

# **SIMULACIÓN CON R Y APRENDIZAJE COOPERATIVO: DOS NIVELES DE INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LA ENSEÑANZA/APRENDIZAJE DE CONCEPTOS CUANTITATIVOS EN LAS CIENCIAS SOCIALES**

**Elosua Olliden, Paula<sup>1</sup>, López Jáuregui, Alicia<sup>1</sup>, Artamendi Arrizabalaga, Juan Ángel<sup>1</sup>, Yenes Conde, Félix<sup>1</sup>, Mujika Lizaso, Josu<sup>1</sup>**

1: Departamento de Psicología Social y Metodología de las Ciencias del Comportamiento  
Facultad de Psicología  
Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea  
Dirección postal: Avda. de Tolosa Nº 70 – 20018 Donostia – San Sebastián  
e-mail: Paula.ellosua@ehu.es, web: www.ehu.es/gip/

**Resumen.** *El proyecto de innovación “Simulación con R y aprendizaje cooperativo: Dos niveles de innovación educativa en la enseñanza/aprendizaje de conceptos cuantitativos en las Ciencias Sociales” se implementó en la Facultad de Psicología de la UPV/EHU con un doble objetivo: 1) introducir la simulación como recurso didáctico basado en el desarrollo de las TIC en la enseñanza del análisis de datos y de la psicometría y, 2) hacerlo utilizando metodologías docentes construidas sobre el aprendizaje cooperativo, como contexto de trabajo. Se trata de una doble innovación (aprendizaje cooperativo y TIC) que no podemos desvincular o desagregar, y que se integra dentro de un marco de trabajo que intenta implementar el entorno R como herramienta de trabajo para el análisis de datos, la estadística y otros contenidos afines. El trabajo describe las pautas llevadas a cabo en la puesta en práctica de la innovación y resume los resultados de su evaluación por parte del alumnado.*

**Palabras clave:** R, aprendizaje cooperativo, simulación, enseñanza/aprendizaje, estadística.

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. La simulación como herramienta didáctica**

A pesar de su constante presencia en nuestro sistema educativo, enseñar y aprender estadística no es sencillo (Garfield y Ben-Zvi, 2007). Los profesores asistimos y nos enfrentamos continuamente a situaciones en las que los estudiantes muestran una clara falta de asimilación y correcta comprensión de conceptos estadísticos básicos (Castro y col., 2007; Garfield y Ben-Zvi, 2007; Shaughnessy, 2007), junto a una actitud negativa hacia esta área de conocimiento que inhibe su aprendizaje (Elosua, y Lopez, 2006).

La literatura especializada en docencia estadística describe tres características referidas con las concepciones erróneas de conceptos estadísticos (Liu, 2010): son difíciles de detectar, son difíciles de corregir e inhiben y limitan el aprendizaje futuro. Ante esta situación autores como Bissell (1974) sugieren tres directrices básicas a seguir en la enseñanza de la estadística; a) incidir en la relevancia práctica del concepto a estudiar, b) utilizar acercamientos menos formales, sobre todo en los estadios iniciales, y c) generar datos desde una variedad de contextos como apoyo en el proceso de asimilación.

En la misma línea de apoyo a la enseñanza de la estadística varios autores proponen el uso de la simulación por ordenador como asistente en el proceso de enseñanza/aprendizaje (del Mas, Garfield y Chance, 1999; Elosua y Bully, 2010; Liu, 2010; Mills, 2005). La utilización de la simulación como herramienta de apoyo en la docencia cumple con las directrices propuestas por Bissell; facilita la utilización de acercamientos no formales en la enseñanza y permite generar datos y contextos a modo de experimentos controlados por el propio estudiante en los que actúa como agente activo. Simular datos de un modo interactivo puede ser beneficioso en el aula. En un estudio que compara el rendimiento de alumnos que han utilizado la simulación en el aula con alumnos que han aprendido siguiendo el método tradicional, Lane y Tang (2000) reportan resultados mejores para los primeros.

