

## Analíticas de aprendizaje en el contexto de un curso de Ingeniería de la UNLP

Di Domenicantonio Rossana<sup>1</sup>, González Alejandro<sup>2</sup> y Hasperué Waldo<sup>2,3</sup>,

<sup>1</sup> IMApEC: Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata,

<sup>2</sup> Instituto de Investigación en Informática LIDI. Facultad de Informática. Universidad Nacional de La Plata,

<sup>3</sup> Investigador asociado - Comisión de Investigaciones Científicas (CIC-PBA)

1900 La Plata, Bs. As., Argentina

[rossanadido@ing.unlp.edu.ar](mailto:rossanadido@ing.unlp.edu.ar), [agonzalez@lidi.info.unlp.edu.ar](mailto:agonzalez@lidi.info.unlp.edu.ar), [whasperue@lidi.info.unlp.edu.ar](mailto:whasperue@lidi.info.unlp.edu.ar)

**Abstract.** Este trabajo relata la utilización de analíticas de aprendizaje en un curso de matemática para ingresantes a carreras de Ingeniería de la UNLP. Se realiza una breve historia del arte del tema, se enumeran los objetivos del trabajo y la aplicación de esta herramienta a tres cohortes de alumnos ingresantes a las diferentes carreras de Ingeniería que realizaron la materia “Matemática para Ingeniería” a distancia. Este trabajo forma parte de una tesis de maestría sobre tecnología informática aplicada en educación de la Facultad de Informática de la UNLP. Se esbozan los primeros resultados del trabajo de campo y se extraen conclusiones.

**Keywords:** 1-Analíticas de aprendizaje 2- Matemática 3- Ingresantes 4- Educación a distancia

### 1 Introducción

La minería de datos aplicada en contextos educativos provee diversos indicadores que pueden ser utilizados tanto en una materia de matemática ofrecida con modalidad a distancia o con acompañamiento virtual como en otras materias que utilizan plataformas educativas que constituyen el ambiente virtual de enseñanza y aprendizaje del alumno con el fin de detectar patrones que motiven a docentes y alumnos a implementar estrategias de retención y mejoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En coincidencia con M. Maggio, los registros de las prácticas de enseñanza y los procesos de aprendizaje en ambientes con alta disposición tecnológica reflejan una mayor complejidad y profundidad que en otros modelos con menor acceso a la tecnología [1]. En este sentido es un desafío plantear una propuesta donde observar, revisar, entender y construir un modelo y su validación que enriquezca el modelo actual que tiene esta modalidad de la materia.

“Matemática para ingeniería” es la primera materia del plan de estudio de las trece carreras de ingeniería de la Facultad de ingeniería de la UNLP. Es la materia que equivale a lo que antes del 2016 correspondía a la nivelación en matemática de los alumnos ingresantes a carreras de Ingeniería.

LMS “Learning Management System” son las plataformas de formación virtual más utilizadas en instituciones de Educación Superior, para la gestión de acciones de formación con tecnología, tanto para educación a distancia completa o en combinación de la enseñanza presencial o b-learning. Se describirán

los factores o variables que pueden determinar patrones y características para un aprendizaje eficaz en los LMS.

Los objetivos principales del presente trabajo son:

- Describir las características y principales autores sobre LA “Learning Analytics” y su utilización en este trabajo.
- Definir factores, variables, patrones y características que determinen un aprendizaje eficaz en los LMS.
- Asociar esos factores al curso de matemática de la FI donde se realiza el estudio.
- Extraer primeros resultados cuantitativos y posibles reflexiones sobre esas mediciones.

