



FACULTAD
DE CIENCIAS
ECONÓMICAS



Universidad
Nacional
de Córdoba

REPOSITORIO DIGITAL UNIVERSITARIO (RDU-UNC)

Uso de indicadores de learning analytics como predictores del desempeño académico de alumnos a distancia de Ciencias Económicas de la UNC

Adrián Maximiliano Moneta Pizarro, Laura Montero,
Mariana B. Laspina, Carla M. Daniele Barra, Fabrizio Soffietti

Ponencia presentada en 7º Seminario Internacional de Educación a Distancia Rueda: Enseñar en la virtualidad: Nuevas presencialidades y distancias en la educación superior realizado en 2016 en la Universidad Nacional del Litoral. Paraná. Santa Fe, Argentina



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Uso de indicadores de learning analytics como predictores del desempeño académico de alumnos a distancia de Ciencias Económicas de la UNC

Adrián M. Moneta Pizarro, Laura Montero, Mariana B. Laspina, Carla M. Daniele Barra y Fabrizio Soffietti - Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Económicas.

Eje del trabajo: Dimensión académica de la virtualización.

Tipo de trabajo: Informe de investigación.

Palabras clave: educación a distancia, learning analytics, desempeño académico, interacción, regresión binaria.

Resumen

Una preocupación en las asignaturas del Ciclo Básico a Distancia de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Córdoba es el bajo desempeño de los alumnos en comparación con las cátedras presenciales. Estudios exploratorios previos muestran que entre las múltiples posibles causas se encontrarían los bajos niveles de interactividad y participación de los alumnos en la plataforma virtual.

En el presente trabajo se informa sobre los avances de una investigación cuyo objetivo general es evaluar la capacidad que los indicadores de *learning analytics* tienen para explicar el desempeño académico de los alumnos. Se presentan los resultados para el caso particular del curso de Microeconomía I a distancia del primer semestre de 2016.

Se realiza un análisis estadístico descriptivo y se estima un modelo de regresión binaria con el desempeño académico como variable de respuesta e indicadores de *learning analytics* como covariables. Los resultados muestran que los alumnos regulares fueron los que tuvieron mayor participación en la plataforma y que el indicador de documentos y foros leídos es un determinante relevante para el desempeño académico.

Abstract

One concern in the distance learning courses of the Faculty of Economics of the National University of Cordoba is the low student performance. Previous exploratory studies show that among the many possible causes low levels of interactivity and participation of students in the virtual platform be found.

In this paper reports on the progress of an investigation whose overall objective is to evaluate the ability of learning analytics indicators have to explain the academic performance

of students. We present the results for the particular case of course in Microeconomics I of the first semester 2016.

A descriptive statistical analysis is performed and binary regression model is estimated with academic performance as a response variable and indicators of learning analytics as covariates. The results show that regular students were those who had greater participation in the platform and that the indicator for read documents and forums is an important determinant to academic achievement.

1. Introducción

Con la idea de reforzar estrategias encaminadas a disminuir problemas y dificultades con el acceso, la deserción, el retraso y el fracaso académico en los primeros años de cursado de sus carreras de grado, la Facultad de Ciencias Económicas (FCE) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) ofrece a sus alumnos desde el año 2002 la opción de cursar en modalidad a distancia, con uso de plataformas virtuales, las asignaturas de primero y segundo año de las carreras de Contador Público, Licenciatura en Administración y Licenciatura en Economía. Sin embargo, una preocupación de los docentes asignados a las cátedras del Ciclo Básico a Distancia (CBD) es el bajo desempeño de los alumnos en comparación con las cátedras presenciales.

Estudios exploratorios muestran que el porcentaje de alumnos que logran la regularidad en las asignaturas del CBD no llega al 40 % y que son múltiples las posibles causas de este fracaso, entre las que se encontrarían factores tales como los niveles de interactividad y el grado de participación de los alumnos en la plataforma virtual (Blanch et al., 2013 octubre; Pensa y Aronica, 2010). Estos trabajos de investigación previos tienen en común que han sido meramente descriptivos, pero constituyen importantes avances para postular variables candidatas como predictoras en investigaciones que se propongan la elaboración de modelos con capacidad para explicar el desempeño de los alumnos en cátedras del CBD.

La interacción y comunicación en los entornos virtuales es uno de los temas más frecuentes en las investigaciones sobre el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para el aprendizaje (Zawacki-Richte et al., 2009). Sin embargo, en materia de rendimiento académico en la educación superior, como se mostrará más adelante, son pocos los estudios que hacen un abordaje desde el enfoque de *learning analytics* (García Tinisaray, 2015). El uso extendido en las universidades de los sistemas de gestión de aprendizaje (LMS, por su sigla en inglés) permite obtener información sobre cómo interactúan los alumnos con los profesores, los materiales didácticos y con sus propios compañeros. Las plataformas virtuales capturan gran cantidad de datos, incluyendo el

tiempo dedicado a un recurso, la frecuencia de publicación, el número de inicios de sesión, los documentos leídos, la participación en los foros, etc. La tendencia en el uso y análisis de este tipo de información tiene un gran potencial para la investigación educativa (Gros, 2012).

