

Relación entre el uso de plataforma tecnológica ALEKS con la calificación final en curso de matemáticas de educación superior

RELATIONSHIP BETWEEN THE USE OF THE ALEKS TECHNOLOGY PLATFORM AND THE FINAL GRADE IN A HIGHER EDUCATION MATHEMATICS COURSE

Felipe Cristián Marín Álvarez* y Patricio Andrés Ramírez González**

Resumen: El presente artículo indaga en el trabajo con la plataforma tecnológica de aprendizaje matemático ALEKS, como herramienta utilizada en una asignatura de primer año en una universidad chilena. El objetivo general del estudio fue determinar el porcentaje de la calificación final del curso de matemáticas que es explicado por el uso de la plataforma ALEKS. Siguiendo una metodología cuantitativa y un diseño hipotético deductivo, se trabajó con las calificaciones y el rendimiento académico de 1.899 estudiantes de un curso de matemáticas de primer año pertenecientes a la carrera de Ingeniería Comercial. Los resultados señalan que existe una relación lineal entre la calificación obtenida por ALEKS y la calificación final conseguida en la asignatura, encontrando que la nota final en el curso es explicada en un 50% por la nota obtenida debido al uso de la plataforma. El estudio respalda la continuidad del uso de ALEKS en la asignatura observada y complementa otros estudios relacionados a las percepciones que presentan las y los estudiantes sobre ALEKS, lo que permite proyectar Aleks a otras carreras y asignaturas en futuras im-particiones.

Palabras Clave: enseñanza superior, aprendizaje en línea, matemáticas, tecnología de la información, aritmética.

Abstract: This article investigates the use of the Aleks technology platform for mathematical learning in a first-year course at a Chilean university. The overall objective of the study was to determine the percentage of the final mathematics course grade explained by the use of the Aleks platform. Using a quantitative methodology and a hypothetical-deductive design, the study examined the grades and academic performance of 1,899 students in a first-year mathematics course in the Business Engineering program. The results indicate a linear relationship between the grade obtained by Aleks and the final grade obtained in the course. The study found that 50% of the final course grade is explained by the grade obtained due to the use of the platform. This study supports the continued use of Aleks in the observed course and complements other studies related to student perceptions of Aleks, allowing Aleks to be projected to other programs and courses in future courses.

Keywords: higher education, online learning, mathematics, information technology, arithmetic.

Recibido: 8 Agosto 2022 / Aceptado: 25 Octubre 2025

* Magíster en Docencia para la Educación Superior, Universidad Andrés Bello. Correo electrónico: felipe.marin@unab.cl. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2345-3104>

** Magíster en Docencia para la Educación Superior, Universidad Andrés Bello. Correo electrónico: patricio.ramirez@unab.cl. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0076-9349>

Introducción

En los últimos años, el uso de estrategias metodológicas y recursos didácticos en la enseñanza de las matemáticas ha cobrado fuerza, impulsado por el avance tecnológico y la constante actualización docente frente a las exigencias del entorno (Mena, Klenner y Alarcón, 2021; Zulay, 2021). La enseñanza de esta disciplina exige desarrollar habilidades cognitivas como la conceptualización, el razonamiento y la resolución de problemas (Morales, 2003), lo que demanda una reflexión profunda sobre las estrategias pedagógicas empleadas (Zulay, 2021). En contextos altamente virtualizados, es necesario transformar los entornos tradicionales hacia otros que integren tecnologías y fomenten nuevos espacios de aprendizaje (Carrillo, 2018), ya que su incorporación mejora los resultados educativos (Muñoz y Sanhueza, 2007). Además, el trabajo colaborativo permite que los estudiantes expliquen mutuamente contenidos y situaciones (Mazur, 2013), generando una atmósfera de cooperación que reemplaza la competencia individual (Crouch, Watkins, Fagen y Mazur, 2007), y fortalece habilidades como el liderazgo y el trabajo en equipo (DeLozier y Rhodes, 2016), aspectos que pueden propiciarse mediante la implementación de plataformas interactivas.

