

## E-STATUS, UNA PLATAFORMA WEB QUE FORTALECE EL APRENDIZAJE DE PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA

Silvia N. Pérez y Mónica Giuliano  
Universidad Nacional de La Matanza, Argentina  
Universidad Nacional del Oeste, Argentina  
[sperez@unlam.edu.ar](mailto:sperez@unlam.edu.ar)

*Se presentan los resultados de la utilización de la plataforma e-status, un entorno virtual de aprendizaje que favorece en los estudiantes el aprendizaje activo y la metacognición. La plataforma brinda al docente varios indicadores y posibilita la creación de otros que permiten caracterizar la actividad del estudiante. Aquí se presenta la evaluación de la influencia de la utilización de e-status en la condición de aprobación de la asignatura Probabilidad y Estadística, comparando estadísticamente indicadores desde 2015 a 2019. Los resultados muestran que el trabajo activo en la plataforma marca la diferencia en el desempeño académico, y que además este se potencia cuando se favorece la metacognición.*

### INTRODUCCIÓN

Los entornos virtuales de aprendizaje (EVA) se han posicionado en la última década como una alternativa que permite diferentes modalidades de cursos: desde completamente virtuales a combinaciones entre la tradicional clase presencial y diversas utilidades de tecnologías web. Según Tomasik et al. (2018), la evaluación formativa automatizada constituye el uso más eficaz de las tecnologías digitales en el aula. Sosa et al. (2011) realizan un metaanálisis para abordar los beneficios de la instrucción asistida por computadora en Estadística, y uno de sus hallazgos se refiere a los mejores efectos en estudios que emplean una evaluación incorporada en EVA. Garfield y Ben-Zvi (2009) ponen énfasis en el rol que juegan las tecnologías de información y comunicación para que la enseñanza sea efectiva, apuntando además que esta requiere de un entorno adecuado para desarrollar el pensamiento estadístico en los estudiantes.

Según Llorente (2013), el aprendizaje autorregulado puede ser considerado como una habilidad, donde los estudiantes deben saber qué y cómo alcanzar determinados objetivos de aprendizaje. El estudiante debe marcar una estrategia, en la que incluyen dimensiones propias de la autorregulación del aprendizaje, la planificación, supervisión y evaluación de un plan de aprendizaje o cómo hacer frente a las posibles dificultades.

En cuanto a la metacognición, Baker y Brown (1984) definen esta como el proceso relativo al conocimiento o conciencia que tienen las personas de su propio aprendizaje. Se pueden destacar tres aspectos básicos de la metacognición: el conocimiento y conciencia de sí mismo y de los propósitos de aprendizaje, el conocimiento sobre estrategias para resolver situaciones propuestas, y finalmente la autorregulación.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística, tanto la observación, planificación y experimentación, como la reflexión, deben fomentar la autorregulación y metacognición (Cruzado y Sánchez-Compañía, 2020). Para potenciar y maximizar el aprendizaje, la mayoría de los docentes tratan de personalizar en la medida de lo posible la enseñanza, lo que conlleva identificar las necesidades y capacidades individuales de los estudiantes, desarrollando y programando contenidos flexibles de acuerdo con los ritmos de aprendizaje. Las clases tradicionales, en numerosas ocasiones, no consiguen alcanzar esa diferenciación propia de un currículo adaptado a la diversidad. Algunos docentes optan por una estrategia semipresencial, ayudados de las tecnologías (Davies et al., 2013).

A partir de estas observaciones acerca de la enseñanza universitaria de la estadística, y en particular para carreras de ingeniería, surge la necesidad de contar con un EVA que permita fomentar el aprendizaje activo e interactivo por parte del estudiante, facilitando el seguimiento y la evaluación continua por parte del docente. Es así como en la asignatura Probabilidad y Estadística (PyE) para las carreras de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Matanza, Argentina (UNLaM) se ha incorporado una plataforma web, denominada *e-status* (González et al., 2010; González y Muñoz, 2006), para acompañar el aprendizaje de los estudiantes.

