

APLICACIONES SHINY PARA ESTIMULAR EL DESCUBRIMIENTO

José Antonio González Alastrué - Mireia López Beltran
jose.a.gonzalez@upc.edu - mireia.lopez.beltran@upc.edu
EIO en UPC, España - EIO en UPC e ICE de la UPC, España

Núcleo temático: V. Recursos para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas

Modalidad: CB

Nivel educativo: Educación de adultos

Palabras clave: Probabilidad, Estadística, TIC, Recursos web

Resumen

Se presenta un conjunto de aplicativos desarrollados con R y el paquete Shiny, disponibles en web (http://www-eio.upc.es/~josean/shinyweb/jag_shiny.html). Estos recursos se han diseñado como recurso para ayudar al alumno en su aprendizaje combinando interacción, visualización y simulación. Se pretende que el alumno, manipulando el recurso, descubra por sí mismo algunos de los principales contenidos de la estadística y el azar de un primer curso universitario. Los aplicativos son una alternativa a otras opciones, como los applets de Java, aunque más sencillos de desarrollar y sin los problemas de seguridad y obsolescencia que presentan estos.

Además del desarrollo de los aplicativos se realizó un estudio cualitativo para recoger la opinión de los alumnos sobre la utilidad del recurso. Un grupo voluntario probó una selección de diez de los aplicativos. La recogida de datos se desarrolló a lo largo de un cuatrimestre mediante cuestionarios y encuentros presenciales. Las primeras conclusiones indican que los alumnos valoran las aplicaciones como un recurso positivo para mejorar su aprendizaje, pero demandan ayudas como, por ejemplo, material complementario para los primeros pasos con los aplicativos.

1. Introducción

En las últimas décadas la investigación en educación en estadística ha sufrido un importante desarrollo en gran parte gracias al crecimiento en las tecnologías de la información. En la actualidad y bajo el paradigma constructivista, el profesorado asume el papel de facilitador del aprendizaje de los alumnos a partir de métodos diseñados para conseguir que tengan un papel activo en su proceso de aprendizaje (Bransford et al, 1999; Garfield, 1995, Mills, 2002; Mvududu, 2005; Prince and Felder, 2006). Se están realizando muchos esfuerzos para trasladar la teoría constructivista a la práctica educativa y, aunque

existe una brecha entre ellas difícil de salvar (Gijbels et al, 2006), hay herramientas, como las simulaciones, que nos permiten un aprendizaje más activo del alumno (De Jong and Van Joolingen, 1998; Garfield y Ben-Zvi, 2007; Tishkovskaya, 2012). Además, su uso en el aula viene avalado por un comprensivo meta estudio que nos indica que hay evidencia empírica robusta sobre la mejora que el uso de las simulaciones aporta en la instrucción tradicional (Rutten, Van Joolingen y Van der Veen, 2011).

En la década de los noventa hubo una “gran explosión” de aplicaciones Java (también conocidas como applets) disponibles en la web. Por entonces eran accesibles de manera fácil y gratuita (Lane and Peres, 2006), pero actualmente la situación ha cambiado substancialmente. Las consecuencias son visibles: muchas de las grandes colecciones de applets concebidas para la mejora del aprendizaje de la estadística (VESTAC, Darius et al, 2000; RVLS, Lane, 1999; WISE, Berger et al, 2008) han dejado de funcionar en su versión web. Como ejemplo, la página STAT-ATTIC (DePaolo, 2010) incluye vínculos a más de 600 applets, pero actualmente solo se puede acceder satisfactoriamente a unos pocos de ellos.

En consecuencia hemos desarrollado un conjunto de pequeñas rutinas (“apps”) con la tecnología Shiny (González, 2016). Las aplicaciones interactivas están escritas en el lenguaje R y tanto las aplicaciones como su código pueden ser compartidos en la web. El resultado es robusto y atractivo sin demasiado esfuerzo. Las aplicaciones desarrolladas cubren un amplio espectro de probabilidad y estadística para alumnos universitarios y han sido diseñadas con intención educativa para permitir a los usuarios investigar en conceptos claves de la probabilidad y la estadística de forma interactiva.

