

Diseño experimental para la evaluación de aprendizajes de la estadística con la plataforma *e-status*

Experimental design for learning assessment with the *e-status* platform

Mónica Giuliano¹, Silvia Pérez¹, Marcela Falsetti¹ y José Antonio González²

¹Universidad Nacional de La Matanza, Argentina,

²Universidad Politécnica de Cataluña, España.

Resumen

Se busca evaluar el aprendizaje mediado por la utilización de una plataforma e-learning, *e-status*, la cual propone ejercitación con autoevaluación. Los estudiantes de la asignatura probabilidad y estadística de carreras de ingeniería de la Universidad Nacional de la Matanza, Argentina, complementan las clases en el aula con actividades en el entorno de la plataforma *e-status*. Para evaluar la contribución de *e-status* al aprendizaje, se distribuyó a los estudiantes aleatoriamente en dos grupos, dándoles acceso a problemas de temática diferenciada según el grupo asignado. La variable de interés para evaluar el efecto en el aprendizaje se basa en un examen integrador que incluye preguntas de los temas ejercitados con la plataforma en ambos grupos de asignación. Este trabajo describe el diseño experimental implementado en el período académico en curso, el cual permitirá evaluar la incidencia de la utilización de la plataforma en el aprendizaje de contenidos de probabilidad.

Palabras clave: herramientas web, diseño aleatorizado, evaluación del aprendizaje, probabilidad, blended learning.

Abstract

The aim is to evaluate learning through the use of an e-learning platform, *e-status*, which provides exercise with self-evaluation. The students of the subject probability and statistics of engineering degrees of the National University of La Matanza, Argentina, complement the classes in the classroom with activities in the environment of the *e-status* platform. In order to evaluate the contribution of *e-status* to learning, students were randomly distributed in two groups, giving them access to problems of different topics according to the assigned group. The outcome of interest to evaluate the effect on learning is based on an integrative exam that includes questions of the topics exercised with the platform in both groups of assignment. This work describes the experimental design implemented in the current academic period, in order to estimate the impact of the use of the platform in the process of learning probability.

Keywords: web-based tools, randomized design, assessment of learning, probability, blended learning.

1. Introducción

Los sistemas de aprendizaje basados en plataformas web aparecen como una alternativa hace aproximadamente dos décadas y desde entonces han ido incorporando recursos *online* a la enseñanza en universidades de todo el mundo (Dagger, O'Connor y Lawless, 2007).

Se ha enfatizado que una docencia efectiva de la estadística precisa un entorno apropiado para desarrollar el razonamiento estadístico, entorno en el que las herramientas tecnológicas juegan un papel central (Garfield y Ben-Zvi, 2009). En un trabajo de Boyle et al. (2014), los autores dan una revisión narrativa sobre diversos

sistemas (basados en juegos, animaciones y simulaciones) aplicados a estadística, entre las cuales se cita a *e-status*. En general, los trabajos de investigación publicados son muy favorables al uso de las TIC, aunque preferentemente se usa una metodología cualitativa para analizar su eficacia en el aprendizaje teniendo en cuenta las limitaciones del contexto educativo. Dichos trabajos están orientados a describir con detalle el proceso de aprendizaje y las dificultades de los estudiantes a lo largo del mismo, finalizando con la evaluación del aprendizaje. Algunos ejemplos son los de Alvarado (2007), Batanero, Godino y Estepa (1998), Cañadas (2012) y Tauber (2001). En nuestro caso optamos por una metodología más cuantitativa, basada en el diseño experimental, que no es tan habitual en la investigación didáctica.

E-status es una plataforma web desarrollada inicialmente por docentes del Departamento de Investigación Operativa de la Universidad Politécnica de Cataluña, UPC (González, Jover, Cobo y Muñoz, 2010; González y Muñoz, 2006). Es un sistema de *e-learning* que brinda un conjunto de funcionalidades específicas para la resolución de problemas en entornos universitarios del ámbito científico/técnico y se basa completamente en la web y en herramientas *Open Source*. La plataforma permite al docente desarrollar problemas de ejercitación que implican cálculos estadísticos o numéricos, con parte del enunciado parametrizado, así como también incluir preguntas de selección múltiple. La plataforma realiza la corrección automática de la solución de los ejercicios a través de la ejecución interna del *software R*, comparando el resultado obtenido con la solución proporcionada por el alumno. Esto constituye un aporte a la interacción con el usuario: *e-status* varía las condiciones de cada problema, permite al docente dar sugerencias u orientación en caso de respuestas incorrectas y también asignar problemas diferenciados, según criterios pedagógicos.