En el presente trabajo nos proponemos informar sobre los avances de una investigación cuyo objetivo general es evaluar la capacidad que los indicadores de interacción e interactividad proporcionados por la plataforma virtual tienen para explicar el desempeño académico de los alumnos en asignaturas del CBD de la FCE-UNC. Como muestra de avance de la investigación, en este trabajo se presentan los resultados para el caso particular del curso de Microeconomía I (asignatura de segundo año del CBD) correspondiente al primer semestre de 2016.

Los objetivos específicos son explorar los patrones de acceso y participación de los alumnos en la plataforma virtual y evaluar el nivel de significación estadística de estos indicadores para explicar el desempeño académico de los estudiantes del curso bajo estudio.

El trabajo se desarrolla en cinco secciones. En la segunda sección se hace una revisión teórica de las bases que sustentan la incidencia del uso de plataformas virtuales sobre el desempeño académico a través de los procesos de interacción e interactividad. En la tercera sección se presenta el enfoque de *learning analytics* y los principales antecedentes de investigaciones que lo aplican para tratar de explicar el desempeño académico en educación a distancia. En la cuarta sección se describe la metodología particular aplicada en esta investigación. En la quinta sección se ofrecen los resultados. Por último, en la sexta sección, a modo de conclusión se discuten los resultados y se plantean líneas de futuras investigaciones.

2. Marco teórico

El desempeño académico, que suele denominarse también logro o rendimiento académico, es un indicador del éxito o fracaso educativo. Generalmente se determina tomando en cuenta variables cualitativas y/o cuantitativas que permiten determinar si el estudiante, la institución y el docente han tenido éxito o han sido eficientes durante el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje.

En el ámbito de la educación superior, el desempeño académico es uno de los indicadores principales de la calidad educativa y es un tema de gran interés a nivel institucional, económico y social. Diversos autores destacan la característica multicausal del rendimiento académico en las universidades y señalan que es un resultado sintético del proceso de aprendizaje en el que convergen los efectos de numerosas variables personales, sociales,

institucionales y de sus interrelaciones (Garbanzo, 2007; Gómez Sánchez et al., 2011; Rojas, 2013). Mejorar el desempeño académico de los alumnos exige identificar y acotar sus factores o determinantes para establecer la influencia e importancia que cada uno tiene en el proceso educativo (Tejedor, 2003).

En el caso particular de la educación a distancia, entre los factores que tienen un efecto positivo sobre el aprendizaje se destaca en la literatura el papel de la interacción y la interactividad (Gilbón y Contijoch, 2005; García Aretio, 2006; Cabero Almenara y Llorente Cejudo, 2007; Fainholc, 2008; Bernard et al., 2009; Abarca Amador, 2014; Berridi Ramírez et al., 2015).

Desde la educación por correspondencia de fines del siglo XIX y principios del XX, hasta el contemporáneo *e-learning* (aprendizaje electrónico), la educación a distancia ha pasado por varias generaciones. En las primeras generaciones, la comunicación era unidireccional en base a un aprendizaje individual y repetitivo, donde la implicación personal y la creatividad tenían poca cabida, y donde el docente cumplía tareas propias del diseño instruccional preestablecido (García Aretio, 2009). Sin embargo, en cada salto de generación se fue dando más importancia y lugar a la comunicación, la interactividad y al protagonismo activo de los alumnos. El desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) permitió la creación de ambientes virtuales de aprendizaje que facilitan los procesos de interacción y trabajo colaborativo. La disponibilidad de la tecnología web, en particular, ha sido una gran oportunidad para la flexibilización de la educación y para la ampliación de la oferta a través de la modalidad a distancia, dejando atrás las limitaciones de interactividad y baja eficacia características de las primeras generaciones.

Actualmente la educación a distancia se concibe como un proceso activo y complejo, en donde el alumno construye sus conocimientos en base a conocimientos previos, mediante la interacción con agentes humanos o materiales en entornos virtuales. Implica la aplicación de estrategias de autosuficiencia, la construcción social de significados y un importante componente afectivo-motivacional, responsable de mantener y controlar la ejecución continua de las tareas y actividades requeridas en el estudio (Peñalosa Castro, 2010).