### **1.2. Contextos de aprendizaje**

Sin embargo, la simulación es una herramienta cuya utilidad y efectividad está sujeta a su aplicación en contextos de aprendizaje controlados (Bodemer, Ploetzner, Bruchmuller y Hacker, 2005). La simulación es positiva y beneficiosa tras una/s sesiones de información introductoria en un contexto de aprendizaje correctamente estructurado. El uso de la simulación en la enseñanza debe combinar guías de aprendizaje dirigidas que fomenten el estudio y la comprensión, con representaciones dinámicas en las que el estudiante adopta un rol activo. Los módulos de aprendizaje por simulación ofrecen al estudiante la posibilidad de generar diferentes situaciones manipulando las variables que la componen, de manera que puede observar el efecto de dichos cambios sobre los contenidos a evaluar. Por ejemplo, en el caso de una correlación, el control y manipulación de diferentes valores del coeficiente quedaría automáticamente reflejado en la representación gráfica de una distribución conjunta de dos variables. Estos juegos o contextos controlados de aprendizaje son útiles para ayudar a los estudiantes en su comprensión de la relación entre un concepto abstracto (p.ej., el coeficiente de correlación), con una representación concreta (p.ej. el gráfico de dispersión) (Mills, 2002).

El reconocimiento general de que un entorno de aprendizaje controlado basado en la simulación puede ejercer un efecto positivo en la asimilación de conceptos estadísticos no es parejo a su utilización como recurso docente. Una de las causas de esta

discrepancia entre creencia y aplicación lo achacamos al desconocimiento del docente sobre herramientas preparadas con esa finalidad. Existen varios recursos didácticos relacionados con la simulación como herramienta en el aula (Cumming y Thomason, 1995; Liu, 2010; Morris, 2001). Sin embargo todos ellos son aplicaciones independientes que no están vinculadas con el software utilizado para la docencia y el análisis.

### 1.3 R como herramienta de simulación

Desde la aparición de R (Elosua, 2009; Ihaka y Gentleman, 1996) en el panorama del análisis de datos y de la computación estadística disponemos de herramientas de apoyo a la docencia que integran módulos de análisis y de simulación en un único entorno (Elosua y Etxeberria, 2011). R es un entorno de trabajo para la manipulación, análisis de datos, generación de gráficos y modelado estadístico que se distribuye bajo licencia libre GNU. Integrado por más de 2500 paquetes diferentes que permiten aplicar los más variados modelos estadísticos, tiene módulos especialmente diseñados para la enseñanza de la estadística. Entre ellos destacamos dos, *RCommander* y *RcmdrPlugin.TeachingDemos*, creados por Fox (2005).

### 1.4. Aprendizaje cooperativo

La definición de contextos de trabajo estructurados se ajusta perfectamente al concepto propuesto desde el aprendizaje cooperativo, como forma de trabajo en grupo que busca la construcción colectiva del conocimiento, donde cada miembro del grupo es responsable tanto de su aprendizaje como de los restantes miembros del grupo. Las dinámicas internas que hacen que el aprendizaje cooperativo (AC) funcione se basan en características que posibiliten a los docentes estructurar las actividades de manera que los estudiantes se vuelvan: a) positivamente interdependientes, b) individualmente responsables para hacer su parte del trabajo, c) trabajen cara a cara para promover el éxito de cada cual, d) usen apropiadamente habilidades sociales y e) periódicamente procesen cómo pueden mejorar la efectividad de sus esfuerzos (Montoya, Navarro, Alías y Gil, 2007). Los trabajos sobre AC (García, Traver y Candela, 2001; Gil, Alías, Montoya, 2006; Johnson y Johnson, 1989; Slavin, 1987) coinciden en los beneficios asociados a esta forma de abordar la enseñanza/aprendizaje (altos niveles de logro, mayor retención a largo plazo, uso más frecuente de niveles altos de razonamiento, mayor voluntad para afrontar tareas difíciles, mayor facilidad para transferir el aprendizaje entre situaciones, mayor dedicación de tiempo a una tarea, mejora de la motivación y de las actitudes). Todos ellos podrían cubrir en parte, las deficiencias encontradas en la enseñanza del análisis de datos y de la estadística.