Actualmente *e-status* se utiliza en varias universidades, en particular en UPC y en el Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Nacional de La Matanza (DIIT- UNLaM). Como parte de un proyecto conjunto, un equipo de investigadores de UPC y UNLaM trabaja en nuevos desarrollos de la plataforma de modo de introducir mejoras en la interfaz estudiante-plataforma (Videla et al., 2014).

En la UNLaM, la plataforma *e-status* se utiliza como herramienta complementaria para las asignaturas Probabilidad y Estadística (PyE) y Álgebra II, buscando favorecer el aprendizaje a partir de la resolución de ejercicios y problemas que cuentan con corrección automática. Si bien consideramos que *e-status* es una tecnología que facilita la comunicación entre docentes y estudiantes, es aún insuficiente la evaluación del efecto de su utilización en los resultados académicos de aprobación. Aquí se realiza una propuesta para valorar cuantitativamente la potencia de la plataforma *e-status* como herramienta de aprendizaje en el conjunto de los estudiantes.

En este trabajo se presenta el protocolo de un diseño experimental aleatorizado que tiene como objetivo evaluar la incidencia de la utilización de la plataforma en el aprendizaje de contenidos. El objetivo principal es proponer una forma de estimar el efecto que produce la ejercitación con *e-status* en la calificación obtenida en la prueba escrita estándar. Como objetivo secundario, se presenta la distribución de los estudiantes para explorar diferencias de rendimiento entre los grupos estudiantes según tema ejercitado en la plataforma *e-status*, grado de utilización de ésta, y variables de tipo demográfico o referidas a la historia académica. El diseño aquí propuesto, aplicado a la asignatura PyE, es similar al presentado en González et al. (2010).

2. Materiales y métodos

2.1 Participantes

La aplicación de este diseño se realizará con estudiantes que cursan la asignatura probabilidad y estadística, correspondiente al plan de las carreras de ingenierías en informática, electrónica, industrial, civil y mecánica del DIIT-UNLaM. Las autoridades del Departamento de Ingeniería dieron el consentimiento para la realización de esta experiencia, entendiendo la importancia de incorporar tecnologías que potencien el aprendizaje de los estudiantes.

Los estudiantes de la asignatura PyE se distribuyen en seis comisiones o cursos cuyas clases teórico-prácticas están a cargo de dos docentes. El material didáctico, cronograma, trabajos prácticos y exámenes son los mismos para todas las comisiones, coordinadas todas por un jefe de cátedra. El número de estudiantes que se matricula oscila entre los 300 y los 400, aunque una notable proporción de ellos no acude a las clases ni se presenta a los exámenes.

El curso se lleva a cabo en 16 semanas, con dos evaluaciones parciales y un examen final. El primer examen parcial corresponde a temas de Probabilidad y el segundo a temas de Estadística.

2.2 Intervenciones y aleatorización

El diseño de esta experiencia propone la asignación aleatoria de los estudiantes a dos grupos, GA y GB. Cada grupo tiene acceso a ejercitación diferenciada en cuanto a la temática. Así, el alumno asignado al GA ejerce con *e-status* solo los temas del conjunto A (CA) y, de la misma manera, el grupo GB con los temas de B (CB).

Decidimos darle a cada estudiante la oportunidad de usar la herramienta, por lo que ambos grupos fueron diferentes solo por los temas cubiertos. Un diseño más simple, donde un grupo con acceso a la plataforma se compararía con otro grupo sin acceso, fue rechazado para evitar las implicaciones éticas de tener a la mitad de los estudiantes privados de dicho recurso. La asignación al azar se pudo implementar sin interferir con los derechos de los participantes y la instrucción regular.