Jenkins (2006) y Tyner et al. (2008), citados por Dussell (2010), enfatizan sobre las enormes posibilidades que habilitan los nuevos medios para la construcción de conocimientos. Estos autores hablan de *affordances* (permisibilidades): acciones y procedimientos que permiten nuevas formas de interacción, más participativas y creativas. Estos nuevos medios han permitido la formación de comunidades virtuales, que son los nuevos escenarios de la educación a distancia. En estos espacios, las personas interactúan y se conocen, aunque no haya presencialidad, y construyen nuevos conocimientos mediante la reflexión conjunta

(García Aretio, 2009). La tecnología que soporta estas comunidades virtuales hace que la interactividad sea ilimitada, ya que propicia complejos procesos de interacción, a la vez que facilita la comunicación entre todos sus miembros y con ello la transferencia de conocimientos a velocidades hasta hace poco impensables (Cabero Almenara, 2006).

El modelo centrado en las interacciones o interactivo está basado en el constructivismo social y promueve la colaboración y la construcción del conocimiento en red. Las investigaciones en el área avalan que los aprendizajes se dan en gran medida gracias a la interacción de los estudiantes con los materiales didácticos, los profesores y los propios alumnos. La interacción y la interactividad son elementos destacados para el funcionamiento efectivo de las comunidades de aprendizaje en línea (Gilbón y Contijoch, 2005).¹

La interacción aparece entonces como un elemento clave en la educación a distancia. Siguiendo a Berridi Ramírez et al. (2015), numerosos autores son los que afirman que los procesos de interacción son fundamentales para los entornos educativos a distancia o mediados por tecnología. Como señala Cantaluppi (2015), en base a un estudio de las investigaciones realizadas entre 1986 y 2004 sobre rendimiento académico y educación a distancia, las plataformas virtuales permiten establecer ambientes de aprendizaje altamente interactivos con posibilidades de interacción entre los miembros de la comunidad virtual que fortalecen la acción de la tutoría y producen un efecto positivo sobre el rendimiento.

3. Analíticas del aprendizaje

De acuerdo con Gros (2012), las analíticas de aprendizaje o *learning analytics* consisten en la interpretación de un amplio rango de datos estadísticos acerca de los estudiantes con el objetivo de orientar su progresión académica, predecir actuaciones futuras e identificar elementos problemáticos. Johnson et al. (2011) indican que el *learning analytics* busca aprovechar los avances de las técnicas estadísticas de *data mining* (minería de datos), la interpretación y modelación, para mejorar la comprensión de la enseñanza y el aprendizaje.

Este tipo de análisis de datos se encuentra en auge gracias al desarrollo de Internet y la tecnología educativa. La tendencia en las universidades es trabajar con plataformas virtuales y redes sociales que faciliten y mejoren el desarrollo de las actividades académicas. Una de las grandes ventajas que tiene el uso de estos nuevos medios es que permite generar una gran cantidad de datos sobre las actividades de los alumnos durante el proceso de aprendizaje. Esta información procesada con las herramientas adecuadas

¹ Para una completa revisión sobre los tipos de interacción en educación a distancia puede consultarse Berridi Ramírez et al. (2015). Para identificar las diferencias entre interacción e interactividad puede consultarse Muirhead y Juwah (2004), Gilbón y Contijoch (2005), Cabero Almenara y Llorente Cejudo (2007) y Peñalosa Castro (2010), entre otros.

permite predecir, prevenir y/o actuar para mejorar el desempeño académico de los estudiantes (García Tinisaray, 2015).

En materia de investigación sobre los determinantes del desempeño académico en la educación superior a distancia, son pocos los estudios que incluyen variables vinculadas con el enfoque de *learning analytics*. La mayoría de las investigaciones relevantes presentan una marcada preferencia por enfocarse en factores personales y sociodemográficos. Siguiendo a García Tinisaray (2015), los principales antecedentes de trabajos empíricos basados en *learning analytics* son los siguientes:

- Agudo et al. (2012), a través de un modelo de regresión, establecieron tres tipos de interacción de aprendizaje en línea (agentes involucrados, frecuencia de uso y modo de participación) y hallaron que la interacción activa de los alumnos tiene un impacto significativo sobre su desempeño académico.
- Agudo et al. (2014) relacionaron el rendimiento académico con dos modalidades de aprendizaje: presencial con apoyo de virtualidad y aprendizaje totalmente en línea. Encontraron que algunos tipos de interacción se relacionan con el desempeño en los cursos virtuales, pero no en los presenciales con uso de entornos virtuales como complemento.
- Mediante un análisis de regresión lineal múltiple, Yu y Jo (2014) determinaron que el acceso regular a los LMS, el tiempo total de permanencia en estas plataformas, la interacción con los compañeros y el número de descargas de archivos explicaron el 33,5% de la varianza en las calificaciones finales.
- Tempelaar et al. (2014) hallaron que las evaluaciones formativas asistidas por computadora fueron el mejor predictor del bajo rendimiento académico, mientras que los datos básicos de LMS no explicaron sustancialmente el aprendizaje.
- García Tinisaray (2015) aplicó regresión multinivel y un modelo logístico bivariado para predecir el rendimiento académico en cursos a distancia incluyendo variables del enfoque *learning analytics* entre los factores determinantes. Los resultados indicaron que todas estas variables tuvieron relación positiva con el desempeño, siendo la participación en chat, foro y video-colaboración las que ocasionaron el mayor impacto.

