

## USO DE KHAN ACADEMY EN UN CURSO UNIVERSITARIO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

USING KHAN ACADEMY IN A UNIVERSITY COURSE ON DIFFERENTIAL AND  
INTEGRAL CALCULUS

USANDO A KHAN ACADEMY EM UM CURSO UNIVERSITÁRIO SOBRE CÁLCULO  
DIFERENCIAL E INTEGRAL

**Marianela Alpízar Vargas<sup>1</sup> • Christian Páez Páez<sup>2</sup> • José Córdoba Hernández<sup>3</sup>**

Recibido: Jul/30/2023 • Aceptado: Oct/12/2023 • Publicado: Mar/10/2024

### RESUMEN

Las herramientas tecnológicas fueron de gran utilidad para el proceso de enseñanza y aprendizaje de diversos cursos durante el periodo de la pandemia causada por el COVID 19, algunas de ellas dieron resultados positivos y, por ende, se pueden seguir utilizando, aunque las clases regresaran a modalidad presencial. El objetivo de este artículo es describir el uso dado a la plataforma Khan Academy en un curso de cálculo diferencial e integral, donde participaron tres profesores y sus respectivos estudiantes; además, se presenta la percepción que tuvieron los estudiantes acerca del uso de dicha plataforma, la cual fue recolectada por medio de un cuestionario aplicado de manera virtual. Entre los principales resultados se encuentran que, según la opinión de los estudiantes, el uso de Khan Academy en el curso de cálculo es de gran utilidad porque les permite reforzar los conocimientos y les permite practicar; además, recomendarían que este recurso se siga utilizando en este curso.

<sup>1</sup> Universidad Nacional, Costa Rica; Escuela de Matemática; [marianela.alpizar.vargas@una.ac.cr](mailto:marianela.alpizar.vargas@una.ac.cr); <https://orcid.org/0000-0002-3515-1971>

<sup>2</sup> Universidad Nacional, Costa Rica; Escuela de Matemática; [christian.paez.paez@una.ac.cr](mailto:christian.paez.paez@una.ac.cr); <https://orcid.org/0009-0008-5651-4699>

<sup>3</sup> Universidad Nacional, Costa Rica; Escuela de Matemática; [jose.cordoba.hernandez@una.ac.cr](mailto:jose.cordoba.hernandez@una.ac.cr); <https://orcid.org/0000-0002-9919-0937>

*Palabras clave:* cálculo; recursos tecnológicos; evaluación; Khan Academy.

## ABSTRACT

Technological tools were very useful for the teaching and learning process of various courses during the period of the pandemic caused by COVID 19, some of them gave positive results and, therefore, can continue to be used, even if the classes returned to face-to-face mode. The objective of this article is to describe the use given to the Khan Academy platform in a differential and integral calculus course, where three professors and their respective students participated; in addition, the perception that students had about the use of this platform is presented, which was collected by means of a questionnaire applied virtually. Among the main results are that, according to the students' opinion, the use of Khan Academy in the calculus course is very useful because it allows them to reinforce knowledge and allows them to practice; furthermore, they would recommend that this resource continues to be used in this course.

*Keywords:* calculus; technological resources; evaluation; Khan Academy.

## RESUMO

As ferramentas tecnológicas foram muito úteis para o processo de ensino e aprendizagem de diversos cursos durante o período da pandemia causada pela COVID 19, algumas delas deram resultados positivos e, portanto, podem continuar a ser utilizadas, mesmo que as aulas voltem à normal modalidade presencial. O objetivo deste artigo é descrever a utilização dada à plataforma Khan Academy em um curso de cálculo diferencial e integral, do qual participaram três professores e seus respectivos alunos; Além disso, é apresentada a percepção que os alunos tiveram sobre a utilização da referida plataforma, a qual foi coletada por meio de questionário aplicado virtualmente. Entre os principais resultados estão que, segundo a opinião dos alunos, a utilização da Khan Academy no curso de cálculo é muito útil porque permite reforçar os seus conhecimentos e permite-lhes praticar; Além disso, eles recomendariam que este recurso continuasse a ser usado neste curso.

*Palavras-chave:* cálculo; recursos tecnológicos; avaliação; Khan Academy.

## INTRODUCCIÓN

Los avances en áreas de la ciencia y la tecnología van cada vez más rápidos, pero el sistema educativo en diversos ámbitos se ha quedado atrás, es necesario comprender los cambios que se están dando y apostarle a una educación de calidad que favorezca el pensamiento crítico, autónomo y creativo en los estudiantes a todo nivel de instrucción.