## 2 Matemática para ingeniería

Esta materia es la primera con la que los alumnos ingresantes a las trece carreras de ingeniería de la UNLP deben enfrentarse para iniciar sus estudios universitarios. Una de esas carreras (Ingeniería en Computación) además requiere de una nivelación en informática IAI para los alumnos ingresantes que es dictada por la Facultad de Informática al mismo tiempo que hacen la materia de matemática. En matemática para ingeniería se nivelan, repasan y profundizan los conceptos y herramientas matemáticas que los alumnos deben conocer para realizar el resto de las materias de matemática que la suceden y tienen correlatividad en el plan de estudios. Esta materia se dictaba hasta el inicio de la pandemia por Covid-2019 de manera presencial y en forma a distancia para los alumnos ingresantes que residan a más de 60 kilómetros de la ciudad de La Plata donde tiene sede la Facultad. Existe desde hace unos años una modalidad especial para estos alumnos que se dictaba de manera virtual y sobre la que se tomaron datos y mediciones para hacer el análisis.

De manera presencial la materia tiene una modalidad de aula taller donde los alumnos aprenden haciendo y compartiendo entre alumnos y docentes el contenido, procedimientos y procesos que redunden en un mejor aprendizaje. La metodología de aula taller fomenta la integración de la teoría con la práctica; según Ander-Egg la teoría surge como una necesidad para la práctica, tanto para interpretar la problemática a resolver como para orientar las estrategias que se llevarán a cabo para ello [2]. Esta forma de aprender, a partir de la resolución de problemas, de una manera cooperativa y grupal, no es compatible con la enseñanza tradicional, sobre todo en cuanto a matemática se refiere, con un profesor transmitiendo su conocimiento de manera expositiva y un grupo pasivo de alumnos. En esta metodología de aula taller de acuerdo con Pasel y Asbornio el profesor es el coordinador de las actividades en el aula y el evaluador de los procesos de aprendizaje que va realizando cada estudiante [3]. En concordancia con García el alumno debe construir su propio conocimiento y esto dependerá de su voluntad para aprender, de los aportes propios y de sus compañeros y de la interrelación entre los integrantes del grupo entre sí y con sus docentes [4].

En el curso de Matemática para ingeniería que se dictó para los alumnos que residían a más de 60 kilómetros de distancia se intentó replicar esta modalidad y por ello hay diferentes estrategias que se utilizaban con el fin de brindar a todos los ingresantes la misma preparación ya que además todos realizaban las mismas evaluaciones para la promoción de la materia. Para el seguimiento de la cursada con modalidad a distancia se diseñó el curso en una de las LMS más utilizadas que es la plataforma Moodle, y además es la adoptada por la Institución dentro del cual se realiza este estudio. Esta plataforma permite obtener buenos resultados académicos como afirman Cabanillas et al. y los estudiantes presentan buenas percepciones hacia ella [5]. Cabe destacar que el estudio se realizó con ingresantes de cohortes anteriores a COVID-19 y en general no todos los estudiantes ni docentes estaban familiarizados con la educación a distancia. Se analizaron datos referidos a cursos de ingresantes de las cohortes 2017, 2018 y 2019 que realizaban la

modalidad de curso a distancia y eran alumnos que estaban realizando el último semestre del colegio secundario en su lugar de residencia (Tabla 1).

Según Scorzo, Favieri y Williner el trabajo en una cátedra numerosa y la utilización de herramientas web y software matemático, es un desafío que requiere creatividad de los docentes, trabajo de indagación de las herramientas, tiempo de aprendizaje de estas y una constante actualización [6]. En este sentido en la cátedra de Matemática para ingeniería se venía trabajando con los alumnos ingresantes que no residían en la ciudad con una modalidad a distancia, aunque sin hacer uso de encuentros sincrónicos que luego de la pandemia por el Covid-19 se hicieron mucho más frecuentes. Según Bartolomé habrá un cambio de paradigma post pandemia en la didáctica y la alfabetización digital tanto de alumnos como de los docentes y las Tics tomarán un rol más activo y protagónico [7]. Es importante destacar, como afirman Di Domenicantonio y Langoni, que en materias masivas y de ingresantes a carreras científico-tecnológicas es deseable que se adquieran nuevas estrategias y formación profesional muy importante en los docentes para que no se reproduzca la presencialidad en la virtualidad [8].