El uso de TIC en la enseñanza de las matemáticas

La matemática ha sido tradicionalmente una asignatura que genera predisposición negativa en los estudiantes (Cerda, Ortega, Casas, Del Rey y Pérez, 2016), lo que se ha atribuido a factores personales, cognitivos y socioculturales (Gómez, 2016; Guven y Cabakcor, 2013), así como a la autopercepción y una baja motivación (Nasiriyán et al., 2011; Vandecandelaere et al., 2012). Estas construcciones han contribuido a formar una imagen negativa de la asignatura, asociada a estados emocionales y sentimientos adversos (McLeod y Adams, 1989), lo cual plantea la necesidad de explorar cómo el uso de herramientas tecnológicas puede influir positivamente en el aprendizaje de las matemáticas. En este sentido, el estudio de esta asignatura requiere una supervisión constante de las metodologías empleadas, con el fin de mantener el interés y la motivación del estudiantado. Resulta fundamental, entonces, proponer mejoras a través del uso de recursos tecnológicos que fortalezcan la enseñanza de las matemáticas (Martín, 2000), no solo para enfatizar el conocimiento matemático, sino también para superar el énfasis en procedimientos rutinarios (Carrillo, 2018). Y es que el uso de herramientas tecnológicas posibilita la comunicación sincrónica y asincrónica con el profesorado, así como espacios de retroalimentación, discusión y gestión innovadora del curso (Giler, 2020). Es clave potenciar aquellas tecnologías interactivas que se ajusten al ritmo del curso, ya que pueden incrementar la atención y participación del estudiantado, facilitando la construcción activa de aprendizajes significativos (Sánchez, Sánchez y Macías, 2018).

La plataforma interactiva Aleks

El uso de la tecnología, sobre todo a través del vínculo entre el mundo digital y el mundo real, es un sistema que favorece el trabajo creativo general, elemento funda-

mental en el estudio de las matemáticas (García y Manso, 2018). La actualización de mallas curriculares y programas de asignaturas ha promovido la priorización de objetivos y contenidos elementales en ciencias básicas, haciendo necesaria la implementación de estrategias de nivelación de materias fundamentales en matemáticas, de manera de avanzar al manejo de esta ciencia como una herramienta transversal en las asignaturas de especialización (Marín y Fernández, 2020). Así, diversas instituciones universitarias chilenas han planteado estrategias metodológicas de innovación en el aula, caracterizadas por el uso de herramientas tecnológicas altamente responsivas.

En esta línea, docentes del área han avanzado en la incorporación de contenidos de nivel superior, el uso de materiales visuales y manipulativos, y el fomento del pensamiento crítico (Breda, 2020). Una plataforma educativa que reúne estas características es *Assessment and Learning in Knowledge Spaces* (ALEKS), un sistema de inteligencia artificial diseñado para establecer una base sólida en la comprensión de conceptos matemáticos (Boykin y Xiao, 2009). Al utilizar ALEKS, primero se evalúa el conocimiento inicial de las y los estudiantes mediante un conjunto de ejercicios diagnósticos. A partir de esos resultados, el programa selecciona contenidos adecuados al nivel de cada estudiante, considerando el grado de dificultad y las brechas detectadas (Maćkowski, Brzoza, Żabka y Spinczyk, 2018). Para ello, ALEKS emplea herramientas de evaluación y aprendizaje personalizado, estrategias de flexibilidad de contenido, gestión de recursos y acceso ilimitado en línea, adaptándose a cualquier dispositivo tecnológico (Boykin y Xiao, 2009). Además, utiliza preguntas adaptativas que identifican con precisión el nivel de conocimiento del estudiante, permitiendo generar ejercicios dirigidos específicamente a superar sus dificultades, entregando refuerzos entre contenidos de áreas clave como álgebra y cálculo (Nwaogu, 2012). Así, en los últimos años, el uso de tecnologías aplicadas a la educación ha ganado terreno, vinculando el componente tecnológico con la eficiencia en la gestión de la información (Cammaerts, 2017). En este contexto, las TIC, entendidas como herramientas que facilitan la comunicación y el acceso a la información (Sánchez, García, Steffens y Palma, 2019), destacan por su inmaterialidad, interactividad, instantaneidad, innovación y alta calidad en imagen y sonido (Jin y Cho, 2015). Así, su aplicación en la enseñanza de las matemáticas no solo facilita el proceso educativo, sino que también promueve la interacción, participación y motivación del estudiantado, favoreciendo una transmisión significativa del conocimiento (Torres y Velandia, 2017).

Pregunta y objetivos de la investigación

Considerando los antecedentes previamente expuestos, se estimó pertinente analizar en qué medida la calificación obtenida por las y los estudiantes —debido al uso de la plataforma ALEKS— incidía en su calificación final en el curso de matemáticas. Para ello, el estudio se centró en el curso Matemáticas 1 de la carrera de Ingeniería Comercial, impartido en una universidad chilena durante el primer semestre. La indagación abarcó los períodos académicos de los años 2019, 2020, 2021 y 2022, lo que permitió considerar tanto la modalidad presencial como la enseñanza remota producto del contexto de pandemia.