Las matemáticas son esenciales en todos los ámbitos educativos, y de manera especial contribuyen en la formación de las personas que siguen una carrera relacionada con las ingenierías y las ciencias económicas, sin embargo, el aprendizaje efectivo de las matemáticas se ha convertido en un tema de debate en la sociedad, en diversos campos del conocimiento se espera que los estudiantes desarrollem una capacidad reflexiva relacionada con los desafíos que enfrentan a su alrededor [1]. Las matemáticas por medio del cálculo son una herramienta esencial para la búsqueda de soluciones o respuestas y, por ende, contribuyen al desarrollo de esa capacidad reflexiva.

En el proceso de aprendizaje y enseñanza del cálculo, nos encontramos con el desafío de que a menudo se percibe este proceso como una progresión natural del álgebra, una rama de las matemáticas que ya presenta dificultades en su comprensión [2]. Aunado a lo anterior [1] indica que el fracaso en el aprendizaje del cálculo por parte de los estudiantes podría estar vinculado a una falta de comprensión sobre cómo aprovechar eficazmente los recursos proporcionados por el álgebra, las propiedades numéricas, las ecuaciones e inecuaciones, la geometría y, las funciones.

Asimismo, la concepción del cálculo como una extensión del álgebra, y esta última como una continuación de la aritmética, puede desencadenar en la falta de apreciación del origen y el rol del cálculo en el ámbito de las diversas carreras universitarias que tienen en sus planes de estudio cursos relacionados con esta temática. Es imperativo reintegrar en la enseñanza del cálculo la representación visual de los conceptos y vincular esto con su significado semántico, ya que esto desempeña un papel esencial en la capacidad de los futuros profesionales para formular explicaciones y estrategias para abordar los fenómenos que enfrentan en el ejercicio profesional correspondiente [2].

En la Universidad Nacional (UNA) de Costa Rica el curso que trata temáticas relacionados con cálculo es MAT002 Cálculo I, el cual es parte del plan de estudios de al menos 17 carreras de esta casa de enseñanza superior, incluidas ingenierías y economía, este curso es impartido por la Escuela de Matemática de dicha institución. A través de los años, este curso ha tenido un

porcentaje de promoción bajo. El curso MAT002 se ofrece desde 2014, antes de esa fecha hubo otros cursos de cálculo diferencial e integral, pero que no se ofrecían de manera masiva, sino que dependían de la carrera a la cual iba dirigido. En la Tabla 1 se presentan algunos datos relacionados con la promoción de este curso desde 2014.

**Tabla 1.** Estadísticas de aprobación del curso Cálculo I de la UNA, 2014-2020

Año	Matriculados	Desertores	Retiros	Aprobados	Reprobados
2014	781	236	19	208	318
2015	1309	346	53	417	493
2016	1393	373	25	477	518
2017	1300	398	21	397	484
2018	1143	388	10	415	330
2019	1165	261	10	431	463
2020	1175	151	23	716	282
2021	1134	246	30	547	311
2022	893	400	28	221	244

Fuente: tomado de [3]

Según la Tabla 1 la cantidad de desertores en la mayoría de los años (cuando un estudiante no cumple con todas las pruebas establecidas en el curso) representa alrededor de una tercera parte de los matriculados, solamente en los años 2019, 2020 y 2021 la cantidad de desertores fue menor, esto puede deberse al cambio en la modalidad de las clases que se ofrecieron con presencialidad remota (las clases se ofrecieron en un horario fijo por medio de alguna plataforma de video conferencia como Zoom, Teams, etc.) y evaluaciones virtuales; además, en casi todos los años el porcentaje de aprobación está por debajo de 50%, tal como se puede apreciar en la Tabla 2, en 2020 y 2021 el porcentaje de aprobación tuvo un aumento considerable, esto puede deberse a que en esos años los exámenes aplicados en el curso se efectuaron de manera virtual y la mayor parte de la nota del curso se dedicaba a exámenes.

**Tabla 2.** Porcentaje de aprobación del curso Cálculo I de la UNA, 2014-2020

Año	Culminaron	% de aprobación	Nota promedio
2014	526	39,54	4,11
2015	910	45,82	4,50
2016	995	47,94	4,66
2017	881	45,06	4,45
2018	745	55,71	4,52

2019	894	48,21	4,95
2020	1001	71,53	6,41
2021	858	63,75	5,69
2022	465	47,53	3,36

Fuente: tomado de [3]

En la Tabla 2 se muestra que la nota promedio del curso, antes de 2020 no alcanzaba el 5,00, luego en 2020 y 2021 sobrepasa esta nota promedio y en 2022 vuelve a decaer. Cabe aclarar que el curso se aprueba con, al menos, una calificación de 7,00, de ahí los bajos porcentajes de aprobación del curso.