En trabajos anteriores observamos la necesidad de acompañar la ejercitación tradicional en la plataforma con problemas que favorezcan la reflexión y metacognición de los contenidos. Tomando en

cuenta estos aspectos, desde 2018 se implementaron cambios que profundizaron estrategias metacognitivas (Pulcini et al., 2019).

Si bien la plataforma se utiliza en la UNLaM desde 2012, recién se implementó de modo sistemático a partir de 2015. Cada cuatrimestre se utilizó la plataforma con diferentes modalidades, tanto en cuanto a cantidad de problemas disponibles como a los requisitos de uso que debían cumplir los estudiantes, entre otras cuestiones. En particular, a partir del año 2018 se propusieron en *e-status* problemas que motivaran al estudiante a reflexionar sobre conceptos teóricos, buscando fortalecer el aprendizaje y la metacognición, más allá de perseguir resultados numéricos.

El objetivo de este trabajo es evaluar la influencia de la utilización de una plataforma web de ejercitación con autocorrección, *e-status*, para la aprobación de la asignatura Probabilidad y Estadística en el período 2015–2019.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se presenta aquí una descripción de las actividades realizadas en el marco de *e-status*, y las evaluaciones de examen como condición de aprobación de la materia PyE. Se plantea un análisis longitudinal para analizar la influencia de la variable utilización de *e-status* en la aprobación de la asignatura.

### ACTIVIDADES PROPUESTAS EN EL CONTEXTO E-STATUS

La plataforma *e-status* permite presentar ejercicios a los estudiantes, diseñados por el equipo a partir de un modelo matemático programado en lenguaje R (González et al., 2010). De esta forma, los datos en cada ejecución de un ejercicio son diferentes, y en consecuencia también lo son las respuestas correctas. Los estudiantes responden un ejercicio y reciben automáticamente la corrección, junto con feedback que puede haber introducido el profesor.

Desde el equipo docente de la asignatura PyE se planteó la necesidad de favorecer el autoaprendizaje y la metacognición y contar con problemas enfocados tanto al cálculo como a la revisión de temas teóricos. A partir de esta línea, se diseñaron e implementaron alrededor más de 50 problemas en el período 2012–2016, abarcando temas de probabilidad e inferencia estadística. En la Figura 1 se muestra la vista de un estudiante para un problema propuesto. Se muestra allí una disposición típica: el enunciado del problema, el cual puede incluir gráficos, y un espacio para las respuestas (Giuliano et al., 2019).



Una máquina rellena sobres de azúcar para café. La cantidad de azúcar que coloca en cada sobre, en gramos, es aleatoria por lo que debe controlarse para decidir si la máquina está cargando adecuadamente los sobres. El trabajo consiste en extraer información de los datos del peso de 324 sobres de azúcar. Para acceder a los datos de la muestra haga click en el link celeste que aparece al final y copie todos los datos en una planilla de modo de trabajar con Infostat o el software que prefiera.

[Copiar datos para pegar en otro programa](#)

<p>1. En base a la muestra considerada, ¿cuánto estima que pesa, en media, un sobre de azúcar llenado por esta máquina?</p> <p><i>Responda redondeando al tercer decimal. Tiene sólo una oportunidad de responder.</i></p>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
<p>2. Uno de los siguientes histogramas corresponde a los datos observados. Indique el número de histograma que haya observado en su análisis y decida a partir de este si puede suponerse que la variable X tiene distribución normal.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>Histograma 1</b></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>Histograma 2</b></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>Histograma 3</b></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>Histograma 4</b></p> </div> </div>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>