A partir de esto, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿En qué medida la calificación obtenida en la plataforma ALEKS explica la calificación final en la asignatura de matemáticas? Esta interrogante surge de la necesidad de complementar, desde un enfoque cuantitativo, estudios previos que abordaron las percepciones sobre el uso de ALEKS en contexto de pandemia, los cuales evidenciaron una alta valoración de la plataforma como herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Marín y Fernández, 2020). El objetivo general de este estudio fue determinar el porcentaje de la calificación final del curso de matemáticas que puede ser explicado por el desempeño en la plataforma ALEKS. Como objetivo específico, se propuso calcular modelos de regresión lineal y sus respectivos coeficientes de determinación (r^2) para cada uno de los períodos académicos analizados: 2019, 2020, 2021 y 2022. El supuesto central de la investigación es que existe una relación lineal entre ambas variables, y que los coeficientes de determinación se aproximan a 0,5. Se espera, además, que estos coeficientes sean más altos en los años 2020 y 2021, en los que la asignatura fue dictada completamente en modalidad online debido a la pandemia.

La metodología utilizada fue la cuantitativa, entendida como aquella que permite consolidar creencias e hipótesis y puede establecer patrones de comportamiento ante un determinado fenómeno (Sampieri, 2018). El enfoque epistemológico de la investigación correspondió al hipotético deductivo (Mayorga, 2006) entendido como una explicación tentativa susceptible de ser empíricamente contrastada o falseada por medio de testeos previamente mencionados (Gómez y Sanmartí, 1996; Judd et al., 2017). El curso seleccionado fue la asignatura Matemáticas 1 dictada por el Departamento de Matemáticas de la carrera de Ingeniería Comercial en una universidad chilena. Esta asignatura presenta cuatro instancias evaluativas sumativas durante el semestre, tres de ellas son entendidas como pruebas de matemáticas confeccionadas por el equipo de docentes y la última instancia sumativa, que corresponde al promedio obtenido luego de utilizar la plataforma ALEKS.

El uso de la plataforma Aleks se estructuró en función de los contenidos establecidos en el syllabus del curso, incluyendo controles y módulos de ejercicios denominados 'avances'. A lo largo de los cuatro años considerados en este estudio, se trabajó con las calificaciones de 1.899 estudiantes, quienes trabajaron semanalmente en la plataforma durante las 16 semanas que duraba el semestre. Al finalizar el curso, las y los estudiantes habían rendido tres pruebas, evaluaciones propias del curso, y nueve evaluaciones parciales en ALEKS, compuestas por controles y avances. Con estas evaluaciones sumativas se obtuvo la calificación final del curso. El procesamiento de datos y análisis se realizó mediante el ambiente de programación R en su versión 4.1.0 GUI 1.76 High Sierra Build (7976) para Mac OS X GUI, utilizando los paquetes y librerías que la versión tiene incorporada. Se consideraron los datos del curso Matemáticas 1, correspondiente al primer semestre de los años 2019, 2020, 2021 y 2022, periodo en que el uso de ALEKS fue obligatorio. Esto permitió observar patrones comparativos entre la enseñanza presencial previa a la pandemia (2019), el período remoto durante la emergencia sanitaria (2020 y 2021) y el regreso a la presencialidad (2022).

Resultados

Para el análisis de los datos se construyeron cuatro planillas de datos por cada año, incorporando la calificación obtenida en ALEKS y la calificación final en el curso, para cada estudiante de la asignatura. El número de estudiantes por período académico se muestra en la tabla 1.