Entre las diversas técnicas disponibles para diseñar las tareas a realizar, tal vez las más utilizadas sean la técnica del rompecabezas (Aronson, 1978), y la técnica del grupo de investigación (Sharan, 1980). En la primera se divide la materia a estudiar en tantas secciones como miembros compongan el grupo de trabajo, y tras estudiar la tarea los alumnos se reúnen en grupos de expertos con alumnos que han trabajado la misma tarea, para finalmente volver a los grupos respectivos para elaborar conjuntamente un informe final. En la técnica “Grupo de investigación”, los alumnos escogen subtemas de la materia y cada grupo divide los subtemas en tareas individuales dentro del grupo. Los

alumnos investigan los subtemas juntos y después presentan los resultados a toda la clase.

## 2. PUESTA EN MARCHA DE LA PROPUESTA DE INNOVACIÓN

### 2.1. Aplicación de la técnica del grupo de investigación

Dada la complejidad de las materias objeto de intervención, la técnica del grupo de investigación es la que más se adecuó a nuestros objetivos. Una vez seleccionados los temas se diseñaron contextos de simulación. Para cada uno de ellos los grupos de trabajo tenían que a) buscar y recoger información, b) sintetizar la información, c) presentarla en clase, y d) evaluarla. La materialización de la propuesta exige al profesorado implicado actuaciones, que repercuten directamente en la forma de trabajar de los alumnos. Por ello, en la definición del plan de trabajo diferenciamos entre las tareas del profesor, y las tareas de los alumnos.

#### 2.1.1. Tareas del profesorado

##### *Tareas de contextualización*

1.- Delimitar los conceptos cuantitativos que son clave para la correcta comprensión de los contenidos de las asignaturas objeto de la convocatoria (Metodología en Psicología y Psicometría). La definición de estos conceptos es fundamental y básica en el desarrollo del proyecto. Analizar en profundidad qué queremos enseñar y objetivarlo es la primera fase de toda innovación. La metodología para llegar a definir estos conceptos se basó en grupos de trabajo y demarcación de los conceptos clave para cada una de las asignaturas.

2.- Analizar el modo en que estos conceptos son (mal)entendidos por nuestros alumnos. Para ello se diseñaron ejercicios a resolver de forma individualizada en el aula de ordenadores. Los ejercicios tenían tres partes: a) introducción al tema, b) análisis prácticos a resolver con R Commander, y c) ejercicios de síntesis utilizando ítems con un formato de elección múltiple con múltiples respuestas (ver Figura 1). Una vez terminado el ejercicio los profesores llevaron a cabo entrevistas cognitivas individualizadas para analizar como son (mal)entendidos los conceptos evaluados.

Figura 1. Ejemplo de ítem de elección múltiple/respuesta múltiple.

<i>directa</i>	<i>inversa</i>	<i>20</i>	<i>nula</i>
<i>el peso</i>	<i>8</i>		<i>la altura</i>
La relación entre el peso y la altura es _____(a). Es decir, cuanto mayor es _____(b), mayor es _____(c). Como promedio, un incremento en la altura de _____(d) cm. se asocia con un aumento de _____(e) kilos.			

3.-Se definieron algunos conceptos sobre los que trabajar referidos a los contenidos de las asignaturas objeto de la innovación.

4.- Se diseñaron unidades didácticas para cada uno de los conceptos tratados que crearan el contexto de aprendizaje necesario para que los alumnos puedan trabajar de forma autónoma. En ellas además de resolver los ejercicios planteados por el profesor, cada grupo de trabajo tenía que recoger un diario de sesiones en el que habían de señalar los responsables de las sesiones de trabajo, el tiempo dedicado a ellas y la tarea analizada. Para elaborar las fichas se tomaron como referencia las propuestas de Pujolas (2005). Se construyeron también fichas evaluativas en las que por medio de escalas graduadas de 4 puntos todos los alumnos de clase evaluaban el trabajo de sus compañeros tras cada una de las presentaciones públicas.

### **2.1.2 Tareas del alumnado**

Los alumnos, por su parte, llevaron a cabo las siguientes tareas:

- 1.- Formar grupos de trabajo compuestos por 4 ó 5 miembros. El elevado ratio de alumnos por profesor en el grado de Psicología hizo imposible considerar grupos de trabajo menores.
- 2.- Cumplimentar el cuaderno o blog del equipo.
- 3.- Para cada una de los conceptos cumplimentar las fichas didácticas ofrecidos por el profesor.
- 4.- Para cada una de las tareas emprendidas preparar una presentación oral en clase que se llevó a cabo en las sesiones de Prácticas de Aula.
- 5.- Evaluar el trabajo de los compañeros de clase utilizando para ellos las hojas de evaluación aportadas por el profesor.
- 6.- Para cada una de las tareas emprendidas autoevaluar el trabajo.