Al observar los datos expuestos en las tablas 1 y 2 surge la interrogante de qué sucedió en 2020 y 2021 para que las estadísticas difieran del comportamiento habitual. En 2020 las instituciones educativas, a nivel mundial, se vieron obligadas a realizar una serie de cambios importantes debido a la pandemia producida por el virus responsable de la COVID-19. En el caso de Costa Rica y específicamente de la UNA, en términos generales, se modificó el accionar académico para pasar de un modelo presencial casi por completo a otro denominado con presencialidad remota, para tratar de solventar la situación y seguir ofreciendo una formación de calidad para los estudiantes activos de la universidad.

Debido a la pandemia en marzo de 2020, la Universidad Nacional emitió la directriz para realizar las modificaciones a los programas de los cursos donde fuera viable atender sus actividades regulares con presencialidad remota, esta modalidad para el curso en cuestión se mantuvo hasta el primer ciclo de 2022. La evaluación del curso MAT002 durante 2019 y 2020 se efectuó de manera virtual en su totalidad, los exámenes, los cuales ocupan la mayor cantidad del porcentaje entre 60% y 85% del 100% del curso se tuvieron que realizar en el Aula Virtual de la UNA, la cual trabaja con Moodle; en consecuencia los estudiantes podían resolver los exámenes en un periodo de tiempo más extenso al habitual y no había manera eficiente de restringir el uso de materiales de apoyo ni el contacto entre estudiantes del mismo curso, e incluso entre estudiantes y personas externas. Para el I ciclo de 2022, las clases continuaron con presencialidad remota, pero los exámenes se efectuaron de manera presencial en los campus universitarios. A partir del II ciclo de 2022 se retoma la presencialidad para clases y para la mayor parte de las evaluaciones, incluidas las pruebas.

Debido a la cantidad de estudiantes que reprueba o abandona el curso, la Escuela de Matemática, y en particular la cátedra de Cálculo I ha implementado cambios, principalmente, en la manera de evaluar el curso. Antes de 2020 ya se habían incluido pruebas cortas o tareas en plataformas virtuales, además de los recursos tecnológicos que algunos de los docentes de la cátedra utilizaban para impartir sus clases, entre ellos: Kahoot, Socrative, Nearpod, Aula Virtual de la UNA.

Tal como se indicó, se venían realizado esfuerzos para incorporar herramientas tecnológicas como apoyo a la docencia, sin embargo, a partir de la situación provocada por la pandemia en 2020 surgen desafíos inmediatos que presentan diversos escenarios o posibilidades para las instituciones de educación superior, entre estas, el uso de medios tecnológicos para continuar con el servicio educativo; no obstante, esto implicó reinventarse en poco tiempo, transformando prácticas que hasta ahora eran presenciales.

Al plantear los cursos del II ciclo 2020 se debía considerar la nueva modalidad de presencialidad remota tomada por la UNA y plantear estrategias que generaran la participación de los estudiantes, donde los mismos se comprometieran con su aprendizaje; aunado a lo anterior los docentes no debían dejar de lado los contenidos temáticos del curso Cálculo I y el bajo rendimiento de este.

Las opciones utilizadas por los docentes durante la presencialidad remota fueron variadas; de manera específica, la cátedra de Cálculo I optó por tres exámenes parciales en la plataforma Moodle asociada al Aula Virtual de la universidad (actividad obligada para todos los grupos del curso) y un porcentaje adicional (entre 15% a 40%, dependiendo el ciclo lectivo) donde el docente tenía la libertad de elegir la actividad que considerara más pertinente, con esto se completaba el 100% de la nota del curso. Una de las estrategias implementadas por una tripleta de académicos, para el porcentaje fuera de exámenes fue el uso de Khan Academy, plataforma gratuita y abierta a la comunidad educativa, basada en el aprendizaje virtual programado y personalizado donde se puede aprender matemáticas. Los cursos de Khan Academy están fundamentados en la práctica de ejercicios autoevaluables, que se despliegan en función de la demostración de conocimientos previos, el desarrollo de áreas de oportunidad, y el logro del dominio de los conocimientos nuevos [4].

Con el objetivo de mostrar las ventajas que puede tener el uso de plataformas como Khan Academy en cursos universitarios, de manera específica en cursos que retomen la temática de cálculo diferencial e integral es que se describe, en este artículo, la relación dada entre la frecuencia del uso de la

plataforma educativa Khan Academy y los resultados en el curso MAT 002 en el II ciclo de 2020 para tres grupos de este curso en la UNA; además, se describe la percepción de los estudiantes que estuvieron matriculados con los profesores participantes del estudio en cuanto a la utilidad y conveniencia de la plataforma para el curso MAT 002 Cálculo I.

