceite del anunciado en el envase. Para comprobarlo se toma una muestra de 9 botellas de un litro y se obtienen los siguientes resultados (en ml):

Contenido (ml)	989.3	997.3	991.2	990.9	991.8	995.5	995.3	996.6	990.9
----------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

 - Con un nivel de significación $\alpha = 0.1$, se desea estudiar si puede admitirse que se está envasando menos aceite del que figura en la etiqueta. Indique el valor del estadístico de decisión.
 - Determine el tamaño mínimo que debe tener la muestra, si se desea que el intervalo de confianza para la media poblacional, al 90%, tenga amplitud máxima 3 ml. (Suponga que la desviación típica poblacional σ es conocida e igual a 2.4 ml).
- [3 puntos]** Una cadena de supermercados desea estimar los gastos en alimentación de una familia Y (en euros), en base a la información que proporcionan las variables $X_1 = \{\text{ingresos mensuales}\}$ y $X_2 = \{\text{número de miembros de la unidad familiar}\}$. Para ello se recoge una muestra aleatoria simple de tamaño 7 familias cuyos resultados son los que aparecen en la tabla adjunta, y el resumen de la regresión lineal múltiple se muestra en la salida del programa R siguiente:

Variable Y	Variable X_1	Variable X_2
291	1461	2
323	1294	3
313	1337	2
272	1372	1
262	1496	3

Figura 5: Ejemplo de examen personalizado para cada estudiante. Modelo 3.



1. **Problema**

Se sospecha que una embotelladora está envasando menos aceite del anunciado en el envase. Para comprobarlo se toma una muestra de 9 botellas de un litro y se obtienen los siguientes resultados (en ml):

Contenido (ml)	989.3	997.3	991.2	990.9	991.8	995.5	995.3	996.6	990.9
----------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

- (a) Con un nivel de significación $\alpha = 0.1$, se desea estudiar si puede admitirse que se está envasando menos aceite del que figura en la etiqueta. Indique el valor del estadístico de decisión.
- (b) Determine el tamaño mínimo que debe tener la muestra, si se desea que el intervalo de confianza para la media poblacional, al 90%, tenga amplitud máxima 3 ml. (Suponga que la desviación típica poblacional σ es conocida e igual a 2.4 ml).

Solución

(a) Para resolver este apartado seguimos el siguiente proceso:

Se trata de un contraste unilateral para la media en poblaciones normales, con varianza desconocida.

Las hipótesis del contraste son las siguientes:

$$H_0 : \mu = 1000 \text{ ml}$$

$$H_1 : \mu < 1000 \text{ ml}$$

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

$$t_{exp} = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}} = \frac{993.2 - 1000}{\sqrt{\frac{8.7275}{9}}} = -6.905.$$

Por tanto, el valor del estadístico experimental t_{exp} es igual a -6.905 .

Figura 6: Ejemplo de resolución del modelo anterior. Resolución del modelo 3.

4. CONCLUSIONES.

La experiencia es bien valorada por los profesores, ya que estos perciben que los estudiantes toman la responsabilidad de su propio aprendizaje y aprenden valiosas habilidades para la vida tales como la auto-evaluación, la organización, la autonomía y el establecimiento de objetivos.

El diseño de recursos digitales educativos personalizables para su uso en la asignatura Estadística, en entornos masivos como Moodle, es en general una tarea compleja, pero gracias a la automatización e integración de diversas herramientas de software libre 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.

El uso de entornos integrados como R-Studio, LAMS 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 personalizables son notablemente mejores, y además los estudiantes valoran su uso de forma muy positiva.

Como líneas futuras pretendemos integrar R, LaTeX, 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 de la Universidad de Cádiz.

REFERENCIAS.

FERNÁNDEZ-BALBOA, JUAN MIGUEL. (2006). *¿Evaluación? No gracias, calificación.* Cuadernos de Pedagogía, núm. 243, pp. 92-97.

GÁMEZ MELLADO, ANTONIO; MARÍN TRECHERA, LUIS et al. (2009). *Comparación de Herramientas Electrónicas de Evaluación entre iguales.* Actas del 17º Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Valencia.

GÁMEZ MELLADO, ANTONIO; MARÍN TRECHERA, LUIS et al. (2011). *Diseño de Objetos de Aprendizaje para la Enseñanza de la Estadística y la Investigación Operativa en la Escuela Superior de Ingeniería.* Actas del 19º Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Barcelona.

GÁMEZ MELLADO, ANTONIO; MARÍN TRECHERA, LUIS (2013). *Generación y diseño de recursos digitales interactivos y personalizables para los estudiantes en entornos masivos. Cuestionarios, problemas, exámenes y actividades de evaluación adaptables en una asignatura de Estadística.* Actas del 21º Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Valencia.

HAMODI, CAROLINA et al. (2015). *Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje en educación superior.* Revista: Perfiles Educativos 2015 XXXVII(147).

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13233749009>

MARÍN TRECHERA, LUIS y GÁMEZ MELLADO, ANTONIO. (2011). *E-ComTestA: Evaluación de Competencias mediante Test Adaptativos.* Actas del Congreso Internacional EVALtrends 2011

<http://evaltrends.uca.es/evaltrends2011/aportaciones.htm>

ZEILEIS, A. et al. (2014). *Flexible Generation of E-Learning Exams in R: Moodle Quizzes, OLAT Assessments, and Beyond.* Journal of Statistical Software, 58(1), 1-36.

<https://cran.r-project.org/web/packages/exams/vignettes/exams2.pdf>