**Tabla 1.** Cantidad de alumnos de la muestra estudiada de las tres cohortes de ingresantes

Alumnos	Inscriptos	Rindieron	Promocionaron	Relación de promocionados
Cohorte 2017	109	82	32	39%
Cohorte 2018	147	112	49	44%
Cohorte 2019	193	123	49	40%

### 3 Analíticas de aprendizaje

Daremos cita a diferentes autores que han realizado estudios sobre “Learning Analytics” (LA) como la herramienta que tiene por objetivo utilizar la enorme cantidad de datos que generalmente se dispone cuando se utilizan entornos virtuales en los procesos de formación y no siempre son aprovechados correctamente para realizar predicciones que permitan tomar decisiones oportunas. De esta manera trataremos de abordar a una definición de LA.

Según M. Zapata-Ros “ahora hay una nueva perspectiva: La analítica masiva de datos personalizados”. Los algoritmos adecuadamente orientados por las teorías del aprendizaje personalizado, por técnicas pedagógicas y de diseño instruccional pueden, junto con los avances en minería de datos, obtener información para ajustar mejor la intervención educativa, para mejorar el rendimiento de los alumnos, y el del programa educativo. Según el mismo autor, un desafío de naturaleza prioritaria consiste en utilizar la analítica para detectar indicadores de abandono precoz en estudios en línea [9].

En concordancia con Baker, Jaramillo & Paz, la analítica de aprendizaje se puede definir como el proceso de determinar, evaluar e interpretar el significado de grandes volúmenes de datos educacionales; utilizando para ello algoritmos matemáticos [10] [11].

La Society for Learning Analytics Research define la LA como un campo de estudio y lo describe como “la medición, recolección, análisis y presentación de datos sobre los alumnos y sus contextos, con el propósito de comprender y optimizar el aprendizaje y los entornos en los que se produce” [12].

Márquez Vera ha estudiado en su tesis doctoral datos reales de una escuela de nivel medio superior de la ciudad de Zacatecas, México, con la finalidad de predecir el resultado de los estudiantes al final del curso. Propuso la utilización de un algoritmo genético para obtener un modelo de clasificación que proporcione

reglas de inducción fácilmente comprensibles. Se ha demostrado que usar técnicas como la selección de mejores atributos, el rebalanceo de datos y clasificación pueden ser utilizadas exitosamente para mejorar la precisión de la clasificación [13].

Huang&Fang aplicaron cuatro modelos matemáticos para predecir el rendimiento académico de estudiantes de un curso de ingeniería utilizando para ello las calificaciones finales de los mismos. Los resultados finales mostraron que los puntajes de los exámenes finales de los estudiantes eran predecibles con un 88% de precisión en base a ocho variables recopiladas de un sistema de gestión de aprendizaje (LMS) [14].

Hu&Shih desarrollaron un sistema de alerta temprana basado en árboles de decisión para predecir si los estudiantes aprobarán o no. El modelo fue construido utilizando datos de 300 estudiantes y 13 variables recogidos mediante analítica en línea. Los resultados revelaron un 95% de precisión [15].

Salgado Reyes et al sostienen que la minería de datos educativos desarrolla modelos y métodos para explorar los datos recopilados de los entornos de aprendizajes educativos mediante analíticas de aprendizajes con el fin de detectar patrones que permitan predecir variables de interés en instituciones educativas universitarias [16].

Ye & Biswas, citado por Salgado Reyes et al. afirman que pesar de que el rendimiento académico es una variable multifactorial, muchos de los estudios alrededor de la misma incluyen solo factores personales y socioeconómicos; sin embargo, el surgimiento y la aplicación de las nuevas tecnologías de enseñanza sobre todo el uso de las plataformas virtuales, permiten a las universidades recolectar una gran cantidad de información en tiempo real. Estos cuantiosos datos electrónicos generados, proporcionan un abordaje multivariante en el estudio del rendimiento académico [16].

Adoptamos como definición para este trabajo que Analítica de Aprendizaje es el estudio y procesamiento de los datos obtenidos de un ambiente educativo enriquecido con tecnología con el fin de clasificar, determinar, evaluar e interpretar el significado de grandes volúmenes de datos educacionales, utilizando para ello algoritmos matemáticos, la observación detallada de patrones propios del contexto de estudio y la obtención de conclusiones para la toma de decisiones.