## **MARCO CONCEPTUAL**

En primera instancia se presentarán algunos elementos sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje por medio de plataformas virtuales y, de manera específica, la plataforma Khan Academy; posteriormente, se describirá el contenido del programa del curso MAT002 Cálculo I.

### **LAS TIC EN LA EDUCACIÓN**

Las nuevas generaciones se encuentran inmersas en las tecnologías digitales, al punto en el que esto podría incluso estar modificando sus destrezas cognitivas. Esto conlleva a los sistemas educativos, a la necesidad de innovar en los métodos pedagógicos si desean convocar y ser inspiradoras para las nuevas generaciones [5]. Por ende, surge la necesidad de que los docentes busquen nuevas formas de apoyar el proceso de enseñanza.

La introducción y uso de diversas herramientas tecnológicas en el ámbito educativo pone de manifiesto el cambio en el rol del estudiante en su proceso de aprendizaje; gracias a estas herramientas pueden adquirir mayor autonomía y responsabilidad, lo que obliga a cambiar la percepción de los docentes sobre su rol clásico como única fuente de conocimiento.

A través de los años han surgido diversas herramientas tecnológicas que vienen a apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, entre ellos softwares especializados como Cabri, Geogebra, Matlab, Fathom, entre otros; además de recursos educativos digitales como Wolfram Alpha, un buscador donde el usuario puede hacer preguntas relacionadas con operaciones matemáticas y este le da una respuesta detallada al respecto. También investigadores utilizan las herramientas a su disposición para crear otros recursos tal es el caso de Vílchez-Quesada y Ávila-Herrera que desarrollaron documentos con formato computable (CDFs) con tecnología de Wolfram Research para apoyar la adquisición de contenidos matemáticos [6] o García y otros que diseñaron e implementaron actividades interdisciplinares mediante applets dinámicos programados con GeoGebra [7].

De acuerdo con el sitio web de Khan Academy, esta es una plataforma educativa creada por el desarrollador norteamericano Salman Khan para fortalecer de manera gratuita, entre otras materias, los aprendizajes en matemáticas, a través de ejercicios de práctica, videos instructivos y un panel de aprendizaje personalizado que permite a los alumnos aprender de forma autoregulada y autodirigida. Además, según [8] esta plataforma genera datos estadísticos de interés para el docente en cuanto al tiempo de estudio y avance que tienen sus estudiantes

Según las investigaciones expuestas en [4-8] el uso del Khan Academy contribuye a disminuir la ansiedad que los estudiantes experimentan cuando estudian o son evaluados; debido a que lo consideran como un juego donde vive un proceso de aprendizaje que fortalece, tanto consciente como inconscientemente, los conocimientos adquiridos. Esto viene a fortalecer los cambios que se realizan a nivel educativo donde el papel del docente debe ser de guía para que el estudiante se convierta en el protagonista de su aprendizaje. Con esta aplicación el estudiante es el encargado de gestionar su aprendizaje cuando lo considere oportuno por medio de un dispositivo móvil o su computadora [8].

Actualmente, la plataforma educativa Khan Academy representa una de las principales herramientas tecnológicas que apoyan a la práctica pedagógica, debido a la gran cantidad de recursos disponibles, acceso gratuito, y la posibilidad de contribuir de manera efectiva a la transformación de la práctica docente y el aprendizaje del estudiante [9]. La plataforma contiene cuatro componentes: datos, videos, ejercicios y una comunidad de usuarios para interactuar [8]. Dentro de los ejercicios propuestos se pueden encontrar diversas representaciones de los conceptos: algebraico, gráfico, etc.

Varias investigaciones expresan el impacto positivo que ha tenido el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas al utilizar Khan Academy, ya sea a nivel de percepción de parte de los estudiantes o en la mejoría en cuanto a la obtención de conceptos en matemáticas, entre ellas [10,4,11,12,8,13,14].

De manera específica, en este estudio se implementó el uso de la plataforma Khan Academy para el proceso de enseñanza y aprendizaje de un curso de cálculo diferencial e integral; en dicha plataforma se puede encontrar una lista de habilidades para cada temática, particularmente, relacionadas con el curso MAT002 Cálculo I. Para límites y continuidad se desarrollan 34 habilidades, para derivadas se desarrollan 38 habilidades, aplicaciones de las derivadas 32 e integrales y sus aplicaciones 49. Durante el desarrollo del curso no

se asignaron actividades para incentivar el total de las habilidades expuestas en la plataforma, sino que se eligieron aquellas que estuvieran más acorde con los objetivos específicos y contenidos del curso presentes en el programa oficial del mismo.