4. Metodología

Para esta investigación se utiliza información de 371 alumnos que cursaron con actuación académica la asignatura de Microeconomía I en la cátedra a distancia de la FCE-UNC

durante el primer semestre de 2016. Son alumnos que se presentaron por lo menos en una de las dos evaluaciones parciales que se utilizan para determinar la regularidad.

El desempeño académico es la variable de respuesta de interés para el estudio. Está medido de forma categórica a través de la condición obtenida por los alumnos (regular/libre) al finalizar el cursado de la materia y sus datos provienen de las actas de regularidad del curso provistas por el sistema de gestión académica SIU-Guaraní. Por el lado de las covariables tenemos los indicadores de *learning analytics* cuyos datos fueron obtenidos de los reportes de seguimiento consultados en la plataforma virtual utilizada en la cátedra bajo caso de estudio (plataforma e-educativa).² Estas covariables son el número de accesos del alumno a la plataforma, el número de clicks, la cantidad de archivos descargados y participaciones en foros leídas, la cantidad de cargas (intervenciones) en los foros y el tiempo total de permanencia en la plataforma (en minutos), todo medido entre las fechas de inicio y fin del período de cursado.

Para lograr los objetivos de la investigación se aplica una metodología cuantitativa en base a técnicas estadísticas. Se trabaja en primera instancia con un análisis descriptivo exploratorio de cada variable y de las relaciones entre ellas. Para el análisis inferencial se utiliza un modelo de regresión binaria con método *backward* de selección de variables. Se parte de un modelo con una variable de respuesta que asume solo dos valores para indicar la condición del alumno al finalizar el cursado (regular = 1 y libre = 0) y en donde las variables predictoras son todos los indicadores de acceso y participación de los alumnos en la plataforma. Estimada la primera versión del modelo, en sucesivas etapas se van descartando de a una las covariables que no resultan significativas hasta llegar a un modelo en donde todas las predictoras incluidas tienen relevancia estadística. Para el ajuste del modelo se pueden utilizar las opciones logit, probit y complemento log-log, recurriendo a los estadísticos de Akaike y Schwarz como criterios de decisión.

5. Resultados

5.1. Análisis descriptivo

Del total de alumnos con actuación, 236 obtuvieron la condición de regular (63.31%) y 135 quedaron libres (36.39%).

² La plataforma e-educativa es una plataforma para e-learning de tipo propietaria o comercial. Desde sus inicios fue la plataforma utilizada por las asignaturas del CBD de la FCE-UNC. Sin embargo, siguiendo una política institucional de uso de software libre, en forma gradual el CBD está migrando sus aulas virtuales a la plataforma Moodle. La asignatura de Microeconomía I continúa por el momento utilizando e-educativa, pero ya se encuentra en construcción su aula en Moodle.

Para cada uno de los indicadores cuantitativos de *learning analytics* se calcularon las principales medidas de posición, dispersión y forma (ver Cuadro 1 del Anexo). Analizando los coeficientes de variación obtenidos se observa que todos los indicadores presentan una elevada dispersión relativa a la media, revelando esto una importante heterogeneidad en la participación de los alumnos en el aula virtual. Las mayores diferencias entre los estudiantes corresponden a la variable cargas (379,38%), que representa el número de intervenciones de los alumnos en los foros del aula. Resulta de interés resaltar, observando el tercer cuartil de ese indicador, que el 75% de los alumnos no tuvo participación en los foros, manifestándose una escasa intervención en estos espacios de interacción.

Los coeficientes de asimetría y curtosis observados presentan valores superiores a cero en todos los casos, indicando distribuciones leptocúrticas con un marcado sesgo positivo. Esto es evidencia de una mayor concentración de registros en los menores valores de cada variable y ratifica los bajos niveles de acceso y participación de los alumnos en la plataforma. En la Figura 1 del Anexo se ofrecen los histogramas de cada una de las distribuciones observadas.

En cuanto a la posición central de cada variable, las medias obtenidas también indican que hubo bajos niveles de participación. A modo de ejemplo, un promedio de 9,5 accesos a la plataforma por alumno y un tiempo total de permanencia de 123,4 minutos (aproximadamente dos horas) durante todo el período de cursado (4 meses), revelan claramente que la plataforma fue muy poco utilizada. Lamentablemente, analizar una medida más robusta de posición como la mediana, no altera estos resultados negativos sino que los acentúa. A modo de ejemplo, pues la mitad de los alumnos accedió 6 o menos veces y estuvo como máximo 33 minutos en el aula virtual durante todo el cursado.