### **3. VENTAJAS ESPERADAS**

Con respecto a las competencias generales establecidas para el grado de Psicología los objetivos de la innovación fueron: a) desarrollar la habilidad de trabajar en equipo, motivando la participación activa de los alumnos; b) favorecer el pensamiento crítico y lógico al “obligar” al alumno a definir contextos de simulación, c) favorecer la capacidad de razonamiento d) impulsar la creatividad e) promover el aprendizaje autónomo.

Con relación a las asignaturas implicadas, intentamos conseguir: a) un mayor y mejor comprensión de los conceptos, b) trabajar en el desarrollo de la capacidad de generalización a contextos diferentes, c) mejorar las actitudes hacia las asignaturas, d) mejorar la motivación del alumnado.

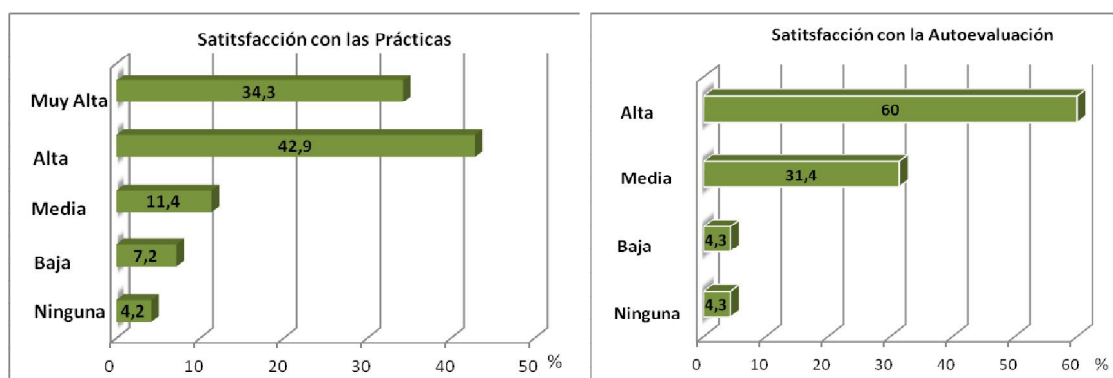
Desde un punto de vista instrumental los objetivos fueron: a) introducir R como herramienta de trabajo, b) diseñar contextos de simulación para los conceptos cuantitativos más importantes, c) construir unidades didácticas de aprendizaje que favorezcan el aprendizaje cooperativo, d) diseñar un modelo autoevaluativo y de evaluación por pares.

### **4 EVALUACION DE LA PROPUESTA**

La propuesta fue evaluada por 70 alumnos a los que se preguntó sobre su grado de satisfacción con el modo en que se diseñaron/desarrollaron las clases prácticas, así

como sobre la tarea de autoevaluación programada. Las preguntas se presentaron con un formato de respuesta graduada en el que la puntuación mínima posible fue 1 y la máxima 5. La evaluación se llevó a cabo el mismo día del examen. Los resultados para los ítems de “satisfacción con las clases prácticas” y “satisfacción con la autoevaluación” pueden verse en las siguientes ilustraciones. El alumnado se muestra satisfecho con las prácticas realizadas con porcentajes de 42,9 % (Satisfacción alta) y 34,3 % (Muy alta). También son altos los niveles de satisfacción con la autoevaluación, un 60 % muestran niveles altos.

Figura 2. Evaluación de la innovación por parte del alumnado



## 5. CONCLUSIONES

Los resultados de la experiencia valorados desde la perspectiva del alumno fueron positivos; la actitud y disposición en las clases prácticas fueron óptimas, su motivación se incrementó respecto a cursos anteriores, y el nivel de comprensión mejoró.