Cabero Almenara et al afirman que se deben definir variables favorecedoras de crear acciones para la formación virtual de calidad. Y en ese sentido es muy importante la definición de las variables a estudiar para luego aplicar una técnica estadística que logre mostrar la tendencia en el estudio realizado, teniendo en cuenta el contexto de estudio, la confiabilidad de los datos y la significación de estos [17].

#### **4 Primeros análisis de datos**

Es importante para la calidad de la enseñanza virtual, no solo tener en cuenta las variables de carácter tecnológicos como la usabilidad, funcionalidad o la facilidad de manejo de las diferentes herramientas tecnológicas, sino que es importante analizar como lo hacen Ruiz y Dávila las interacciones entre los diferentes actores que intervienen en el proceso de enseñanza y aprendizaje, para que los resultados del proceso sean satisfactorios, entre los estudiantes, docentes, contenidos, evaluaciones, tecnología y la institución donde se realiza el proceso [18].

Entre los factores que inciden en la calidad de la docencia universitaria virtual, diversos estudios señalan el rol destacado del docente por varios motivos: su función en la orientación y supervisión del proceso de aprendizaje, por su acción tutorial enfocada a ayudar a los estudiantes en las dificultades de aprendizaje y por motivar una reflexión crítica sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje. Según Cabero Almenara et al la función más efectiva del docente para promover el aprendizaje auténtico en los entornos LMS y situar al estudiante en el centro del proceso de enseñanza y aprendizaje es su capacidad de construir y utilizar

recursos didácticos que con una consistente combinación entre las diferentes herramientas que brinde el LMS y la variedad de actividades que puedan realizarse tanto en el aula como fuera de ella [17]. Como señala Silva “La formulación, diseño e implementación de e-actividades son parte del diseño instruccional online, pueden responder a diferentes finalidades como: la motivación inicial hacia la materia; las formativas orientadas a la consecución de objetivos; competencias o resultados de aprendizajes; las evaluativas, que permiten constatar el nivel de progreso de los estudiantes” [19].

Según Salinas un entorno virtual de aprendizaje se presenta como un ámbito para promover la enseñanza y el aprendizaje a partir de procesos de comunicación multidireccionales (docente/alumno - alumno/docente y alumnos entre sí). Se trata de un ambiente de trabajo compartido para la construcción del conocimiento en base a la participación activa y la cooperación de todos los miembros del grupo, promoviendo el aprendizaje colaborativo y minimizando las barreras temporales y espaciales [20].

Las actividades que el docente propone en el ambiente de aprendizaje pueden ser o no significativas para el estudiante, de acuerdo con diferentes variables: tipo de materia, materia inicial o avanzada en el plan de estudios, contexto en el que se presenta, valor práctico y motivacional, entre otras características. Los materiales didácticos que el docente incorpore a la plataforma deben fomentar y promover una diversidad de actividades en el estudiante para promover la adquisición de los conocimientos y en particular que favorezcan el aprendizaje colaborativo.

La interactividad es una característica fundamental para los entornos de enseñanza y aprendizaje virtuales y según Bartolomé Pina “es la posibilidad de que el emisor y el receptor permuten sus respectivos roles e intercambien mensajes” citado por Moya [21].

En este trabajo, se realizó un análisis del significado de los datos obtenidos de la plataforma Moodle utilizada en la Facultad de ingeniería como entorno propio de LMS y se contrasta junto a las notas finales de los alumnos de las tres cohortes intervinientes ya mencionadas. Se evaluaron patrones, características y variables que puedan incidir en evitar casos de deserción de estudiantes y contribuir a mejorar el rendimiento académico de alumnos de esta modalidad de cursada especialmente para alumnos ingresantes que estaban realizando la materia desde sus lugares de residencia previo al COVID-19. Se definieron variables de mayor impacto y las que sean menos relevantes que incluso fueron utilizadas como insumos cuando se debió migrar a la virtualidad por la pandemia.