A partir de los aplicativos nos preguntamos por su utilidad como recurso y planteamos dos preguntas de investigación:

- ¿Encuentran los alumnos las apps de Shiny suficiente útiles para formar parte de los materiales del curso?
- ¿Cómo se pueden mejorar las apps para ser más útiles?

Para contestar a estas preguntas se diseñó un estudio con un grupo de voluntarios que probaron un conjunto de aplicaciones; contestaron un cuestionario para cada app; y asistieron a reuniones regulares para poder recoger sus impresiones.

En esta comunicación, en primer lugar se hará una breve descripción de las aplicaciones Shiny diseñadas, luego se presentará el estudio realizado así como el análisis de los datos recogidos. Finalmente se concluye con una discusión sobre los resultados obtenidos.

2. Las aplicaciones Shiny

Shiny es un framework web diseñado por Rstudio (2016) para desarrollar aplicaciones usando entorno R. El desarrollador debe estar familiarizado con el lenguaje R, pero no es necesario que conozca elementos como HTML, CSS, JavaScript o arquitectura de internet. Ya hay una gran cantidad de páginas con aplicaciones desarrolladas con Shiny, como por ejemplo la colección que Post (2016) presentó en eCOTS con aplicaciones para primeros cursos universitarios de estadística.

Las principales características de nuestras aplicaciones son: interacción con el usuario (el alumno), representación gráfica y, en la mayoría de casos, un resumen de los resultados. Las apps se han diseñado como un recurso para las primeras etapas del aprendizaje, no obstante se espera que el alumno tenga unos mínimos conocimientos sobre la asignatura para poder sacar provecho de la app. Desde un inicio se diseñó una introducción y unas guías en las que se incorporarán las opiniones de los alumnos recogidas en el estudio. Cada una de las aplicaciones es un paquete educativo que contiene una pequeña lección diseñada como material complementario a las sesiones presenciales.

En la mayoría de las aplicaciones se presenta un concepto de un curso introductorio de probabilidad y estadística. Por ejemplo, la app “VAC” (Variable Aleatoria Continua) introduce al usuario en las características de este tipo de variables haciendo un especial énfasis en las propiedades de la función de densidad: positividad y área debajo la curva de 1. La mayoría de ellas también permiten a los alumnos experimentar qué ocurre cuando pueden simular que se cumplan o no las premisas. Por ejemplo la app “modlin” (Modelo Lineal) permite al alumno descubrir, por ejemplo, que la heterocedasticidad en el modelo lineal puede afectar a la estimación de la ordenada en el origen pero no, aparentemente, a la pendiente.

3. Método

3.1. Diseño del estudio

Para poder determinar la utilidad de los recursos por parte del alumnado se diseñó un estudio con siete cuestionarios y un grupo focal de voluntarios. Consideramos el grupo focal una buena herramienta para poder crear el entorno adecuado para que ellos se sintieran cómodos expresando sus opiniones (Onwuegbuzie et al, 2009). El estudio se desarrolló de febrero a junio de 2016 con alumnos de la asignatura de *Probabilidad y Estadística* de segundo curso del grado en Ingeniería Informática en la *Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC) en Barcelona. A principio del cuatrimestre de primavera se publicitó el estudio y los materiales a todos los alumnos de la asignatura. Finalmente pudimos contar con cinco alumnos, que consideramos suficientes para el grupo focal por tratarse de reuniones en las que hablaríamos de temas concretos y bien delimitados (Krueger, 1994).

El estudio se diseñó siguiendo los seis temas en los que está dividido el curso. Para cada una de estas seis partes se creó un cuestionario y se planeó un encuentro presencial en grupo. Durante las aproximadamente dos semanas en las que se desarrolla cada uno de los temas se enviaba un correo a los alumnos participantes con uno o dos vínculos a los aplicativos a estudiar y al correspondiente cuestionario. Los seis temas y los aplicativos que se trabajaron en cada parte del estudio se pueden encontrar en el Anexo 1.