Los estudiantes responden al inicio de curso una breve encuesta online realizada con un formulario de Google. Esta información es tenida en cuenta por la coordinadora de PyE, quien se encarga de asignar aleatoriamente a cada estudiante un grupo: GA o GB, utilizando una hoja de cálculo Excel. Los estudiantes son aleatorizados de modo de lograr una distribución equitativa dentro de las seis diferentes comisiones, según la carrera (informática u otra) y si son recursantes o no (esto es, si han cursado previamente la asignatura). La asignación está enmascarada para todos los docentes, ya que los estudiantes hacen consultas en forma anónima y los evaluadores corrigen los exámenes sin identificar a los estudiantes hasta rubricar la nota. Sin embargo, en nuestro caso, los estudiantes podrían haberse comparado entre sí y estar al tanto de la intervención que recibieron.

En el caso presente, se asignan temas de probabilidad diferenciados para cada grupo dando un total de 18 problemas en la plataforma *e-status*, nueve para cada grupo. Los

alumnos de un grupo pueden acceder a problemas que les permiten practicar determinados temas, pero no los del otro grupo. Un problema concreto es accesible desde ambos grupos, para que sirva de introducción al uso de la plataforma. A los estudiantes se les recomienda que realicen ejercicios tantas veces como consideren oportuno para fortalecer el aprendizaje. En la Sección 3.2 se describen los temas y la ejercitación asignada, también resumida en la Tabla 3. Cabe aclarar que la actividad con la plataforma es complementaria a la ejercitación usual de la asignatura, con guía de trabajos prácticos en papel, común a todos los estudiantes.

2.3 Variable respuesta

Se considera como variable respuesta el rendimiento en el examen parcial, común a todos los estudiantes, donde se incluye ejercitación que se corresponde con cada uno de los temas considerados en cada grupo (CA y CB).

La evaluación parcial es idéntica para todos los estudiantes e incluye preguntas sobre todos los temas. Cada uno de los ejercicios del parcial se evalúa considerando una escala de 0 a 6 puntos. Los ejercicios incluidos en el examen que no tienen correspondientes en la plataforma *e-status* se ignoran en la variable respuesta. Esta variable respuesta, Y_i , para un alumno i del conjunto de n estudiantes de la asignatura, se define como la suma de las calificaciones (y_{ij}) de las preguntas relacionadas con temas ejercitados por el grupo A (conjunto CA, j perteneciente a este conjunto) menos la suma de las calificaciones (y_{ik}) de las preguntas relacionadas con temas ejercitados por el grupo B (conjunto CB, k perteneciente a este conjunto):

$$Y_i = \sum_{j \in CA} y_{ij} - \sum_{k \in CB} y_{ik}, i = 1 \dots n$$

La variable Y representa el beneficio de utilizar *e-status* por estudiante, con la referencia del grupo A, y es positiva para un estudiante de este grupo, y negativa para un estudiante del grupo B, en el supuesto de que *e-status* acarrea algún beneficio en el aprendizaje. En caso contrario, para ambos grupos tiene un mismo valor esperado.

2.4 Análisis estadístico

Los estudiantes incluidos son todos los aleatorizados. Los alumnos que no se presenten a la evaluación tienen 0 como respuesta. El análisis estadístico consiste en la comparación de medias de dos muestras independientes, usando el método de Welch (similar a la prueba habitual de t de Student con variancias iguales). Se obtendrá un intervalo de confianza al 95% para la diferencia de medias del que se derivará la estimación correspondiente al efecto de *e-status* sobre un tema general. Las pruebas realizadas sobre datos simulados, suponiendo 200 alumnos presentados al parcial y 100 no presentados, muestran que el tamaño de la muestra disponible es más que suficiente para obtener una potencia superior al 80% para detectar un efecto equivalente a 0.5 puntos en una escala de 0 a 10, con un riesgo bilateral $\alpha = 5\%$. Las mismas pruebas han revelado que el análisis es robusto para desviaciones esperables sobre la premisa de Normalidad en la variable respuesta, fundamentalmente su carácter discreto.