Realizando un análisis descriptivo de los indicadores por grupos, esto es considerando por un lado los registros correspondientes a los alumnos que lograron la condición regular y por otro los de quienes quedaron libres, destaca que en casi todos los casos los alumnos regulares tuvieron mayores promedios y medianas de acceso y participación que los libres (ver Cuadro 2 del Anexo). Con la idea de confirmar este fenómeno, se efectuaron pruebas de comparación de medias para cada una de las variables distinguiendo a los alumnos según su condición. Dada la evidente falta de normalidad de las observaciones, recurrimos a contrastes no paramétricos de Mann-Whitney. Los resultados muestran evidencia de diferencias significativas entre regulares y libres solo para la cantidad de accesos al aula (p -valor = 0,0701) y para el número de cargas (intervenciones) en los foros (p -valor = 0,0106). En el Cuadro 3 del Anexo se ofrecen los resultados completos de estos contrastes.

5.2. Análisis de correlación y regresión binaria

Previo a la estimación del modelo de regresión resultó de interés analizar la correlación entre los indicadores de learning analytics, candidatos a covariables de nuestro modelo explicativo del desempeño de los alumnos. Los resultados revelaron relaciones positivas entre algunas variables, destacándose una fuerte correlación de los accesos con los clicks (0,84) y las lecturas de archivos y foros (0,72), también entre los clicks y los leídos (0.89), por lo que habría riesgo de multicolinealidad y no resultaría conveniente que estas variables quedaran incluidas simultáneamente en el modelo final estimado. Los resultados completos del análisis de correlación se ofrecen en el Cuadro 4 del Anexo.

Debido a lo explicado anteriormente, se procedió a estimar el modelo de regresión binaria de interés siguiendo el método de selección de variables hacia atrás (*backward elimination*). En primera instancia, para el ajuste fue utilizado un modelo Probit y la estimación se realizó con una base de 311 observaciones (base depurada de valores atípicos observados en la variable permanencia). Pero luego, al quedar la variable permanencia eliminada en uno de los pasos por falta de significancia, se pudo trabajar con todas las observaciones (371).

Los resultados finalmente obtenidos mediante el procedimiento descrito permiten inferir que la variable que representa las lecturas de archivos y foros es el único indicador que contribuye significativamente a explicar el desempeño de los alumnos en este caso de estudio. La estimación en detalle del modelo de regresión estimado se comparte en el Cuadro 5 del Anexo.

Posteriormente se estimaron dos modelos adicionales al Probit, uno con ajuste Logit y otro Complemento Log-Log, para comparar cuál de los tres se ajustaba mejor a los datos. La elección entre modelos se realizó siguiendo los criterios de información de Akaike y Schwarz (CIA y CIS), resultando con mejor ajuste el modelo Probit. Observando el signo obtenido en el coeficiente de la variable explicativa, podemos afirmar que el desempeño de los alumnos en la cátedra de Microeconomía I a distancia estuvo positivamente influido por el número de veces que los estudiantes descargaron archivos o leyeron los foros durante el período de cursado. Operando con el valor puntualmente estimado del coeficiente de interés, podemos decir que la probabilidad de quedar regular se incrementa en 1,8% por cada 10 lecturas de archivos o foros que hace un alumno con participación mediana en el aula virtual.

6. Conclusiones

El objetivo general de la presente investigación era evaluar la capacidad que los indicadores de acceso y participación de la plataforma virtual tienen para explicar el rendimiento

académico de los alumnos en asignaturas del CBD de la FCE-UNC. Como muestra de avance se trabajó con datos obtenidos de 371 alumnos con actuación académica del curso de Microeconomía I a distancia del primer semestre de 2016.

El análisis estadístico descriptivo proporcionó evidencia de bajos niveles generales de interacción e interactividad de los alumnos en el aula virtual del curso. Sin embargo, en acuerdo con la teoría del constructivismo social, los resultados del análisis comparado de alumnos regulares y libres mostraron que el grupo con mejor desempeño fue el que tuvo mayor participación en la plataforma con diferencias significativas en el número de accesos al aula y en los documentos y foros leídos.

A través de un análisis de correlación pudo comprobarse la asociación entre la mayor parte de los indicadores de acceso y participación, excepto con las cargas (intervenciones) en foros y el tiempo total de permanencia en la plataforma. Por último, mediante la estimación de un modelo de regresión binaria con selección de variables hacia atrás pudo despejarse la asociación entre las covariables propuestas e identificar al indicador de los documentos y foros leídos como el único verdaderamente relevante para el desempeño académico en el caso bajo estudio.