## CURSO CÁLCULO I

Este curso tiene como objetivo general resolver problemas de aplicación utilizando conceptos del cálculo diferencial e integral (utilizando funciones reales de variable real); y como objetivos específicos: comprender el concepto de límite, calcular límites, comprender el concepto de derivada, resolver problemas que involucren el cálculo de derivadas, aplicar los criterios de segunda y n-ésima derivadas para determinar valores extremos, resolver problemas que requieran optimizar, comprender el concepto de integral indefinida y su relación con la antiderivación, calcular integrales indefinidas utilizando diversos métodos y comprender el concepto de integral definida y su relación con el área de una región bajo una curva [15].

La recolección de los datos para esta investigación se llevó a cabo en el segundo ciclo de 2020; según el programa del curso de MAT002 Cálculo I de dicho ciclo, su evaluación sumativa se dio por medio de tres rubros: exámenes, portafolio y exposición. Se efectuaron tres pruebas parciales con un valor de 20% cada una, las cuales se llevaron a cabo en el Aula Virtual. Cada estudiante expuso la solución de dos ejercicios asignados por la persona docente con un valor de 10% y en cuanto al portafolio, cada semana se asignaron dos actividades, cada una de las 32 actividades tuvieron el mismo valor. La primera de las actividades fue un ejercicio o problema el cual el estudiante debía resolver, de manera individual. La segunda actividad fue que cada semana el estudiante debía completar una práctica en Khan Academy, práctica asignada por la persona docente, donde se trabajaron diversas representaciones como algebraica, tabular y gráfica.

## METODOLOGÍA

### TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación es de corte cuantitativa, con un enfoque descriptivo, debido a que busca describir la realidad de un grupo de participantes, donde los investigadores no interfieren en los resultados y un enfoque explicativo ya que intenta comprender las relaciones causa-efecto de manera estructurada.

## PARTICIPANTES E INSTRUMENTO

En esta investigación participaron los estudiantes inscritos en tres grupos de MAT002 Cálculo I de la UNA en el II Ciclo de 2020; dos grupos se ofer- taron en la sede central de la universidad Campus Omar Dengo (G01 y G02) y el otro en una sede regional: Campus Nicoya (G03), en total se matricularon 94 estudiantes, pero no todos culminaron el curso, en la Tabla 3 se presentan algunos datos generales sobre la cantidad matriculada y quienes abandonaron el curso.

**Tabla 3.** *cantidades de estudiantes matriculados por cada grupo y los estudiantes desertores*

Grupo	Cantidad de estudiantes matriculados	Cantidad de estudiantes desertores del curso
G01	33	6
G02	34	18
G03	27	4
Total	94	28

Fuente: propia de la investigación

Los datos para esta investigación se recabaron de diversas maneras; en primera instancia, se obtuvieron las notas de las tres pruebas realizadas en el curso, dichas pruebas fueron colegiadas con los demás grupos de la cátedra y las mismas se aplicaron en el Aula Virtual de la UNA. Lo segundo fueron los resultados obtenidos por los estudiantes en sus prácticas del Khan Academy y la cantidad de tiempo que dedicaron al estudio en esta plataforma (dato que se extrajo desde la plataforma); por último, se aplicó una encuesta de percepción a los estudiantes de los tres grupos participantes.

La encuesta de percepción fue construida por los autores de este artículo y validada por medio de expertos. Dichos expertos fueron tres docentes universitarios de diversas instituciones universitarias de Costa Rica y tenían que haber impartido el curso de cálculo diferencial e integral en algún momento de su vida laboral; a estos se les facilitó la encuesta y un instrumento de validación. Después de recibir las observaciones se elaboró la versión final del instrumento y se aplicó de manera virtual a los estudiantes de los tres grupos en la última semana lectiva; es decir, los estudiantes que habían abandonado el curso con anterioridad no fueron parte de los encuestados. Cada estudiante fue invitado a completar el instrumento por diversos medios: durante la clase

sincrónica con presencialidad remota, por medio de correo electrónico y por el grupo de Telegram (abierto para los tres grupos participantes).

#### **PLATAFORMA KHAN ACADEMY**

El uso de la plataforma Khan Academy en el curso fue fundamental para el proceso de aprendizaje del estudiante y para esta investigación, por ende, se realiza a continuación una descripción general del uso que se le dio en el curso.

Se asignaron 16 prácticas, las cuales tenían puntaje dentro la nota del curso y 59 prácticas adicionales, todas relacionadas con los contenidos y objetivos del curso MAT002 Cálculo I; además, se asignaron por semana al menos tres videos donde el estudiante podía reforzar los temas que se abordaron en la clase y tener un conocimiento más sólido para responder a las prácticas asignadas. En el curso se desarrollan cuatro grandes temáticas: límites y continuidad, derivadas, aplicaciones de las derivadas e integrales (incluida la aplicación de área entre curvas). A continuación, se hace una descripción de las actividades propuestas por los docentes según cada área temática.