Como toda experiencia de innovación, la carga de trabajo del docente implicado en ella aumentó. La construcción de las unidades didácticas, la supervisión personalizada de los alumnos, el diseño de los contextos de simulación, las entrevistas personalizadas y el control de las exposiciones orales supuso un incremento de las labores docentes, cuya recompensa fue la satisfacción del alumnado. La valoración de si este refuerzo al trabajo realizado es suficiente depende de factores estructurales relacionados con la propia universidad y de factores individuales que hacen referencia a los objetivos docentes planteados por cada uno de los profesores.

La evaluación de la innovación no es comparativa, porque no es posible ni aconsejable ofrecer dos modelos docentes al mismo grupo de alumnos con el mero objetivo de comparar resultados académicos.

Los resultados obtenidos en las entrevistas cognitivas, además, nos permitieron detectar errores básicos de comprensión y abordaje de problemas numéricos en los que nos gustaría indagar y profundizar por medio de otra innovación docente.

## 6. REFERENCIAS

- Aronson, E. (1978). *The Jigsaw classroom*. Beverly Hills: SAGE.  
Batanero, C. (2003). La simulación como instrumento de modelización en probabilidad. *Revista de Educación y Pedagogía*. Medellín. 35, 39-54.

- Bissell A. F. (1974). Discussion on the Report of the Joint Committee on the Teaching of Statistics. *Journal of the Royal Statistics Society, Series A*, 137, 416.
- Bodemer, D., Ploetzner, R., Bruchmuller, K., y Hacker, S. (2005). Supporting learning with interactive multimedia through active integration of representations. *Instructional Science*, 33, 73-95.
- Castro, A.E., Vanhoof, S., Van den Noortghe, W., y Onghena, P. (2007). Students' misconceptions of statistical inference: A review of the empirical evidence from research on statistics education. *Educational Research Review*, 2(2), 98-113.
- Cumming, G., y Thomason, N. (1995). Learning environments for conceptual change: The case of statistics. In J. Greer (Ed.), *Artificial Intelligence in Education, 1995. Proceedings of AI-ED95, World Conference on Artificial Intelligence in Education, 1995* (pp. 389-396). Charlottesville, VA: AACE.
- 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*, 7(3). Fecha de acceso 27 de Septiembre de 2011 del sitio <http://www.amstat.org/publications/jse/secure/v7n3/delmas.cfm>.
- Elosua, P. (2009). ¿Existe vida más allá del SPSS? Descubre R. *Psicothema*, 21(4), 652-655.
- Elosua, P. y Bully, P. (2010). Applications of new technologies in teaching/learning data analysis. Using simulation to improve the understanding of statistical concepts. Trabajo presentado en *III International Conference of Education, Research and Innovation*, Madrid.
- Elosua, P., y Etzeberria, P. (2011). *Gestión y Análisis de Datos con R Commander*. Madrid: La Muralla.
- Elosua, P. y A. López (2006). Factores que inciden sobre el logro académico en la asignatura de análisis de datos. En J. Guisasola y T. Nuño (Ed.) *La educación universitaria en tiempos de cambio* (pp. 51-63) Bilbao: UPV/EHU.
- Fox, J. (2005). The R Commander: A Basic-Statistics Graphical User Interface to R. *Journal of Statistical Software*, 14(9), 1-42.
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-25.
- 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.
- Ihaka, R., y Gentleman, R. (1996). R: A language for Data Analysis and Graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 5, 299-314.
- Lane, D. M., y Tang, Z. (2000). Effectiveness of simulation training on transfer of statistical concepts. *Journal of Educational Computing Research*, 22, 383-396.
- Liu, T.C. (2010). Developing Simulation-based Computer Assisted learning to Correct Students' Statistical Misconceptions based on Cognitive Conflict Theory, using "Correlation" as an Example. *Educational Technology y Society*, 3(2), 180-912.
- Mills, J.D. (2002). Using computer simulation methods to teach statistics: A review of the literature. *Journal of Statistics Education* 10, Acceso en Septiembre 26, 2011, de <http://www.amstat.org/publications/jse/v10n1/mills.html>.
- Shaughnessy, J.M. (2007). Research of statistics learning and reasoning. En F.K. Lester (Ed.), *The Second Handbook of Research on Mathematics* (pp. 957-1010). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.