Para análisis secundarios, se tendrán en cuenta variables de tipo demográficas (la edad, el género, si trabaja o no, cuantas horas a la semana trabaja) y de tipo académicas (año

de ingreso a la universidad, cantidad de materias aprobadas). Se realizarán también comparaciones de notas medias por temas de acuerdo con el grado de utilización de *e-status* para la ejercitación de dicho tema.

3. Implementación del diseño

Durante el segundo cuatrimestre de 2018 (agosto-diciembre) se realiza la aplicación del diseño aquí presentado.

Los estudiantes se asignaron a cada grupo en la segunda semana de clases, siendo en ese momento el 67% de los 329 estudiantes que finalmente participan. Los estudiantes que se inscribieron posteriormente fueron aleatoriamente asignados a un grupo u otro, procurando mantener el equilibrio respecto a los factores ya mencionados. Con esto, la asignación de los alumnos a cada grupo GA y GB se realizó entre la semana 1 y la semana 5, y el primer parcial evaluativo se realizó en la semana 8 del curso.

3.1 Distribución de los estudiantes

Solicitaron la asignación a la plataforma *e-status* un total de 329 estudiantes, si bien la matrícula de la asignatura Probabilidad y Estadística es algo superior a este número. En la plataforma *e-status* se registra para cada estudiante la comisión o curso, así como la condición de recursante. Adicionalmente, se registró también y mediante otro formulario género, edad, carrera, año de ingreso y horas semanales que trabaja, variables que serán consideradas en análisis secundarios. En la Tabla 1 se observa la distribución de los 329 estudiantes según estas variables y distinguidos por grupo de asignación.

Para maximizar el equilibrio en la aleatorización, se agruparon los participantes en dos clases: ‘Ingeniería Informática’ y ‘Otras ingenierías’. También se realizó la distribución de los estudiantes según fueran recursantes de la asignatura en cuatrimestres anteriores o no lo fueran. En el total de estudiantes de 329 alumnos, el 49,8% es recursante y el resto cursa por primera vez PyE.

En la Tabla 2 se observa la distribución resultante para GA y GB, según comisión, carrera (Informática u otra) y según el estudiante sea recursante o no recursante. Se consideró la distribución equilibrada de GA y GB según la comisión de asistencia presencial para compensar el efecto diferente profesor y para ponderar así las diferencias en la enseñanza.

Como también se observa en la Tabla 2 la distribución no permite, por el bajo número de estudiantes, considerar resultados desagregando simultáneamente por los tres factores: comisión, carrera y condición de recursante.

Tabla 1. Distribución de los estudiantes de PyE según diferentes variables.

		GA (n=163)	GB (n=166)
Género – Valor (%)	Hombre	133(81.6%)	135 (81.3%)
	Mujer	29 (17.8%)	30 (18.1%)
	NC	1 (0.6%)	1 (0.6%)
Edad – Media (desv. tipo)		25.0 (5.2)	25.3 (4.8)
Recursante – Valor (%)	Sí	81 (49.7%)	83 (50%)
	No	82 (50.3%)	83 (50%)
Carrera – Valor (%)	Informática	90 (55.2%)	94 (56.6%)
	Industrial	33 (20.2%)	31 (18.7%)
	Civil	19 (11.7%)	19 (11.4%)
	Electrónica	16 (9.8%)	20 (12%)
	Mecánica	5 (3.1%)	2 (1.2%)
Comisión – Valor (%)	Miérc. Tarde	28 (17.2%)	29 (17.5%)
	Miérc. Noche	31 (19%)	31 (18.7%)
	Jueves Mañana	27 (16.6%)	29 (17.5%)
	Jueves Noche	33 (20.2%)	32 (19.3%)
	Viernes Mañana	15 (9.2%)	15 (9%)
	Sábado Mañana	29 (17.8%)	30 (18.1%)
Año de ingreso –Valor (%)	Hasta 2005	10 (6.1%)	9 (5.4%)
	2006 — 2010	17 (10.4%)	29 (17.5%)
	2011 — 2015	99 (60.7%)	98 (59%)
	Después de 2015	37 (22.7%)	30 (18.1%)
Materias aprobadas – Valor (%)	Menos de 10	4 (2.4%)	3 (1.8%)
	10 — 20	95 (58.3%)	91 (55.8%)
	21 — 30	48 (28.9%)	55 (33.1%)
	Más de 30	16 (9.8%)	17 (10.4%)
Horas de trabajo/semana – Valor (%)	0 — 4	48 (29.4%)	49 (29.5%)
	4 — 12	19 (11.4%)	20 (12.3%)
	12 — 20	11 (6.6%)	12 (7.4%)
	20 — 30	25 (15.3%)	26 (15.7%)
	Más de 30	60 (36.8%)	59 (35.5%)