Figura 1. Vista de parte de un problema ofrecido en la plataforma *e-status*

Para crear los problemas en la plataforma, se explicitan los objetivos en cuanto a los ejes temáticos involucrados, se proponen en principio preguntas sencillas de tipo conceptual y direccionadas

a la reflexión sobre conceptos específicos, y luego se le proponen ejercicios de aplicación donde se esperan resultados numéricos. El formato de los problemas propuestos considera la corrección automática a preguntas de respuesta numérica o de tipo texto corto. Para responderlas, el estudiante realiza el trabajo fuera de la plataforma, sea con lápiz y papel o con uso de software, para luego colocar los resultados y recibir de inmediato la corrección y feedback de su respuesta. De este modo, se incluyen también problemáticas de manera que los estudiantes reflexionen sobre los conceptos importantes de la asignatura, se cuestionen percepciones erróneas, realizando a la vez autoevaluación y metacognición. A continuación, se muestra como ejemplo un problema de tipo conceptual ofrecido a los estudiantes en la plataforma:

*El siguiente enunciado plantea una problemática a resolver. Usted debe indicar en cada ítem si la afirmación es Verdadera o Falsa: 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: a) Lo resolvería utilizando una distribución Poisson. b) Lo resolvería utilizando una distribución hipergeométrica. c) Lo resolvería utilizando una distribución Binomial.*

Las actividades propuestas con *e-status* se complementan con talleres presenciales donde los estudiantes trabajan en grupos pequeños y con un docente responsable. Este es un espacio de aprendizaje donde se pueden resolver las dudas o conflictos encontrados en la resolución de los problemas, especialmente en el marco de *e-status*. Los talleres son valiosos como herramienta de cierre del proceso de metacognición de los estudiantes dado que plataforma fomenta la formulación de preguntas-dudas que la interacción de los estudiantes con sus pares y/o docentes permite resolver, permitiendo el cierre del ciclo de aprendizaje.

## ANÁLISIS LONGITUDINAL DE LA CONDICIÓN DE APROBACIÓN DE PYE

Por otra parte, los exámenes de la asignatura contemplan ejercicios numéricos y conceptuales en los cuales se evalúa tanto la comprensión de conceptos involucrados como la correcta resolución numérica. Los mismos son escritos a partir de la propuesta de problemas contextualizados y guardan relación con la práctica realizada en *e-status*. Esto permite relacionar la ejercitación en la plataforma con el rendimiento obtenido en las evaluaciones formales de la asignatura.

La actividad en la plataforma *e-status* queda registrada en cada uno de los dos períodos de cursada (cuatrimestres) de un año. La base analizada corresponde a 2879 registros correspondientes a estudiantes que cursaron la asignatura PyE en un cuatrimestre del período 2015–2019, a los que se asoció además la condición final obtenida por cada alumno en el curso. Para el primer cuatrimestre de 2017 esta última información no estaba disponible.

La condición final de cursado refiere al sistema de aprobación vigente: para aprobar la asignatura, los estudiantes deben aprobar dos exámenes parciales, con posibilidad de recuperar solo uno de ellos. De tal modo, dicha condición final de cursado puede corresponder a cada una de las siguientes categorías:

- Ausente: el estudiante no registra notas de exámenes parciales. Se aclara que el estudiante fue dado de alta en la plataforma por lo cual puede tener actividad en esta.
- Abandono: el estudiante registra nota en uno de los exámenes parciales
- Desaprobado: el estudiante desaprobó ambos exámenes.
- Cursado: el estudiante aprobó los exámenes parciales con nota promedio entre cuatro y seis (inclusive) y deberá dar un examen final para aprobar la asignatura.
- Aprobado: el estudiante aprobó los exámenes parciales con promedio de siete o más y con esto aprobó la asignatura.

En la Tabla 1 se muestra la distribución según cada cuatrimestre para la condición final obtenida por los estudiantes en la asignatura. Para el primer período de 2017, como se mencionó anteriormente, no se conoce esta información por lo que no se lo incluye en la tabla.

Finalmente, se filtraron los casos con condición final Ausente, dado que estos estudiantes no dieron ningún examen. Los casos resultantes son en total 1836 y son los que se consideraron en el análisis de resultados.