Para cada bloque se pedía a los alumnos que probaran de manera individual los aplicativos señalados y que nos hicieran llegar sus primeras impresiones a través del cuestionario antes de la fecha del encuentro. Este cuestionario consistía en cinco preguntas de respuesta abierta. Las preguntas del cuestionario también eran las preguntas con las que se iniciaban las reuniones (Anexo 2).

Las reuniones con los dos autores duraban 30 minutos aproximadamente y servían para complementar los datos recogidos con los cuestionarios. Para la recolección de datos se optó por grabar el audio de las sesiones con el permiso de los alumnos. La sala para los encuentros fue la sala de reuniones del departamento donde se contaba con ordenador y proyector para facilitar el intercambio de impresiones con los alumnos.

Finalmente se creó también un último cuestionario para recoger reflexiones globales y en el que incluyeron solo 3 preguntas (Anexo 3).

A los alumnos participantes en el estudio se les permitió convalidar las notas de dos de las tres pruebas de seguimiento que hay en cada bloque de la asignatura con la valoración que obtenían por su contribución.

3.2. Análisis de los datos

Después de cada encuentro, uno de los dos autores creaba una transcripción abreviada focalizada en las partes que daban respuesta a las preguntas de investigación establecidas (Onwuegbuzie et al, 2009). Luego el segundo autor repetía el proceso de complementándola. A partir de la transcripción se procedió a un análisis comparativo constante (Leech and Onwuegbuzie, 2007). Se asignaron códigos numerados a los comentarios y luego se agruparon los comentarios comunes.

Las opiniones de los alumnos en el cuestionario final fueron tenidas en cuenta para asegurar la coherencia con las opiniones recogidas en las sesiones, por ejemplo contrastando que las aplicaciones que encontraban más útiles fueran aquellas que tenían las características que habían destacado en los encuentros.

Los principales resultados de este análisis se recogen en la siguiente sección.

4. Resultados

4.1. Consideraciones respecto la programación

En nuestra opinión, el entorno R y Shiny son mucho más adecuados que otros lenguajes de programación como Java para desarrollar herramientas como las presentadas aquí. Gracias a los muchos paquetes que están disponibles en R, prácticamente cualquier aspecto puede ser abordado e integrado en una aplicación, siempre y cuando el tiempo de computación sea compatible con el corto tiempo de respuesta esperado para una herramienta interactiva. Las versiones actuales de nuestros códigos se pueden encontrar en el repositorio <https://github.com/joseanglez/Shinyapps>.

4.2. Discusión

A partir del estudio realizado, los estudiantes manifestaron la utilidad de los aplicativos como material para la asignatura. Comentaron también la necesidad de contar con más guía en el inicio al uso de la herramienta mediante, por ejemplo, videos introductorios (reportaron una buena experiencia con una asignatura del cuatrimestre anterior).

Muller et al (2007) sugiere que el material multimedia se puede mejorar incluyendo la discusión de conceptos erróneos comunes. Según Zieffler et al (2008), los errores deben ser abordados por métodos diferentes, tal como actividades que usen herramientas de simulación. Estos métodos deben ayudar al alumno a construir el razonamiento correcto. Pensamos que en el desarrollo de las aplicaciones Shiny hemos tenido en cuenta esta perspectiva al permitir al alumno experimentar qué pasa en los resultados estadísticos con el incumplimiento de ciertas premisas. Creemos que es un buen trabajo mostrar que una proporción cercana al 95% en un intervalo de confianza contiene el verdadero valor del parámetro, pero creemos que es aún mejor si el aplicativo también permite que el alumno experimente cómo puede cambiar esta proporción en caso de que no se cumpla alguna premisa.