Tabla 2. Distribución de estudiantes de PyE según comisión, carrera y si recursa o no.

Comisión (n _A /n _B)	Carrera	GA (n=163)		GB (n=166)	
		Recurse	No recurse	Recurse	No recurse
Miércoles tarde (28/29)	Informática	6	10	6	10
	Otra	5	7	5	8
Miércoles noche (31/31)	Informática	11	10	12	10
	Otra	3	7	2	7
Jueves mañana (27/29)	Informática	6	9	6	10
	Otra	5	7	6	7
Jueves noche (33/32)	Informática	12	8	13	8
	Otra	8	5	8	3
Viernes mañana (15/15)	Informática	3	2	2	3
	Otra	5	5	5	5
Sábado mañana (29/30)	Informática	8	5	9	5
	Otra	9	7	9	7
N = 329		n=81	n=82	n=83	n=83

3.2 Diseño de la ejercitación

En el entorno de la plataforma se presentan ejercicios con una distribución diferenciada por temática, tal como se observa en la Tabla 3, en un total de 9 ejercicios por grupo. Los ejercicios de CA, asignados al grupo GA, se corresponden a temas de Probabilidad Condicional, Total, Teorema de Bayes y Proceso Bernoulli. Los ejercicios de CB, asignados al grupo GB, corresponden a diferenciar sucesos disjuntos e independientes y al Proceso Poisson.

Tabla 3. Distribución de la cantidad de ejercicios presentes en *e-status* según tema.

Conjunto de ejercicios	Tema	Descripción del tema	Número de ejercicios en <i>e-status</i>
Conjunto A (CA)	Probabilidad	Probabilidad condicional y total. Teorema de Bayes	3
	Proceso Bernoulli	Variables binomial, geométrica, Pascal	3
		Identificación de variables	3
Conjunto B (CB)	Probabilidad	Sucesos disjuntos. Independencia de sucesos	3
	Proceso Poisson	Variable aleatoria Poisson, exponencial y gamma	3
		Identificación de variables	3
Común		Cálculo de probabilidades con combinatoria	1

Ejercicio 1: Se producen lámparas de leds para las que el proceso de producción resulta con un 15% defectuosas. Se desea armar paquetes de 9 de estas lámparas probadas de modo que ninguna tenga defectos. Responder las siguientes preguntas redondeando a 3 decimales.

- Calcular la probabilidad de tener que revisar menos de 6 lámparas hasta encontrar la primera sin defectos.
- Si se revisaron las primeras 7 lámparas y resultaron sin defectos, calcular la probabilidad que las próximas dos lámparas sean también buenas.
- Calcular la probabilidad de tener que revisar más de 12 lámparas para armar un paquete.
- ¿Cuál es la media de lámparas a revisar para armar un paquete?
- ¿Cuál es la media de lámparas a revisar si se necesitan 200 paquetes?

Ejercicio 2: En un prestigioso restaurante de Puerto Madero sólo se da servicio mediante reservas y se sabe, por experiencia, que el 20% de las personas que reservan una mesa no asistirán. Si el restaurante acepta hasta 25 reservas pero sólo dispone de 20 mesas, ¿cuál es la probabilidad de que todas las personas que asistan al restaurante tengan disponible una mesa? Responder V o F:

- Lo resolvería utilizando una distribución Poisson
- Lo resolvería utilizando una distribución hipergeométrica.
- Lo resolvería utilizando una distribución Binomial.