Tabla 1. Cantidad de estudiantes por cuatrimestre, según condición final ( $n = 2879$ )

Cuatrimestre	Ausente	Abandono	Desaprobado	Cursado	Aprobado	Total
2015-1c	86	56	44	58	41	285
2015-2c	79	50	42	77	38	286
2016-1c	104	53	45	51	25	278
2016-2c	110	54	44	67	30	305
2017-2c	124	53	54	82	73	386
2018-1c	138	58	45	59	24	324
2018-2c	114	88	41	57	39	339
2019-1c	142	36	23	72	72	345
2019-2c	146	23	27	74	61	331
Totales	1043	471	365	597	403	2879

En un estudio previo realizado sobre algunos indicadores de uso de la plataforma *e-status* (Berretta et al., 2019), se estudiaron registros de un grupo reducido de cohortes, durante 2016 y 2017, junto a indicadores obtenidos de *e-status*. La plataforma registra para cada estudiante diferentes medidas: cantidad de problemas disponibles para resolver (nD), cantidad de problemas resueltos (nPr), cantidad de resoluciones de cada problema, nota obtenida en cada resolución de un problema, notas medias obtenidas por el estudiante por cada problema resuelto, entre otros. Para este estudio se analizaron estos indicadores por cuatrimestre y se definieron otros nuevos: cantidad de realizaciones hechas por el estudiante del total de problemas disponibles (nR), proporción de problemas resueltos sobre el total de problemas disponibles (PRD), proporción de resoluciones sobre el total de problemas resueltos o trabajados (RPr) y el promedio entre las notas medias obtenidas en los problemas resueltos por el estudiante (NMP).

Sumado a estas variables que se obtienen de indicadores de la plataforma, se define la variable  $Y$  la cual indica si el estudiante obtuvo como condición final de aprobación Aprobado o Cursado. Así también, para evaluar si la condición de obligatoriedad de trabajar en la plataforma incide en la aprobación de la asignatura, se consideró una variable que distingue los períodos en que hubo este requisito ( $Ob = 1$  para los dos cuatrimestres de 2018 y el primero de 2019,  $Ob = 0$  en otro caso).

Para evaluar la incidencia de las variables relevadas en la predicción de la condición final de aprobación (variable  $Y$ ), se propuso un modelo de regresión logística (James et al., 2017).

## RESULTADOS

Para analizar la evolución en el uso de la plataforma a lo largo del período de estudio de modo diferenciado según la condición de aprobación de la asignatura, se graficaron las notas medias promedio (NMP) según cuatrimestre disponible. En la Figura 2 se muestran los valores medios de esta variable graficados con intervalos de confianza del 95%, discriminados según condición final Aprobado o Cursado ( $Y = 1$ ) u otra condición ( $Y = 0$ ).

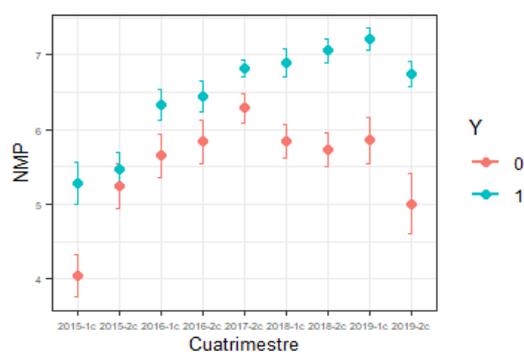


Figura 2. Gráfico histórico de los promedios de notas medias en cada cuatrimestre

Si bien las condiciones de obligatoriedad y metacognición se sostienen simultáneamente en los períodos de 2018 y primer cuatrimestre de 2019, en el siguiente período sólo se mantienen las actividades metacognitivas. En este último caso se observa menor nota media promedio en todos los estudiantes y mayor diferencia de la nota NMP entre quienes aprueban y quienes no lo hacen, dando indicios de la importancia de favorecer la metacognición.