Surgieron preguntas y planteamientos iniciales como, por ejemplo:

¿Existe correlación entre la actividad e interacción de los estudiantes en la plataforma virtual y el rendimiento académico final? ¿Se puede anticipar algún comportamiento de los alumnos en la plataforma virtual, que los docentes puedan guiar y mejorar, para evitar deserciones tempranas en cursos de matemática inicial?

Estos interrogantes son parte de las hipótesis planteadas en la propuesta del trabajo de tesis de Magister, son parte de muchos planteamientos surgidos en este periodo de pandemia que estamos atravesando.

#### 4.1 Metodología de investigación

Desde el punto de vista de la investigación se analizaron los resultados obtenidos y las categorías encontradas en la aplicación de las analíticas de aprendizaje (Fig.1). Para esto se trabajó, en coincidencia con Giraldo Ocampo, con los siguientes enfoques [22].

El enfoque descriptivo: se corresponde con el análisis inicial de los datos, para contextualizar el dominio en el que se trabaja, los datos con que se cuenta y cómo se obtienen.

El enfoque diagnóstico: tiene por objeto conseguir una serie de resultados iniciales, puede estar representado en la ejecución de consultas relacionales o multidimensionales sobre los datos. Las consultas

relacionales corresponden a la extracción de conocimiento de almacenamiento de datos de tipo de relacional. El lenguaje de programación usado para la generación de este tipo de consultas es el SQL.

El enfoque predictivo: Este se concentra en tratar de mostrar lo que podría suceder a partir del análisis de los datos que se tienen y por medio de la aplicación de técnicas más complejas, como por ejemplo analíticas de aprendizaje.

El enfoque prescriptivo: hace referencia a las recomendaciones sobre qué se debe hacer después de los hallazgos obtenidos por medio de la adopción de estrategias que permitan atacar los puntos identificados como débiles o incentivar los aspectos positivos.

Validación del modelo: Según los objetivos planteados se estudiarán los registros de datos de tres cohortes de alumnos ingresantes.

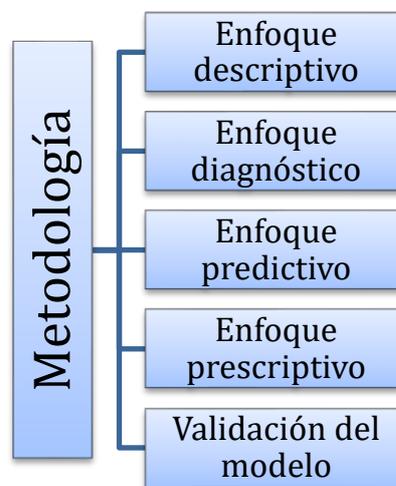


Fig. 1. Aspectos tenidos en cuenta en la metodología de investigación utilizada para el análisis de los datos

## 4.2 Resultados

En el presente trabajo se expondrán algunos datos preliminares del análisis correspondiente a la tesis que está en proceso de redacción. Las muestras se obtuvieron relevando los datos necesarios de las tablas que Moodle provee. Esto se realizó con un dump de la base de datos y luego los registros suministrados se sometieron a una limpieza y contrastación de estos de una manera aleatoria para su validación de calidad y luego de este proceso se definieron aquellos que se utilizarían en el procesamiento y análisis.

Después de realizar un importante proceso de recolección, depuración, normalización y procesamiento de los datos obtenidos de los tres cursos de ingresantes respecto de la participación en cada uno de los Foros de Preguntas y Respuestas habilitados en cada curso de la materia, respecto de los cuatro capítulos de los temas abordados en Matemática para ingeniería, se realizaron tablas de comparación para comparar y analizar lo más relevante.