Figura 1. Ejemplo de ejercicios de CA

Los ejercicios son redactados en forma de problemas de aplicación y pueden ser de tipo numérico o preguntas de tipo conceptual con respuesta de elección múltiple, para

evaluar si el estudiante está orientado en el tema. La plataforma permite parametrizar los ejercicios de modo que aparezcan con distintos valores numéricos cada vez que se muestran para resolver, así como también puede variar el texto del enunciado o las opciones posibles en los problemas de elección múltiple. Como ejemplo se presentan en la Figura 1 dos de los ejercicios asignados al GA: el primero de tipo numérico y el segundo de tipo conceptual

3.3. Indicadores para la evaluación de resultados

Para la variable respuesta se consideran los ejercicios propuestos en el parcial: 4 ítems en correspondencia con los temas del conjunto CA, 4 ítems correspondientes a CB, más 2 ítems adicionales sin correspondencia, haciendo un total de 10 ítems. Cada uno es corregido con una escala de siete puntos (de 0 a 6, equivalentes a “no responde” hasta “bien”). La corrección de los parciales sigue las especificaciones académicas de aprobación, a las que se superpone para cada ítem la escala propuesta con el fin de evaluar la variable respuesta en el marco de la investigación. Una vez realizada la corrección del parcial, cada estudiante tiene asociado un valor de respuesta en el rango $-24 \dots +24$.

La plataforma permite obtener indicadores de utilización, ya utilizados para el análisis en trabajos anteriores (Giuliano et al. 2016, Berretta, Pérez y Giuliano. en prensa), entre los que se encuentran:

- Número de problemas seleccionados y trabajados por estudiante.
- Número de repeticiones o ejecuciones realizadas por un estudiante en cada problema.
- Nota obtenida en cada problema por cada estudiante.
- Nota media del estudiante, realizada como promedio en cada problema y luego promediada para todos los problemas realizados.
- Tiempo empleado en la realización de ejercicios.

Este conjunto de indicadores permite estimar el indicador utilización de la plataforma para su inclusión en los modelos estadísticos que evalúan la respuesta.

4. Discusión

De acuerdo con una reciente revisión bibliográfica sobre estrategias online de aprendizaje, una mínima parte de 7706 artículos localizados en la búsqueda utilizaba un diseño experimental aleatorizado controlado o al menos una condición basal con la que comparar la respuesta (Davis et al, 2018). La propuesta presentada en este protocolo va por tanto en la línea de la investigación que mayor evidencia puede aportar en el campo de la enseñanza y sus métodos.

Aquí se presenta una metodología diseñada para evaluar los resultados de la enseñanza de probabilidad con utilización de la plataforma *e-status*. La implementación se encuentra actualmente en curso y esperamos disponer del análisis de resultados completado durante el mes de enero de 2019.

La tecnología brinda un aporte positivo en la enseñanza de la estadística, y así ha sido

reconocido por la ASA (American Statistical Association) al incluirla en una de sus directrices: Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education- GAISE (Aliaga et al., 2005). Coincidimos con Ben-Zvi (2000) en la consideración de la tecnología como herramienta cognitiva que trasciende las limitaciones de la mente humana y favorece el aprendizaje de conceptos de probabilidad. Este reconocimiento no evita que hemos de proporcionar suficiente evidencia científica de calidad para comprobar cuáles son las intervenciones educativas más eficaces, compartir este conocimiento y progresar más rápidamente.

En nuestro estudio hay algunos retos importantes. Para prever cuál podría ser el impacto de la respuesta, se realizó un estudio simulando las calificaciones en la prueba parcial, aunque esta simulación era una simplificación. Sí se consideró que una tercera parte de los estudiantes no se presentaría al examen, y por tanto reduciría la potencia de la prueba a causa de una imputación de 0 en su respuesta, pero no se tuvo en cuenta la posible correlación entre las notas del estudiante en sus ejercicios. Hemos hipotetizado que existe una leve pero positiva correlación, lo cual sería positivo ya que en ese caso la potencia de nuestra prueba aumentaría. Por otro lado, no hemos incluido en el análisis preliminar la posibilidad de “contagio”: un estudiante del grupo A, pongamos, a través de su experiencia con *e-status* podría aprender técnicas que le beneficiarían en temas del grupo contrario. Este efecto no es pernicioso pedagógicamente, ni mucho menos, pero causaría un sesgo hacia abajo en la estimación del efecto principal. Por supuesto, es posible que el propio alumno esté afectando a la misma estimación, ya que no es posible enmascarar su asignación a determinado grupo, y podría buscar compañeros de grupos diferentes con los que intercambiar conocimientos, lo cual también redundaría en una subestimación del efecto.