Se ajustó un modelo de regresión logística para la respuesta  $Y$  sobre el conjunto de datos de entrenamiento (selección al azar del 70% de la base total). El modelo final se obtuvo por pasos sucesivos y los coeficientes estimados y otras medidas se muestran en la Tabla 2. Para evaluar la adecuación del modelo ajustado se calculó el área bajo la curva ROC (James et al., 2017), la que evaluada sobre el conjunto de testeo dio un valor de 0.77 indicando una buena capacidad predictiva del modelo.

Tabla 2. Coeficientes estimados para el modelo logístico ( $n = 1836$ )

	Coef.	Error Estandar	Sig	Odd
Constante	-0.025	0.17	<.000	0.975
Proporción de problemas resueltos sobre el total de disponibles (PRD)	2.664	0.326	<.000	14.35
Indicadora de obligatoriedad (Ob)	-1.579	0.224	<.000	0.206
Nota media promedio (NMP)	0.096	0.026	<.000	1.101

Para interpretar los resultados obtenidos por el modelo de regresión logística ajustado, se calcularon los valores de odds, esto es, valores resultantes de  $\exp(\text{coeficientes})$ . Un resultado de interés corresponde al  $\text{odd}(\text{PRD})$ , igual a 14.35, lo que indica que la probabilidad de aprobar la asignatura o lograr la situación de cursado ( $Y = 1$ ) aumenta aproximadamente 13 veces si el alumno resuelve todos los problemas disponibles, para valores fijos de las otras variables. Asimismo, la probabilidad de aprobación aumenta un 10% si aumenta una unidad la nota media promedio. Estos resultados indican que el trabajo intensivo en la plataforma influye positivamente en la aprobación de la asignatura. Es interesante observar también el comportamiento de la variable Ob la cual indica si se tiene obligatoriedad de trabajo en *e-status*: el valor de  $\text{odd} = 0.206$  para esta variable, en tanto es menor a uno, indica que la aprobación se ve influida negativamente por este requisito.

## CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

El análisis de los datos longitudinales permite concluir que la utilización intensiva de la plataforma *e-status*, y el mejor desempeño en cuanto a nota en la ejercitación, aumenta a en los estudiantes la de aprobar la materia PyE. Los resultados valoran la significancia del trabajo intensivo en la plataforma como factor de aprobación de la asignatura. Esto fue observado también en un estudio previo (Berretta et al., 2019), donde se mostró que los alumnos que utilizaban *e-status* durante 2016 y 2017 tenían una mayor tendencia a aprobar la asignatura que los que no lo hacían o lo hacían con menor intensidad. El presente trabajo extiende estos resultados a todos los períodos disponibles, de 2015 a 2019, y los analiza en mayor profundidad.

En nuestra lectura de los resultados, es importante incentivar a los estudiantes a complementar los talleres presenciales con la resolución de problemas en *e-status*, aunque el estímulo debe partir desde la motivación y no desde la imposición de obligatoriedad. En el contexto de nuestra población estudiantil, consideramos que se deben ofrecer evaluaciones continuas y formativas en un EVA, particularmente en *e-status*, favoreciendo la reflexión y la metacognición. Así también, consideramos que los resultados muestran la importancia tanto de espacios comunes de discusión como individuales de reflexión.

En la experiencia presentada se detectaron algunas limitaciones, principalmente debidas a la dificultad de involucrar a los estudiantes en la práctica con la plataforma. Si bien las conclusiones tanto de estudios previos como del presente muestran la incidencia positiva de la práctica en *e-status* sobre la aprobación de la asignatura, esto parece no ser percibido por los estudiantes quienes se muestran conservadores hacia nuevas herramientas como esta EVA.

Adicionalmente, para cuantificar el aprendizaje mediado por la utilización de *e-status*, se realizó durante el segundo cuatrimestre de 2018 un diseño experimental en el que se distribuyeron a los alumnos aleatoriamente en dos grupos, dándoles acceso a problemas de temática diferenciada según el grupo

asignado. Los resultados mostraron una incidencia media positiva, en el resultado de un examen, de aquellos que utilizaron *e-status* para ejercitarse respecto de los que no lo utilizaron (González et al., 2022). Estos resultados son coherentes con los reportados aquí, donde se contempla el rendimiento académico en la aprobación de la asignatura completa.