En el caso del tema de límites y continuidad, se asignaron tres prácticas con puntaje donde se trabajaron diversas habilidades, entre las principales: análisis de límites en infinito e infinitos en una gráfica, conexión entre el comportamiento de los límites y sus gráficas, determinación de límites unilaterales a partir de gráficas y estimación de valores de límites a partir de gráficas. Además, para el desarrollo de las habilidades restantes se asignaron 19 prácticas que no tenían valor dentro de la nota del curso, pero abordaban cada uno de los contenidos incluidos en el programa del curso. En la Figura 1 se presenta un ejemplo de una actividad ubicada en la práctica “Conecta el comportamiento de los límites con sus gráficas”.

La actividad expuesta en la Figura 1 se relaciona de manera directa con el objetivo específico del curso MAT 002 Cálculo I, Comprender el concepto de límite de funciones reales en una variable real, presente en el programa de dicho curso. Cabe destacar que cada semana se elegía el ítem donde la mayor cantidad de estudiantes falló para poder hacer una retroalimentación, ya sea en la clase o entregándoles la solución completa del ejercicio.

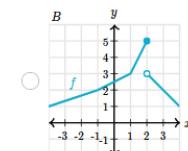
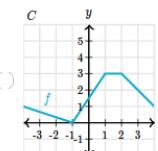
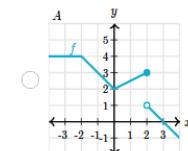
Para el tema de derivadas se asignaron tres prácticas, las habilidades desarrolladas en mayor medida por estas prácticas fueron: obtener derivadas por medio de un límite, aplicar las reglas de derivación con tablas y la derivación implícita. Se asignaron 12 actividades complementarias para el resto de los contenidos propuestos en el programa.

Considera las gráficas A, B y C.

¿Cuáles gráficas concuerdan con esta proposición?

$$\lim_{x \rightarrow 2^+} f(x) = 3$$

Elige todas las respuestas adecuadas:



Ninguna de las opciones anteriores

**Figura 1.** Ejemplo de actividad de la práctica “Conecta el comportamiento de los límites con sus gráficas”

Fuente: plataforma Khan Academy

Para aplicaciones de la derivada se asignaron con puntaje cinco actividades relacionadas con las siguientes habilidades: analizar problemas de razones relacionadas, utilizar la regla de L'Hôpital para resolver límites, analizar por medio de la primera derivada y resolver problemas de optimización. Se asignaron 17 actividades complementarias para los demás contenidos propuestos en el programa del curso.

Para integrales se asignaron con puntaje cinco actividades relacionadas con las siguientes habilidades: resolver integrales indefinidas directas, resolver integrales por medio del método de cambio de variable, calcular el área entre dos curvas. Por otra parte, se asignaron 11 actividades complementarias para el resto de los contenidos propuestos del curso relacionados con integración (integral definida e indefinida) y aplicaciones de la integral (área entre curvas).

Los estudiantes contaban con una semana para completar cada actividad asignada, y debido a las características de la plataforma contaban con intentos ilimitados para resolverla y obtener una calificación de 100. Cabe destacar que, si durante la elaboración de la práctica el estudiante tenía dudas, la aplicación le ofrece videos o materiales relacionados que podía consultar y, también, la plataforma suministra pistas que les permiten ir esquematizando el tipo de conocimientos que deben tener para resolver los ejercicios.

## ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para el análisis de los datos se utilizaron herramientas de estadística descriptiva, como representaciones gráficas, tabulares y medidas estadísticas.

Los datos se analizaron bajo dos categorías, la primera relacionada con el rendimiento académico de los estudiantes y el uso que hicieron de la plataforma, y una segunda categoría relacionada con la percepción que tienen los estudiantes acerca del uso y utilidad del Khan Academy en el curso MAT002.

Para la primera categoría se presentan los resultados relacionados con el rendimiento académico de los estudiantes en el curso y su trabajo en la plataforma de Khan Academy; para este análisis se consideraron las variables: estudiantes matriculados, desertores y aprobados, la cantidad de prácticas asignadas y el tiempo invertido en la plataforma. Para la segunda categoría se describe la opinión de los estudiantes en cuanto al uso de la plataforma como herramienta de apoyo en su proceso de aprendizaje y se definieron como categorías variables la utilidad de la plataforma, percepción de su uso en el curso MAT002 Cálculo I. En la Tabla 4 se presenta un resumen de las categorías planteadas con sus respectivas variables.