Tabla 1
Período y número de estudiantes

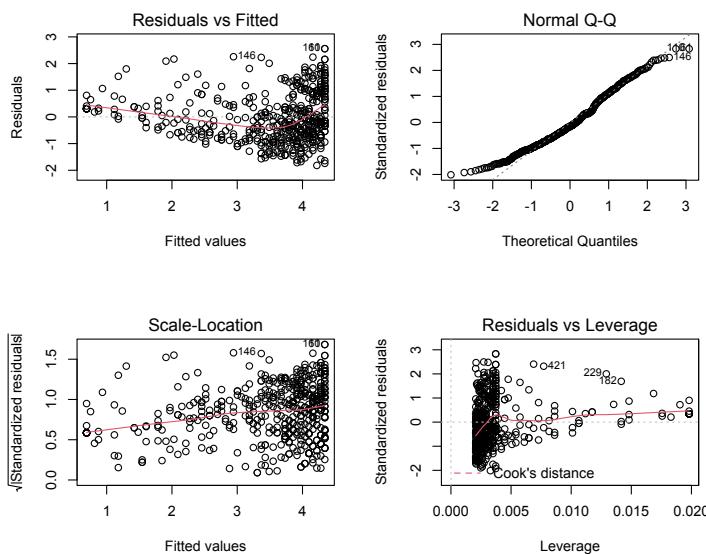
Período académico	N°
2019	487
2020	444
2021	460
2022	508

Fuente: elaboración propia

Del total de 1.899 estudiantes, 904 pertenecen a los años 2020 y 2021, período en que las evaluaciones fueron virtualizadas debido a la pandemia. Los análisis comenzaron con la verificación de los supuestos de normalidad y homocedasticidad, tal como se observa en las imágenes 1, 2, 3 y 4.

Imagen 1

Inspección visual pruebas de normalidad y homocedasticidad período académico 2019



A partir de lo anterior, se acepta el supuesto de normalidad y homocedasticidad. Los parámetros que definen el modelo para el período 2019, con un coeficiente de determinación 0,5256, se muestran en la tabla 2.

Tabla 2

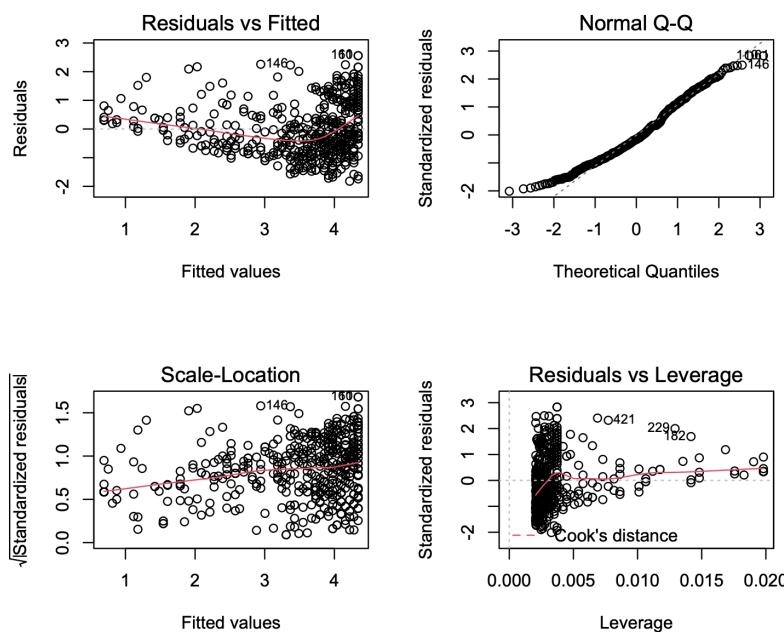
Parámetros estadísticos del modelo de regresión lineal período 2019

Variables del modelo	indicador
coeficiente de correlación	0,725
coeficiente de determinación R cuadrado	0,5256
R cuadrado ajustado	0,5246
estadístico F	536,1719
valor p	***
observaciones	486
coeficiente Beta (nota Aleks)	0,6082
constante	0,084

Nivel de significancia 5%, P valor *** altamente significativo

Imagen 2

Inspección visual pruebas de normalidad y homocedasticidad período académico 2020



A partir de lo anterior, se acepta el supuesto de normalidad y homocedasticidad. Los parámetros que definen el modelo para el período 2020, con un coeficiente de determinación 0,6311, se muestran en la tabla 3.