La plataforma *e-status* es una tecnología concebida para facilitar el aprendizaje y la autoevaluación, a criterio de los docentes. Como aún es insuficiente la evaluación del efecto de su utilización en los resultados académicos de aprobación entendemos que el estudio propuesto en este trabajo contribuirá a valorar la potencia de la plataforma *e-status* cuantitativamente.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó durante 2018 en el marco del proyecto PICTO 096 con subsidios de DIIT- UNLaM y MiNCyT.

Referencias

- Aliaga, M., Cobb, G., Cuff, C., Garfield, J., Gould, R., Lock, R., Moore, T., Rossman, A., Stephenson, B., Utts, J., Velleman, P. y Witmer, J. (2005). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE)*. College Report. Alexandria, VA: American Statistical Association. Disponible en: <http://www.amstat.org/education/gaise>.
- Alvarado, H. (2007). *Significados del teorema central del límite en la enseñanza de la estadística en ingeniería*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Batanero, C., Godino, J. D. y Estepa, A. (1998). Building the meaning of statistical association through data analysis activities. Research Forum. En A. Olivier y K, Newstead (Eds.), *Proceedings of the 22nd Conference of the International Group for*

- the Psychology of Mathematics Education (v.1, pp. 221-236, con discusión en pp. 237-242). University of Stellenbosch: PME.
- Ben-Zvi, D. (2000). Toward understanding the role of technological tools in statistical learning. *Mathematical Thinking and Learning*, 2(2), 127-155.
- Berretta, G., Pérez, P. y Giuliano, M. (en prensa). Análisis y comparación de indicadores de uso de una plataforma de e-learning: e-status. *Revista de Investigación del Departamento de Humanidades y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de La Matanza RIHumSo*.
- Boyle, E.A, MacArthur, E.W., Connolly, T.M., Hainey, T., Manea, M., Kärki, A. y van Rosmalen, P. (2014). A narrative literature review of games, animations and simulations to teach research methods and statistics. *Computers & Education*, 74, 1-14.
- Cañadas, G. R. (2012). *Comprensión intuitiva y aprendizaje formal de las tablas de contingencia en alumnos de psicología*. Tesis doctoral. Universidad de Granada
- Dagger, D., O'Connor A. y Lawless, S. (2007). Service-oriented e-learning platforms: from monolithic systems to flexible services. *IEEE Internet Computing*, 11(3), 28-35.
- Davis D., Chen G., Hauff C. y Houben G. (2018) Activating learning at scale: A review of innovations in online learning strategies. *Computers & Education*, 125, 327-344. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.019>.
- Garfield, J. y Ben-Zvi, D. (2009). Helping students develop statistical reasoning: implementing a statistical reasoning learning environment. *Teaching Statistics*, 31, 72-77.
- Giuliano, M., Pérez, S. y García, M. (2016). Teaching probability and statistics with e-status. Trabajo presentado en el *International Congress on Mathematical Education. ICME-13*. Hamburgo.
- González, J.A., Jover, L., Cobo, E. y Muñoz, P. (2010). A web-based learning tool improves student performance in statistics: a randomized masked trial. *Computers & Education*, 55(2), 704-713.
- González, J.A. y Muñoz, P. (2006). E-status: an automatic web-based problem generator. *Applications to Statistics, Computer Applications in Engineering Education*, 14(2), 151-159.
- Tauber, L. (2001). *La construcción del significado de la distribución normal en un curso de análisis de datos*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.
- Videla, L., Pisano, D., Prosman, F., Mundó, G., Pérez, S.N. y González, J.A. (2014). Adaptación de una plataforma de e-learning a nuevos entornos. *Memorias del XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*. (Vol.1, pp.1016-1025). San Justo: UNLaM.