Estos hallazgos parecen indicar que para lograr mejores chances de obtener la regularidad en la materia no basta con que los alumnos ingresen más veces a la plataforma, sino que además es necesario que descarguen los materiales propuestos y presten atención a los intercambios que se producen en los foros de consulta.

Queda pendiente para futuras investigaciones combinar los indicadores de *learning analytics* con otros determinantes usualmente considerados en la literatura sobre rendimiento académico. De esta manera se podría lograr un modelo más completo, con mayor poder explicativo del desempeño de los alumnos y que permita evaluar mejor la capacidad predictiva de los indicadores proporcionados por las plataformas virtuales estudiando la asociación de éstos con otras variables personales, sociodemográficas e institucionales con las que pudieran estar correlacionadas, enmascarando problemas de causalidad.

7. Referencias bibliográficas

Abarca Amador, Y. (2014). La interacción tutor-estudiante en ámbitos de educación a distancia. *Revista de Lenguas Modernas*, N° 20, 285-294.

Agudo, A., Hernández, A. e Iglesias, S. (2012). Predicting academic performance with learning analytics in virtual learning environments: a comparative study of three interaction classifications. *IEEE Xplore, digital library*.

- Agudo, A., Iglesias, S., Conde, M. y Hernández, Á. (2014). Can we predict success from log data in VLEs? Classification of interactions for learning analytics and their relation with performance in VLE-supported F2F and online learning. *Computers in Human Behavior*, 542–550.
- Bernard, R., Abrami, P., Borokhovski, E. y Wade, C. (2009). A meta-analysis of three types of interaction treatments in distance education. *Review of Educational Research*, 79(3), 1243-1290.
- Berridi Ramírez, R., Martínez Guerrero, J. I. y García Cabrero, B. (2015). Validación de una escala de interacción en contextos virtuales de aprendizaje. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 17(1), 116-129.
- Blanch, N., Andreone, A., Bravino, L., Margaría, O., Montero, L. y Juárez, M. A. (2013, octubre). Evaluación del sistema de educación a distancia en la Facultad de Ciencias Económicas de Córdoba. Póster presentado en XLI Coloquio Argentino de Estadística, Mendoza, Argentina.
- Cabero Almenara, J. (2006). Comunidades virtuales para el aprendizaje. Su utilización en la enseñanza. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 20.
- Cabero Almenara, J. y Llorente Cejudo, M. C. (2007). La interacción en el aprendizaje en red: uso de herramientas, elementos de análisis y posibilidades educativas. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 10(2), 97-123.
- Dussel I. y Quevedo, L. A. (2010). Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital. Documento Básico del VI Foro Latinoamericano de Educación. Buenos Aires: Santillana.
- Fainholc, B. (2008). La calidad en la educación continúa siendo un tema muy complejo. *Revista de Educación a Distancia*, 12, 1-7.
- Garbanzo, G. (2007). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública. *Educación: Revista de la Universidad de Costa Rica*, 31(1), 46-63.
- García Aretio, L. (2006). La educación a distancia: De la teoría a la práctica. Barcelona, España: Editorial Ariel Educación.

- García Aretio, L. (Coord.) (2009). Concepción y tendencias de la educación a distancia en América Latina. Documento de Trabajo N° 2. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- García Tinisaray, D. K. (2015). Construcción de un modelo para determinar el rendimiento académico de los estudiantes basado en learning analytics (análisis del aprendizaje), mediante el uso de técnicas multivariantes. Doctorado. Universidad de Sevilla.
- Gilbón, D. M. y Contijoch, M. C. (2005). Encuentro Internacional de Educación Superior, México. Extraído el 12 de agosto de 2016 desde <http://espacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:19419&dsID=n03gilbon05.pdf>
- Gómez Sánchez, D.; Oviedo Marin, R. y Martínez López, E. I. (2011). Factores que influyen en el rendimiento académico del estudiante universitario. *Tecnociencia Chihuahua*, 5(2), 90-97.
- Gros, B. (2012). Retos y tendencias sobre el futuro de la investigación acerca del aprendizaje con tecnologías digitales. *Revista de Educación a Distancia*, 32.
- Jenkins, H. (2006). Confronting the challenges of participatory culture: Media education for the 21st century. White Paper. MacArthur Foundation.
- Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A. y Haywood, K. (2011). The 2011 Horizon Report. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Muirhead, B. y Juwah, C. (2004). Interactivity in computer-mediated college and university education: A recent review of the literature. *Educational Technology & Society*, 7, 12-20.
- Pensa, D. y Aronica, S. (2010). Estudio Evaluativo sobre el Ciclo Básico a Distancia de la Facultad de Ciencias Económicas: Análisis de los procesos innovadores en el dictado y sus resultados. Informe de investigación. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- Peñalosa Castro, E. (2010). Evaluación de los aprendizajes y estudio de la interactividad en entornos en línea: un modelo para la investigación. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 13(1), 17-38.
- Rojas, L. (2013). Validez predictiva de los componentes del promedio de admisión a la Universidad de Costa Rica utilizando el género y el tipo de colegio como variables de control. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 13(1), 1-24.
- Tejedor, F. (2003). Poder explicativo de algunos determinantes del rendimiento en los estudios universitarios. *Revista Española de Pedagogía*, 224, 5-32.