Tabla 3

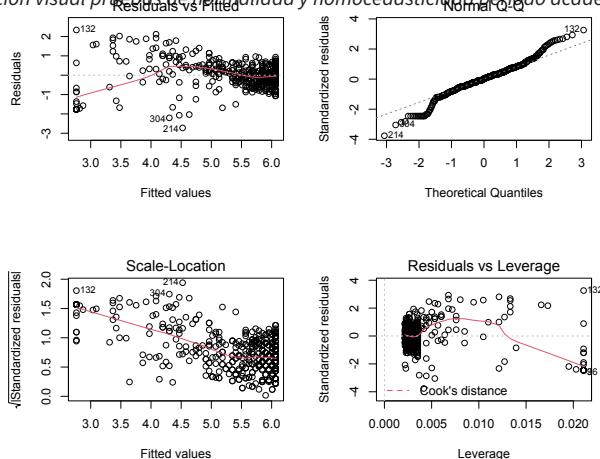
Parámetros estadísticos del modelo de regresión lineal período 2020

Variables del modelo	indicador
coeficiente de correlación	0,7944
coeficiente de determinación R cuadrado	0,6311
R cuadrado ajustado	0,6303
estadístico F	754,5423
valor p	***
observaciones	443
coeficiente Beta (nota Aleks)	0,6538
constante	1,6855

Nivel de significancia 5%, P valor *** altamente significativo

Imagen 3

Inspección visual pruebas de normalidad y homocedasticidad período académico 2021



A partir de lo anterior, se acepta el supuesto de normalidad y homocedasticidad. Los parámetros que definen el modelo para el período 2021, con un coeficiente de determinación 0,5993, se muestran en la tabla 4.

Tabla 4

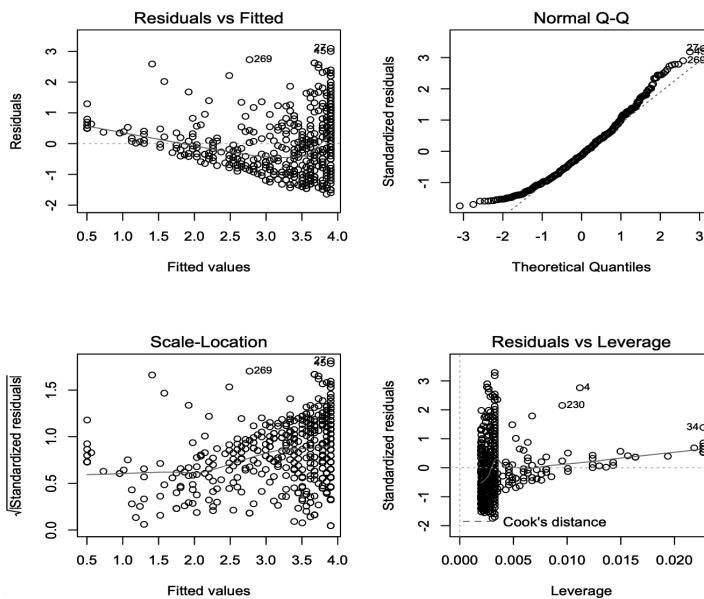
Parámetros estadísticos del modelo de regresión lineal período 2021

Variables del modelo	indicador
coeficiente de correlación	0,7741
coeficiente de determinación R cuadrado	0,5993
R cuadrado ajustado	0,5984
estadístico F	683,4535
valor p	***
observaciones	459
coeficiente Beta (nota Aleks)	0,5504
constante	2,2123

Nivel de significancia 5%, P valor *** altamente significativo

Imagen 4

Investigación visual pruebas de normalidad y homocedasticidad período académico 2022



A partir de lo anterior, se acepta el supuesto de normalidad y homocedasticidad. Los parámetros que definen el modelo para el período 2022, con un coeficiente de determinación 0,443, se muestran en la tabla 5.

Tabla 5

Parámetros estadísticos del modelo de regresión lineal período 2022

Variables del modelo	indicador
coeficiente de correlación	0,6656
coeficiente de determinación R cuadrado	0,443
R cuadrado ajustado	0,4419
estadístico F	401,7182
valor p	***
observaciones	507
coeficiente Beta (nota Aleks)	0,5664
constante	-0,0628

Nivel de significancia 5%, P valor *** altamente significativo

Discusión

La incorporación de herramientas tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas ha facilitado conexiones cognitivas más significativas entre los estudiantes (Breda, 2020; Cammaerts, 2017), haciendo del proceso de aprendizaje una experiencia más accesible y motivadora. La plataforma ALEKS integra ejercitación con elementos lúdicos mediante sistemas de puntos y *rankings*, lo que contribuye a fortalecer la motivación y, con ello, el rendimiento académico (Cook y Artino, 2016). Esta dimensión motivacional se vuelve aún más relevante si se considera que ALEKS no solo apoya el aprendizaje de contenidos, sino que además permite abordar brechas de conocimiento de forma personalizada (Marín y Ramírez, 2023).