Un foro, en coincidencia con Sanz y Zangara, es un espacio virtual comunicativo y/o colaborativo en el que todo un grupo toma parte en un debate sobre un tema que sea de interés general. Un objetivo básico es lograr la participación de los integrantes en el debate de temas específicos, reflexionar, y compartir informaciones desde y a todo el grupo. Otros objetivos, no menos importantes, son: socializar las

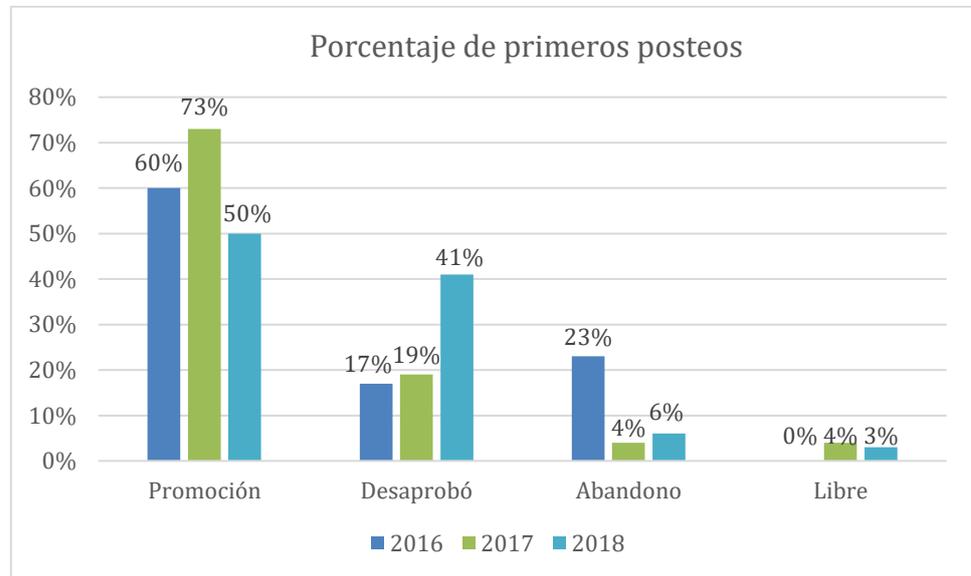
producciones entre todos los participantes, debatir sobre diversos aspectos planteados tanto por los docentes como por los propios estudiantes, y estimular el pensamiento creativo en la solución de problemas [23].

A continuación, se resumen los primeros datos y se observan algunos patrones.

**Tabla 2.** Análisis cuantitativo de los resultados académicos y la participación en los foros

	Cantidad de foros	Cantidad de "primeros" posteos	Cantidad total de posteos
<b>2016</b>	<b>59</b>	<b>148</b>	<b>420</b>
Abandonó	8	34	89
Desaprobó	10	25	64
Libre	0	0	0
Promocionó	41	89	267
<b>2017</b>	<b>12</b>	<b>167</b>	<b>306</b>
Abandonó	1	6	12
Desaprobó	4	32	58
Libre	1	7	17
Promocionó	6	122	219
<b>2018</b>	<b>281</b>	<b>333</b>	<b>1053</b>
Abandonó	44	20	72
Desaprobó	70	135	448
Libre	55	10	24
Promocionó	112	168	509

Se analizaron la cantidad de posteos o intervenciones de los alumnos en los foros y en particular los "primeros posteos" o sea aquellos posteos que inician un tema en cada uno de los foros por considerar que son aquellas intervenciones de alumnos más activos, más emprendedores y cuestionadores. Este proceso se considera similar en cierta medida con el comportamiento en un aula de clases presencial de alumnos activos cuando un profesor plantea un desafío o explicación en el pizarrón intentando recolectar la opinión y participación de los alumnos presentes. Según Vygotsky citado por Archundia-Sierra E., et al y la teoría constructivista, el aprendizaje es el resultado de la interacción del individuo con el entorno. En este contexto, el proceso de aprendizaje se espera que se convierta en un proceso activo, y pase de una simple memorización pasiva de información que se recibe a un proceso de reconstrucción de esta, por tanto, la nueva información se integra y correlaciona con el conocimiento ya existente. La motivación, la intervención, el trabajo colaborativo, las emociones, las actitudes, la interacción y la cooperación entre pares generan compromiso para el desarrollo de nuevas ideas, que inducen a la innovación en el aula [24].