- Tempelaar, D., Rienties, B. y Giesbers, B. (2014). Computer Assisted, Formative Assessment and Dispositional Learning Analytics in Learning Mathematics and Statistics. *Communications in Computer and Information Science*, 67-78.
- Tyner, K. (2008). Breaking out and fitting in: Strategic uses of digital literacies by youth. ESRC Seminar Series on The educational and social impact of new technologies on young people in Britain.
- Yu, T. y Jo, I. (2014). Educational Technology Approach toward Learning Analytics: Relationship between Student Online Behavior and Learning Performance in Higher Education. *ACM International Conference Proceeding Series*, 269-270.
- Zawacki-Richter, O., Baecker, E. M. y Vogt, S. (2009). Review of Distance Education Research (2000 to 2008): Analysis of Research Areas, Methods and Authorship Patterns. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 6 (10), 21-49.

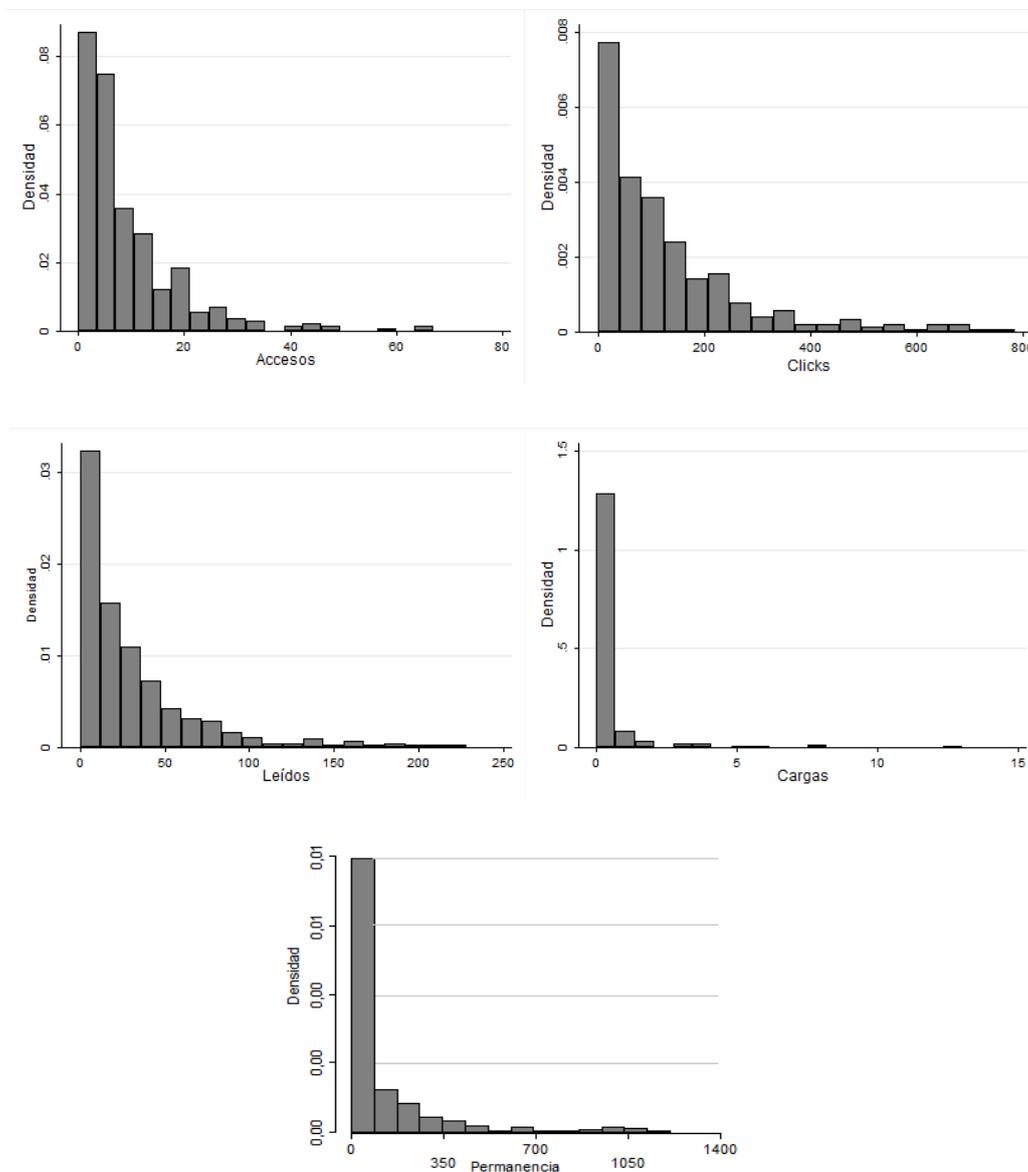
Anexo estadístico

Cuadro 1: Estadísticos descriptivos de los indicadores de learning analytics

VARIABLE	Media	D.E.	C.V. (%)	Mediana	Q1	Q3	Asimetría	Curtosis
ACCESOS	9,4	10,1	107,45	6	3	12	2,43	7,92
CLICKS	130,13	143,87	110,56	85	34	170	2	4,34
LEÍDOS	30,35	37,82	124,62	17	5	40	2,33	6,31
CARGAS	0,33	1,25	379,38	0	0	0	5,78	41,01
PERMANENCIA	123,4	215,83	174,9	33	8	137	2,84	8,31

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1: Histogramas de los indicadores de learning analytics



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2: Estadísticos descriptivos de los indicadores según condición del alumno

VARIABLES/ CONDICIÓN	Obs.	Media	D.E.	C.V.	Mediana	Q1	Q3	Asimetría	Curtosis
ACCESOS									
Libres	135	2,93	7,79	98,26	5	3	11	1,78	4,12
Regulares	236	10,24	11,13	108,76	7	3	13	2,4	7,07
CLICKS									
Libres	135	110,77	114,89	103,72	77	30	160	2	5,39
Regulares	236	141,21	157,25	111,35	87	37	187	1,88	3,39
LEÍDOS									
Libres	135	24,28	27,17	111,91	17	4	32	2,45	9,96
Regulares	236	33,82	42,4	125,37	17,5	6	45	2,1	4,5
CARGAS									
Libres	135	0,18	0,81	455,15	0	0	0	5,33	28,61