Aceptados los supuestos de normalidad y homocedasticidad mediante gráficos *Normal QQ* y *Residuals vs Leverage*, se procedió a estimar modelos de regresión lineal que muestran una relación de intensidad media entre la nota obtenida en ALEKS y la calificación final en el curso. Los coeficientes de determinación más altos se observaron en los años 2020 (0,6311) y 2021 (0,5993), períodos marcados por la virtualización de la enseñanza debido a la pandemia. Esta modalidad generó transformaciones en las estrategias evaluativas, como un mayor tiempo disponible para resolver pruebas sin supervisión directa del docente, lo que se traduce en mejores tasas de aprobación en varias asignaturas (Ramírez, Canchola, Figueroa, Páez y Flores, 2023). Cabe destacar que, entre ambos años, el coeficiente fue más alto en 2020, lo que sugiere que la experiencia acumulada en virtualización durante 2021 pudo haber generado ajustes en las evaluaciones que afectaron la relación entre las calificaciones. En este contexto, los años centrales del estudio estuvieron condicionados por factores como el estrés y las nuevas dinámicas de aprendizaje provocadas por la contingencia sanitaria, que pudieron influir en el rendimiento académico (García, Contreras, García y Chávez, 2020). En 2022, ya con el retorno a la presencialidad, el coeficiente de determinación descendió a 0,443, com-

portamiento similar al de 2019 donde la enseñanza fue presencial. No obstante, existen diferencias en las trayectorias escolares previas: mientras la cohorte 2019 ingresó a la universidad tras completar su educación media presencial, la cohorte 2022 lo hizo tras cursar los dos últimos años de enseñanza media en modalidad remota.

Conclusiones

El uso de tecnologías en la enseñanza de las matemáticas cumple un rol clave al acompañar al estudiante en su proceso formativo, ofreciendo no solo recursos, sino también experiencias de aprendizaje más significativas y auténticas (Cullen, Hertel y Nickels, 2020). Este potencial se refuerza al considerar que las percepciones estudiantiles frente al uso de tecnología en el área son ampliamente positivas (Reddy, Reddy, Chand, Paea y Prasad, 2021). Los resultados de esta investigación permiten afirmar que existe una relación lineal positiva entre la calificación obtenida en la plataforma ALEKS y la nota final del curso de matemáticas, relación que alcanza niveles de explicación moderados a altos según el período académico observado. En años con clases presenciales, como 2019 y 2022, la nota de ALEKS explicó el 52,56% y 44,3% de la calificación final, respectivamente. En contraste, durante los años 2020 y 2021 —en los que el curso fue dictado de forma remota debido a la pandemia— este porcentaje aumentó a 63,11% y 59,93%.

Estos hallazgos dan respuesta a la pregunta y objetivo planteados: la nota obtenida en ALEKS tiene un impacto significativo sobre la calificación final en la asignatura, y dicho impacto fue aún más evidente en contextos de enseñanza virtual, donde la plataforma asumió un rol más protagónico en el proceso evaluativo. Lo anterior sugiere que ALEKS, al trabajar de manera diferenciada según las brechas de aprendizaje de cada estudiante, no solo potencia el rendimiento académico, sino que puede convertirse en una herramienta estratégica para fortalecer cursos de nivelación o iniciales en matemáticas. En este sentido, los resultados de este estudio complementan otros hallazgos realizados respecto a las percepciones del trabajo en ALEKS en educación superior en la cual las y los estudiantes manifestaban valoraciones positivas hacia el uso de la plataforma (Marín y Fernández, 2020; Marín y Ramírez, 2023). Así, se aporta una visión más robusta y completa sobre la efectividad de Aleks desde un enfoque cuantitativo, consolidando su pertinencia como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje en matemáticas universitarias.

Los resultados de esta investigación tienen implicancias relevantes para el diseño de cursos de matemáticas en la educación superior, particularmente en la formación inicial. La evidencia muestra que ALEKS no solo actúa como una herramienta de ejercitación, sino que también influye significativamente en el rendimiento académico final. Se recomienda mantener su uso en cursos de primer año e incorporarlo en otras asignaturas, especialmente aquellas sin estrategias de nivelación, dado su potencial para abordar brechas de conocimiento de forma personalizada. Además, su aplicación en contextos virtuales demostró ser una alternativa eficaz para sostener el aprendizaje en ausencia de presencialidad docente. Por ello, se sugiere a las instituciones monitorear sistemáticamente el impacto de estas plataformas, combinando enfoques

cuantitativos y cualitativos, para fortalecer la toma de decisiones pedagógicas basadas en evidencia (Marín y Fernández, 2020; Marín y Ramírez, 2023).