Para formar profesionales competentes, es indispensable contar con los recursos adecuados que permitan adaptar la enseñanza-aprendizaje según el avance de la ciencia y la tecnología. Consideramos que la plataforma *e-status* cumple los requisitos necesarios para adaptarse a las necesidades de diversas asignaturas del área de matemáticas, pudiendo complementar estrategias en entornos virtuales de aprendizaje de diferente índole.

## REFERENCIAS

- Baker, L., & Brown, A. (1984). Metacognitive skills and reading. In P. D. Pearson (Ed.), *Handbook of reading research* (pp. 353–396). Longman.
- Berretta, G. G., Pérez, S. N., & Giuliano, M. (2019). Análisis y comparación de indicadores de uso de una plataforma de e-learning: Estatus. *RiHumSo. Revista de Investigación del Departamento de Humanidades y Ciencias Sociales*, *15*, 137–153. <https://doi.org//rihumso.unlam.edu.ar/index.php/humanidades/article/view/145>
- Cruzado, C. S. & Sánchez-Compañía, M. T. (2020). El modelo flipped classroom, una forma de promover la autorregulación y la metacognición en el desarrollo de la educación estadística. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, *34*(2), 121–142. <https://doi.org/10.47553/rifop.v34i2.77713>
- Davies, R. S., Dean, D. L., & Ball, N. (2013). Flipping the classroom and instructional technology integration in a college-level information systems spreadsheet course. *Educational Technology Research and Development*, *61*(4), 563–580. <https://doi.org/10.1007/s11423-013-9305-6>
- Garfield, J., & Ben-Zvi, D. (2009). Helping students develop statistical reasoning: Implementing a statistical reasoning learning environment. *Teaching Statistics*, *31*, 72–77. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9639.2009.00363.x>
- Giuliano, M., Pérez, S., Falsetti, M., & González, J. A. (2019). Diseño experimental para la evaluación de aprendizajes de la estadística con la plataforma e-status. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín, & E. Molina (Eds.), *Actas del Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. Universidade de Granada. <https://www.ugr.es/~fqm126/civeest/giuliano.pdf>
- González, J. A., Giuliano, M. & Pérez, S. N. (2022). Measuring the effectiveness of online problem solving for improving academic performance in a probability course. *Education and Information Technologies*, *27*(1), 6437–6457. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10876-7>
- González, J. A., Jover, L., Cobo, E., & Muñoz, P. (2010). A web-based learning tool improves student performance in statistics: A randomized masked trial. *Computers & Education*, *55*(2), 704–713. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.03.003>
- González, J. A., & Muñoz, P. (2006). E-status: An automatic web-based problem generator. *Applications in Engineering Education*. *14*(2), 151–159. <https://doi.org/10.1002/cae.20071>
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2017). *An introduction to statistical learning with applications in R*. Springer-Verlag.
- Llorente Cejudo, M. (2013). Aprendizaje autorregulado y PLE. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, *2*(1), 58–75. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v2i1.2861>
- Pulcini, G. G., Polzonetti, V., Giuliano, M., & Pérez, S. N. (2019). E-learning y metacognición: Herramientas para huérfanos de estrategias. En S. Alonso-García, J. M. R. Rodríguez, C. R. Jiménez, & J. M. S. Reche (Eds.), *Investigación, innovación docente y TIC. Nuevos horizontes educativos* (pp. 1053–1066). Dykinson.
- Sosa, G. W., Berger, D. E., Saw, A. T., & Mary, J. C. (2011). Effectiveness of computer-assisted instruction in statistics: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, *81*(1), 97–128. <https://doi.org/10.3102/0034654310378174>
- Tomasik, M. J., Berger, S., & Moser, U. (2018). On the development of a computer-based tool for formative student assessment: Epistemological, methodological, and practical issues. *Frontiers in Psychology*, *9*, Article 2245. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02245>