Regulares	236	0,42	1,43	345,35	0	0	0	5,34	33,83
PERMANENCIA									
Libres	117	123,08	224,84	182,69	31	6	123	2,88	8,14
Regulares	194	123,6	210,8	170,55	34	10	159	2,83	8,37

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3: Pruebas de Mann-Whitney

VARIABLE	N° de obs.	Media	Desviación estándar	W	p (2 colas)
ACCESOS					
Libres	135	7,93	7,79	23313,5	0,0701
Regulares	236	10,2	11,13		
CLICKS					
Libres	135	110,77	114,89	23794,5	0,1856
Regulares	236	141,21	157,25		
LEÍDOS					
Libres	135	24,28	27,17	23821	0,1943
Regulares	236	33,82	33,82		
CARGAS					
Libres	135	0,18	0,81	23753,5	0,016
Regulares	236	0,42	1,43		
PERMANENCIA					
Libres	117	123,08	224,84	17797	0,5534
Regulares	194	123,6	210,8		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4: Matriz de correlación

	ACCESOS	CLICKS	LEIDOS	CARGAS	PERMANE...
ACCESOS	1.000000	0.843728	0.724095	0.319969	0.412652
CLICKS	0.843728	1.000000	0.897073	0.336258	0.475138
LEIDOS	0.724095	0.897073	1.000000	0.240897	0.343800
CARGAS	0.319969	0.336258	0.240897	1.000000	0.330898
PERMANE...	0.412652	0.475138	0.343800	0.330898	1.000000

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5: Estimación del modelo de regresión binaria

Dependent Variable: CONDICION

Method: ML - Binary Probit (Newton-Raphson / Marquardt steps)

Date: 07/29/16 Time: 15:45

Sample: 1 371

Included observations: 371

Convergence achieved after 3 iterations

Coefficient covariance computed using observed Hessian

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
LEIDOS	0.004702	0.001983	2.371337	0.0177
C	0.212795	0.086541	2.458891	0.0139
McFadden R-squared	0.012430	Mean dependent var		0.636119
S.D. dependent var	0.481765	S.E. of regression		0.479052
Akaike info criterion	1.305720	Sum squared resid		84.68197
Schwarz criterion	1.326832	Log likelihood		-240.2111
Hannan-Quinn criter.	1.314105	Deviance		480.4222
Restr. deviance	486.4691	Restr. log likelihood		-243.2346
LR statistic	6.046960	Avg. log likelihood		-0.647469
Prob(LR statistic)	0.013930			
Obs with Dep=0	135	Total obs		371
Obs with Dep=1	236			

Fuente: Elaboración propia.