Además este aspecto fue también valorado por el alumnado. En el uso de la aplicación “modlin” (Modelo lineal y premisas) se recogió la siguiente opinión en el cuestionario: *“Con la ayuda de la proporción muestral me ha quedado un poco más clara la idea de cómo son las muestras aleatorias no simples aunque en clase solo hayamos visto las que sí que lo son. Por eso me ha ayudado a ver la diferencia entre los dos tipos”*. La aplicación “modlin” mencionada fue seleccionada como una de las tres aplicaciones más útiles en todos los cuestionarios finales, reforzando la opinión que esta aproximación es bien apreciada por el alumnado.

5. Conclusiones

A partir de nuestra experiencia animamos al profesorado a que diseñen e implementen aplicativos como los que hemos presentado, especialmente para aquellos profesores que se sientan seguros con sus habilidades en programación con R y crean que sus estudiantes se pueden beneficiar con la exploración y la investigación. Basándonos en el desarrollo de las

aplicaciones implementado, en el estudio realizado y comparando los resultados obtenidos con investigaciones publicadas al respecto (Lane and Peres, 2006; delMas et al, 1999), hemos elaborado las siguientes recomendaciones:

- Concebir la aplicación según objetivos precisos. Dar prioridad a los temas clave sobre los cuales los estudiantes deben centrarse.
- Incluir al estudiante como un agente activo en su aplicación. Evitar hacer al estudiante un observador pasivo con operaciones rutinarias.
- Diseñar una aplicación clara e intuitiva. Incorporar diferentes herramientas de entrada de datos y diferentes maneras de mostrar los resultados.

Recomendamos siempre proporcionar orientación, especialmente cuando la tarea se desvía del procedimiento estándar:

- Equipar la aplicación con materiales didácticos complementarios: a) introducción, para aprender los conceptos básicos; b) ejemplos, para proporcionar contexto; c) adicional, para establecer puentes con otros temas.
- Mantener la introducción breve para facilitar el inicio.

Además, se debe tener en cuenta las respuestas de los alumnos para:

- Evaluar el progreso del estudiante; Hacer preguntas antes y después de sus interacciones con la aplicación.
- Hacerles conscientes de la relevancia de sus propios descubrimientos.
- Escuchar sus opiniones y utilizar sus comentarios para mejorar las herramientas.

Agradecimientos

Los autores quieren mostrar su agradecimiento a los alumnos participantes en el estudio.

Bibliografía

Berger, D. E. Saw, A. T. (2008). *WISE Hypothesis Testing Tutorial*. <http://wise.cgu.edu>. Consultado 07/04/2017.

Bransford, J. D., Brown, A. L., Cocking, R. R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. National Academy Press.

Darius, P., Ottoy, J. P., Solomin, A., Thas, O., Raeymaekers, B., Michiels, S. (2000). A collection of applets for visualizing statistical concepts. In In: Bethlehem J.G., Van

- der Heijden P.G.M. (eds) COMPSTAT (pp. 253-258). Heidelberg: Physica.
<http://lstat.kuleuven.be/newjava/vestac>. Consultado 07/04/2017.
- De Jong, T., Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of educational research*, 68(2), 179-201.
- delMas, R., Garfield, J. y Chance, B. (1999). A Model of Classroom Research in Action: Developing Simulation Activities to Improve Students' Statistical Reasoning. *Journal of Statistics Education* [Online], 7(3).
www2.amstat.org/publications/jse/secure/v7n3/delmas.cfm
- DePaolo, C. (2010). *Statistic Applets For Teaching Topics In Introductory Courses*.
<http://sapphire.indstate.edu/~stat-attic/index.php>. Consultado 07/04/2017
- Garfield, J. (1995). How students learn statistics. *International Statistical Review*, 63, 25–34.
- Garfield, J. y Ben-Zvi, D. (2007). How students learn statistics revisited: A current review of research on teaching and learning statistics. *International Statistical Review*, 75(3), 372-396.
- Gijbels, D., van de Watering, G., Dochy, F., y van Den Bossche, P. (2006). New Learning Environments and Constructivism: The Students' Perspective. *Instructional Science*, 34 (3), 213-226. doi:10.1007/s11251-005-3347-z
- González, J.A. (2016). *Aplicativos Shiny*. Personal page. http://www-eio.upc.es/~josean/shinyweb/jag_shiny.html. Consultado 07/04/2017
- Krueger, R. A. (1994). *Focus groups: A practical guide for applied research* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Lane, D. M. (1999). The rice virtual lab in statistics. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 31(1), 24-33.
- Lane, D.M., & Peres, S.C. (2006). Interactive simulations in the teaching of statistics: promise and pitfalls. In A. Rossman & B. Chance (Eds.), *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics* [CD-ROM]. Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute.
- Leech, N. L., & Onwuegbuzie, A. J. (2007). An array of qualitative data analysis tools: A call for qualitative data analysis triangulation. *School Psychology Quarterly*, 22, 557–58