Limitaciones

La principal limitación de este estudio radica en que las calificaciones de 2020 y 2021 corresponden a un contexto de virtualización forzada por la pandemia. A diferencia de los años 2019 y 2022, en que el curso fue presencial, durante la pandemia tanto las clases como las evaluaciones se realizaron en línea. Esto podría haber influido en el alza de las calificaciones finales, no necesariamente por el uso de ALEKS, sino por el cambio en las condiciones de evaluación, lo que introduce un factor no controlable en el análisis.

Proyecciones

Se proyecta el uso de ALEKS como estrategia de nivelación previa al inicio del semestre universitario, especialmente tras la matrícula. Asimismo, se propone una nueva investigación con un diseño modular que permita evaluar su impacto por contenidos específicos y momentos del semestre. Otra proyección considera aplicar ALEKS en un curso cuyo *syllabus* esté completamente alineado con la plataforma, generando una articulación plena entre clases y ejercicios. Finalmente, se recomienda explorar su uso en otras asignaturas como Estadística, debido a la relación con matemáticas elementales tratadas en la asignatura inicial de Matemáticas 1.

Referencias

- Boykin, K. y Xiao, Z. (2009). *New Artificial Intelligence Systems for Improving Student Math Skills: Assessment and Learning in Knowledge Spaces (ALEKS)*.
- Breda, A. (2020). Características del análisis didáctico realizado por profesores para justificar la mejora en la enseñanza de las matemáticas. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 34(66), 69-88. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n66a04>
- Carrillo, J. (2018). Entorno virtual de aprendizaje: una herramienta de apoyo para la enseñanza de las matemáticas. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, 6(11), 34-39.
- Cammaerts, B. (2017). ICT-usage Among Transnational Social Movements in the Networked Society: To Organise, to Mobilise and to Debate. In *Media, Technology and Everyday Life in Europe*, 71-90, Routledge.
- Cerda, G., Ortega, R., Casas, J., del Rey, R., y Pérez, C. (2016). Predisposición desfavorable hacia el aprendizaje de las Matemáticas: una propuesta para su medición. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 42(1), 53-63. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052016000100004>
- Cook, D. y Artino, A. (2016). Motivation to learn: an overview of contemporary theories. *Medical Education*, 50: 997-1014. <https://doi.org/10.1111/medu.13074>

- Crouch, C., Watkins, J., Fagen, A. y Mazur, E. (2007). Peer instruction: Engaging students one-on-one, all at once. *Research-Based Reform of University Physics*, 1(1), 40-95.
- Cullen, C., Hertel, J. y Nickels, M. (2020). The roles of technology in mathematics education. In *The Educational Forum*, 84(2), 166-178. Routledge.
- DeLozier, S. y Rhodes, M. (2016). Flipped Classrooms: a Review of Key Ideas and Recommendations for Practice. *Educational Psychology Review*, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9356-9>.
- García, C. y Manso, J. (2018). *Transforming education for a changing world*. Adaya Press.
- García, J., Contreras, J., García, J. & Chávez, J. (2020). Implicaciones socioeducativas del confinamiento social por la pandemia COVID-19. Estudio de opinión de estudiantes de la universidad intercultural de Tabasco. *Hitos De Ciencias Económico Administrativas*, 26(76), 319-337. <https://doi.org/10.19136/hitos.a26n76.4098>
- Giler, L. (2020). Estrategias de enseñanza de la matemática en la formación de profesionales de la ingeniería. *Dominio de las Ciencias*, 6(3), 273-285.
- Gómez, I. (2016). *Métodos empíricos para la determinación de estructuras de cognición y afecto en matemáticas*.
- Gómez, M. y Samartí, N. (1996). La didáctica de las ciencias. Una necesidad. *Educación química*, 7(3), 156-168.
- Guven, B. y Cabakcor, B. (2013). Factors influencing mathematical problem-solving achievement of seventh grade Turkish students. *Learning and Individual Differences*, 23, 131-137.
- Jin, S. y Cho, C. (2015). Is ICT a New Essential for National Economic Growth in an Information Society? *Government Information Quarterly*, 32(3), 253-260
- Judd, C.M., McClelland, G.H., & Ryan, C.S. (2017). *Data Analysis: A Model Comparison Approach To Regression, ANOVA, and Beyond, Third Edition* (3rd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315744131>
- Maćkowski, M., Brzoza, P., Żabka, M., & Spinczyk, D. (2018). Multimedia platform for mathematics interactive learning accessible to blind people. *Multimedia Tools and Applications*, 77(5), 6191-6208.
- Martin, W. (2000). *Lasting effects of the integrated use of graphing technologies in precalculus mathematics*. In E. Dubinsky; A. Schoenfeld; J. Kaput (Eds.). CBMS Issues in Mathematics Education. Mathematical Association of America. Washington, D. C. 8, 154-187. National Council of Teachers of Mathematics.
- Marín, F. y Fernández, G. (2020). Percepciones de estudiantes sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje asociado al uso guiado de la plataforma tecnológica Aleks en tiempos de pandemia. *Paideia*, (67), 89-116. <https://doi.org/10.29393/Pa67-3PESPX0003>
- Marín, F. & Ramírez, P. (2023). Acerca de conocimientos en matemática al egreso de un centro de formación técnica y el uso de Aleks como apoyo posterior. *Revista Electrónica Diálogos Educativos*, 20(38), 11-25.
- Mayorga, L. (2006). *Las células y sus moléculas. La investigación desde sus protagonistas*.
- Mazur, E. (2013). *Peer Instruction: Pearson New International Edition: A User's Manual* (Edición: 01). Harlow: PEARSON EDUCATION LTD.