**Tabla 3.** Análisis porcentual de los primeros posteos y su relación con el resultado académico de los alumnos

Se puede observar que en todos los cursos los alumnos que realizan los primeros posteos de los foros, mayoritariamente son alumnos que promocionan la materia en su gran mayoría. Se puede considerar que este comportamiento de los alumnos muestra una actitud y característica importante académicamente al momento de caracterizarlos.

En este tipo de cursos donde el trabajo en los foros fue muy importante para el desarrollo de los contenidos, la participación en ellos fue fundamental. Además, esta materia concibe la participación autónoma y activa de los alumnos frente a la matemática. Este aspecto en un curso a distancia es difícil de promover y de sostener en el tiempo, más aún con alumnos que son futuros ingresantes a la Facultad, pero aún no cursaron ninguna materia universitaria.

Cabe destacar que en estos cursos analizados no hubo nunca un encuentro sincrónico con los alumnos que realizaban la materia. Esta situación fue clara al inicio del curso de modalidad a distancia y entendiendo que los alumnos que realizaban estos cursos eran alumnos que estaban realizando el colegio secundario.

Es notorio que los alumnos con condición final de libre son los que menos participación realizaron.

Después de destacar el porcentaje de participación de los alumnos promocionados, se puede visualizar que continúan en cantidad los alumnos que desaprueban la materia, o sea aquellos alumnos que ocupan todas las instancias de evaluación, pero aun así no promocionan. Esto se considera comprensible desde el punto de vista que son alumnos que mantuvieron mayor actividad en la plataforma que los alumnos que abandonan, ya que estos últimos son alumnos que solo ocuparon al menos una instancia de evaluación y luego dejaron de participar en la plataforma y en la materia.

## 5 Reflexiones y acciones a futuro

Una vez realizado el primer análisis de los datos recolectados se concluye que, para la modalidad de trabajo impartida en “matemática para Ingeniería”, la participación en los foros de los alumnos participantes es

fundamental. Por supuesto siempre hay alumnos que son muy independientes y pueden estudiar y aprender casi solos, pero en su gran mayoría necesitan de la guía y acompañamiento docente y de sus pares para avanzar en el contenido de la materia. Es importante destacar que los estudiantes son aspirantes a una carrera de ingeniería y que, al realizar la primera materia en la universidad, tienen una preparación desigual en matemática según provienen de diferentes tipos de colegios secundarios, de diferentes ciudades y diferentes provincias. Estos patrones detectados serán evaluados y considerados en futuros análisis con los datos de las tres cohortes mencionadas. También es importante destacar que el tipo de materia y contenidos abordados en ella, complejizan en un alumno ingresante su trabajo autónomo y su comunicación a través de la plataforma por las fórmulas matemáticas, los procesos de modelización y la abstracción de las herramientas estudiadas. A pesar de ello, fue de fundamental importancia este trabajo realizado durante los años relatados y la experiencia transmitida a los docentes de la materia al inicio de la cuarentena por la pandemia, ya que no todos los docentes habían utilizado plataformas educativas virtuales ni tenían estudios o experiencias con cursos en modalidad a distancia.