- Mills, J. D. (2002). Using computer simulation methods to teach statistics: a review of the literature. *Journal of Statistics Education*, 10(1).
- Muller, J., Bewes, M., Sharma, P. y Reimann, P. (2007). Saying the wrong thing: improving learning with multimedia by including misconceptions. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24, 144–155.
- Mvududu, N. (2005). Constructivism in the statistics classroom: From theory to practice. *Teaching statistics*, 27(2), 49-54.
- Onwuegbuzie, A.J., Dickinson, W.B., Leech, N.L. and Zoran, A.G. (2009). A qualitative framework for collecting and analyzing data in focus group research. *International Journal of Qualitative Methods*, 8(3), 1-21.
- Post, J. (2016). Interactive Math Stat Visualizations Using R Shiny..
<https://www.causeweb.org/cause/ecots/ecots16/posters/c/8>. Consultado 7/4/2017.
- Prince, M. & Felder, R.M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of Engineering Education*, 95 (2): 123–38.
- RStudio (2016). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL: <http://www.rstudio.com/>.
- Rutten, N. Van Joolingen, W.R. & Van der Venn J.T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58, 136–153
- Show Me Shiny. Gallery of R Web Apps. <http://www.showmeshiny.com/>. Consultado 07/04/2017.
- Tishkovskaya, S., Lancaster, G. A. (2012). Statistical education in the 21st century: a review of challenges, teaching innovations and strategies for reform. *Journal of Statistics Education*, 20(2), 1-55.
- Zieffler, A., Garfield, J., delMas, R., Reading, C. (2008). A framework to support research on informal inferential reasoning. *Statistics Education Research Journal*, 7(2), 40-58.

ANEXO 1

Relación de temas de la asignatura “Probabilidad y Estadística”:

- Tema 1 – Cálculo de probabilidades: “pcondic”
- Tema 2 – Variables aleatorias : “vardisc”, “VAC”

- Tema 3 – Modelos de variables aleatorias: “bombas”, “binopois”
- Tema 4 – Inferencia estadística: “mnas”
- Tema 5 – Diseño de experimentos con dos muestras: “pares”, “twomeans”
- Tema 6 – Modelos estadísticos y previsión: “a-ojo”, “modlin”

ANEXO 2

En los primeros cuestionarios las preguntas eran:

1. Explica brevemente qué operaciones has hecho con el aplicativo.
2. ¿Has hecho algún “descubrimiento”? Alguna cosa que te habíamos explicado, pero que te ha quedado más clara con tu exploración.
3. ¿Has intentado obtener algún resultado concreto y no lo has conseguido? Describe el intento.
4. ¿Podrías destacar un aspecto positivo de este aplicativo? ¿Y un aspecto negativo?
5. Por último, ¿se te ha acudido alguna idea que podría ser útil para complementar este aplicativo?

A petición de los alumnos a partir del segundo cuestionario se añadió: Aquí tienes espacio para poner cualquier otro comentario.

ANEXO 3

Cuestionario final:

- 1) Escoge las tres aplicaciones que más te han servido en el aprendizaje de los contenidos de la asignatura
- 2) Cita también dos aplicaciones que crees que tienen poco valor para aprender los contenidos de la asignatura
- 3) Para acabar, agradeceríamos que hicieseis una síntesis: ¿qué características debería tener una aplicación para ser una buena herramienta de aprendizaje?