- McLeod, D., y Adams, V. (1989). Affect and mathematical problem solving: A new perspective. Springer Verlag.
- Mena, J., Klenner, J. y Alarcón, N. (2021). Modelación gráfica en la enseñanza del cálculo para el siglo XXI. En C. Guerrero, A. Morales-Soto y E. Ramos-Rodríguez (Eds.), *Modelación Matemática, Aportes para la Formación de Profesores* (pp.287- 314). Barcelona: Graó.
- Morales, B. (2003). *Cognición matemática y aprendizaje, basado en Semiosis y pensamiento humano de Raymond Duval*.
- Muñoz, M. y Sanhueza, J. (2007). Características de la integración curricular de la informática educativa en el currículo de aula multigrado. *Revista Iberoamericana de Educación*. 1-13. Recuperado de: <http://www.rieoei.org/deloslectores/1189Sanhueza.pdf>.
- Nasiriany, A., Azar, H., Noruzy, A. & Dalvand, M. (2011). A model of self-efficacy, task value, achievement goals, effort and mathematics achievement. *International Journal of Academic Research*, 3 (2), 612-618.
- Nwaogu, E. (2012). *The effect of ALEKS on students' mathematics achievement in an online learning environment and the cognitive complexity of the initial and final assessments*.
- Ramírez, M., Canchola, S., Figueroa, D., Páez, G., & Flores, F. (2023). Cambios de aprobación y percepción educativa de los estudiantes de ingeniería en la educación virtual durante la pandemia. *Pistas Educativas*, 45(145).
- Reddy, P., Reddy, E., Chand, V., Paea, S. y Prasad, A. (2021). Assistive Technologies: Saviour of Mathematics in Higher Education. *Frontiers in Applied Mathematics and Statistics*, 6, 619725.
- Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill México.
- Sánchez, M., García, J., Steffens, E. y Palma, H. (2019). Estrategias Pedagógicas en Procesos de Enseñanza y Aprendizaje en la Educación Superior incluyendo Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. *Información tecnológica*, 30(3), 277-286. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300277>
- Sánchez, C., Sánchez, T. y Macías, J. (2018). Flipped classroom como estrategia metodológica para mejorar la competencia en trabajo grupal en didáctica de la matemática. *Matemáticas, educación y sociedad*, 1(3), 31-43.
- Torres, J. y Velandia, S. (2017). Influencia de las Estrategias Pedagógicas en los Procesos de Aprendizaje de los Estudiantes de una Institución de Básica Primaria de la Ciudad de Bucaramanga, *Revista Puente*, 7(2), 117-130.
- Vandecandelaere, M., Speybroeck, S., Vanlaar, G., De Fraine, G. y Van Damme, J. (2012). Learning environment and students' mathematics attitude. *Studies in Educational Evaluation*, 38, 107-120.
- Zulay, N. (2021). Estrategias lúdicas dirigidas a la enseñanza de la matemática a nivel de Educación Primaria. *Mérito Revista De Educación*, 2(6), 143-157. <https://doi.org/10.33996/merito.v2i6.261>