## Referencias

1. Mariana Maggio: Enriquecer la enseñanza. Los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad. Buenos Aires, Argentina, Editorial Paidós (2016)
2. Ander-Egg, E.: El taller. Una alternativa de renovación pedagógica. Editorial Magisterio del Río de La Plata (1991)
3. Pasel, S.; Asborno, S.: Aula-Taller. Aique (1993)
4. García, Mabel M: Propuesta de aula taller en el Curso de Nivelación para el ingreso a Ingeniería. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación de la UNLP (2017) <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/tesis/te.1532/te.1532.pdf>
5. Cabanillas, J.L., Luengo, R. y Torres, J.L: Diferencias de actitud hacia las TIC en la formación profesional en entornos presenciales y virtuales. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 55, pp. 37-55 (2019)
6. R.Scorzo, A.Favieri, B.Williner: Desarrollo de un espacio de enseñanza aprendizaje para realizar actividades con uso de software en una cátedra numerosa. *TE&ET. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, n.º 21 pp. 77-83, (2018)
7. A. Bartolomé Pina: 15' Notas & Entrevistas: Haría falta una formación muy intensa para el cambio de paradigma [Online] <https://ladaga.net/notas/> (2020, April 22)
8. R. Di Domenicantonio y L. Langoni: Coordinación de materias masivas de Matemática en la Facultad de Ingeniería de la UNLP durante la pandemia COVID-19, *TEyET*, n.º 28, p. e20, (2021)
9. Zapata-Ros, M.: Analítica de aprendizaje y personalización. Recuperado de <http://uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/41> (2013)
10. Baker, R: Educational data mining: An advance for intelligent system in education. *IEEE Intelligent Systems*, pp.78-82 (2014)
11. Jaramillo, A. y Paz Arias, H: Aplicación de técnicas de minería de datos para determinar las interacciones de los estudiantes en un entorno virtual de aprendizaje. *Revista Tecnológica ESPOL*, 28, 1, pp. 64-90 (2015)
12. Long, P. y Siemens, G.: Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education. Recuperado de <https://bit.ly/2UvNXuA> (2011)
13. Márquez Vera, C: Predicción del fracaso y el abandono escolar mediante técnicas de minería de datos. Directores: Ventura Soto y Romero Morales, Programa II de la UAPUAZ, Zacatecas, México, Universidad de Córdoba, pp. 39-63 (2015)
14. Huang, S. & Fang, N.: Predicting student academic performance in an engineering dynamics course: A comparison of four types of predictive mathematical models. *Computers & Education*, 61, pp. 133-145 (2013)
15. Hu, Y., Lo, C. & Shih, S.: Developing early warning systems to predict students online learning performance. *Computers in Human Behavior*, 36, pp. 469-478 (2014)

16. Salgado Reyes, N., Beltrán Morales, J., Guaña Moya, J., Escobar Teran, Ch., Nicolalde Rodríguez, D. y Chafía Altamirano, G.: Modelo para predecir el rendimiento académico basado en redes neuronales y analítica de aprendizaje. *RISTI*, 17, 258-266 (2018)
17. Cabero, J., Del Prete, A.C., Aranciabia, M.L.: Modelo para determinar acciones de calidad en la formación virtual. *Digital Education Review*. 37. 323-342. DOI: 10.1344/der.2020.37.323-342 (2020)
18. Ruiz, C. y Dávila, A.A.: Propuesta de buenas prácticas de educación virtual en el context universitario. *RED-Revista de Educación a Distancia*, 49 (12). DOI: 10.6018/red/49/12 (2016)
19. Silva Silva, J.: Un modelo pedagógico virtual centrado en las E-actividades. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 53(10), 1-20, pp.7-8. DOI: 10.6018/red/53/10 (2017).
20. Salinas, M.: Entornos virtuales de aprendizaje en la escuela: tipos, modelo didáctico y rol del docente. Recuperado de [http://www.uca.edu.ar/uca/common/grupo82/files/educacion-EVA-en-la-escuela\\_web-Depto.pdf](http://www.uca.edu.ar/uca/common/grupo82/files/educacion-EVA-en-la-escuela_web-Depto.pdf)Giraldo
21. Moya, M.M: La utilización de los foros en la enseñanza de la matemática mediada por tecnología digital (2008)
22. Ocampo, M.: Descubrimiento de patrones en interacciones entre estudiantes y plataformas virtuales de educación mediante el uso de analíticas de aprendizaje. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín (2016)
23. Sanz, C.V. y Zangara, M.A.: Los foros como espacios comunicacionales-didácticos en un curso a distancia. Una propuesta metodológica para aprovechar sus potencialidades. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/22535> (2006)
24. Archundia-Sierra E., et al: Redes de aprendizaje digital en nodos colaborativos. 2020, pp. 64 - 72.