**Tabla 4. Categorías de análisis planteadas en la investigación con sus respectivas variables**

<b>Rendimiento académico y tiempo invertido en la plataforma</b>	<b>Percepción acerca del uso y utilidad de la plataforma</b>
Características de los estudiantes: matriculados, desertores y aprobados	Utilidad del Khan Academy para el curso de Cálculo I
Cantidad de prácticas asignadas con puntaje por examen: I examen, II examen, III examen	Uso dado a la herramienta Khan Academy
Tiempo invertido por el estudiante en el Khan Academy:	
Tiempo contabilizado por la plataforma para resolver las actividades, ver videos y repasar conceptos	

Fuente: propia de la investigación

## RESULTADOS

Los resultados se presentan por medio de dos apartados relacionados con las categorías de análisis definidas, en el primero se exponen los datos relacionados con el rendimiento obtenido por el estudiantado en el curso MAT

002 Cálculo I y su interacción con la plataforma Khan Academy; mientras que en el segundo apartado se presentan los datos de percepción, obtenidos por medio de un cuestionario aplicado a los participantes, el cual buscaba conocer la percepción de los estudiantes en cuanto a la utilidad y beneficios del Khan Academy en su proceso de aprendizaje.

#### RENDIMIENTO ACADÉMICO Y USO DE LA PLATAFORMA KHAN ACADEMY

En la tabla 5 se presentan los datos relacionados con la cantidad de estudiantes que iniciaron en cada grupo, los que culminaron, la cantidad que aprobó cada prueba y los aprobados del curso por grupo.

**Tabla 5.** Aprobación en cada examen por cada uno de los grupos

Grupos	M	Aprobados por examen				Terminaron el curso		Aprobaron el curso	
		E1	E2	E3					
G01	33	10	30	4	12	19	58	27	82
G02	34	6	18	5	15	6	18	16	47
G03	27	3	11	1	4	12	44	23	85
Total	94	19	20	10	11	37	39	66	70
		Abs	Rel %	Abs	Rel %	Abs	Rel %	Abs	Rel %

M: matriculado, E1: examen 1, E2: examen 2, E3: examen 3

Nota: Para sacar el porcentaje de aprobación del curso se fijó como base la cantidad de estudiantes que terminaron el curso y para los aprobados por examen se utilizó el total de matriculados

Fuente: datos oficiales en cada examen de los grupos descritos

Si se compara el porcentaje de aprobación entre los grupos de estudio y los expuestos en la tabla 2 (históricos) del 2019 hacia atrás se puede observar una diferencia de más de diez puntos porcentuales, esto puede deberse a diversas razones, entre ellas que la evaluación durante la presencialidad remota tuvo que transformarse y el estudiante cuenta con muchos recursos para realizar las pruebas, debido a que estas se realizaron de manera virtual, sin necesidad de compartir la imagen de sus cámaras.

El segundo examen fue el que menor cantidad de estudiantes aprobó, esto puede deberse a que en este examen se evalúa la temática de aplicaciones de la derivada, donde el estudiante no solo debe aplicar algoritmos de solución como



datos y resultados; por ejemplo, al efectuar problemas de optimización y de razones de cambio relacionadas.

De los 94 estudiantes matriculados en los tres grupos, nueve nunca realizaron una práctica en Khan Academy, solamente 84 ingresaron a la plata- forma, siete de estos estudiantes estuvieron menos de 60 minutos en la plata- forma, por ende, no se consideraron para las mediciones de tiempo invertido ni promedio en las prácticas, por tanto, quedan 77 estudiantes que utilizaron de manera activa la plataforma y sobre ellos es que se describe la siguiente información.

Tal como lo indican [13] en la plataforma Khan Academy se puede ob- servar varias estadísticas relacionadas con el uso que le dan los estudiantes a la misma, en ella se puede revisar y llevar un control del tiempo dedicado a las actividades (prácticas, revisión de materiales y videos), el avance en las habilidades que comprenden el curso y las calificaciones logradas en las prá-cticas asignadas, a continuación se realizará un recuento de algunas de las ca- racterísticas que se consideran importantes para este estudio.

En la Tabla 6 se presentan las actividades asignadas con puntaje dentro de curso, la cantidad de estudiantes que la realizaron y el promedio (calificación) obtenido en esta, el promedio se mide desde dos perspectivas el promedio general donde se incluyen los 77 estudiantes que se consideran activos en la plataforma para esta investigación y, por otra parte, considerando solamente aquellos estu- diantes que realizaron al menos un intento de dicha práctica.

**Tabla 6.** Cantidad de estudiantes en cada una de las prácticas asignadas y el rendi- miento general en estas

Prácticas asignadas	Cantidad de estu- diantes que hicieron la práctica	Prome- dio gral.	Promedio de estu- diantes que hicieron la práctica
S1: Conectar el comporta- miento de los límites con sus gráficas	77	78,9	93,8
S2: Límites infinitos: gráficamente	77	77,4	93,0
S3: Límites en infinito: gráficamente	66	70,0	96,4
S4: La derivada como un límite	67	65,5	88,9
S5: Regla del producto con tablas	58	59,2	92,2

S6: Derivación implícita	63	61,3	89,6
S7: Analizar problemas de razones relacionadas: expresiones	43	45,3	95,6
S8: Justificación mediante la primera derivada	56	59,7	97,8
S9: Optimización	46	38,2	77,1
S10: Regla de L'Hôpital: $\frac{0}{0}$	59	59,5	92,6
S11: La regla de L'Hôpital: $\frac{\infty}{\infty}$	51	55,8	100,0
S12: Integrales indefinidas: $\int e^x \, dx$	49	53,2	99,0
S13: Integración por medio de fracciones parciales	48	46,3	91,7
S14: Integrar funciones trigonométricas	49	52,6	98,0
S15: Método de cambio de variable: integrales definidas	44	44,7	96,6
S16: Área entre dos curvas dados los extremos de un intervalo	43	45,5	96,1

Fuente: propia de la investigación

La cantidad de estudiantes que resolvían las prácticas fue variando de una semana a otra, empezando con 77 estudiantes y bajando a 43, la disminución puede deberse a que algunos estudiantes desertaron durante el desarrollo del curso (Tabla 3).

Si se observa el promedio general (en la Tabla 5) se puede constatar que es muy bajo debido a los estudiantes que no realizaron las prácticas; sin embargo, si se observan los promedios de los estudiantes que realizaron la práctica se puede observar que en la mayoría de las semanas sobrepasa la nota de 90. En la Tabla 7 se presenta el promedio por grupo de las calificaciones obtenidos por aquellos estudiantes que cumplieron con al menos 14 de las 16 prácticas asignadas.

**Tabla 7.** Promedio de calificación de las prácticas de los estudiantes que cumplieron con al menos 14 de ellas

Grupos	Cantidad de estudiantes que efectuaron al menos 14 de las prácticas con puntaje	Promedio de calificación de las prácticas
G01	21	91,6
G02	7	95,8
G03	13	93,6
Total	41	92,9

Fuente: propia de la investigación

Aunque el número de estudiantes que realizaron al menos 14 prácticas, en los grupos 02 y 03 es bajo de acuerdo con la matrícula, se puede observar que el promedio que estos estudiantes obtuvieron en sus prácticas sobrepasa la nota de 90; es decir, los estudiantes que trabajaron de manera consciente las prácticas asignadas con puntaje obtuvieron buenas calificaciones en sus prácticas y esto podría significar un apropiamiento de los contenidos del curso.

En la Tabla 8 se puede observar que la distribución por examen de la cantidad de prácticas asignadas fue similar, para el segundo y tercer examen se les asignaron cinco prácticas y para el primero se les asignaron seis prácticas.

**Tabla 8.** Prácticas asociadas con cada uno de los tres exámenes parciales efectuados

Examen	Prácticas asignadas	Promedio Gral.	Promedio de estudiantes que hicieron la práctica
I	S1, S2, S3, S4, S5, S6	68,7	92,3
II	S7, S8, S9, S10, S11	51,7	92,6
III	S12, S13, S14, S15, S16	48,5	96,3

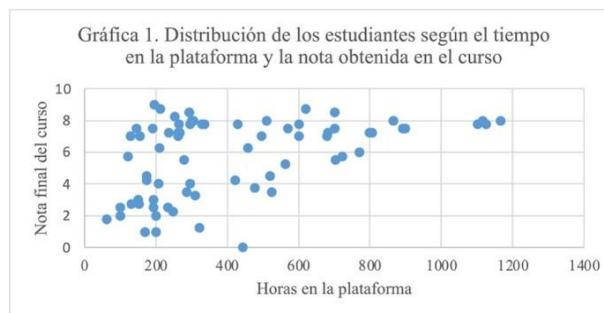
Fuente: propia de la investigación

Similar a la Tabla 6, se puede constatar en la Tabla 8 que el promedio general obtenido por los estudiantes en las prácticas conforme el curso avanzaba iba disminuyendo, esto porque ese promedio considera a los 77 estudiantes participantes; es decir considera aquellos que no hicieron la práctica con un 0 como calificación, mientras que en el promedio de los estudiantes que hicieron las prácticas se observa un incremento conforme el curso avanza.

Otra de las variables importante a considerar es el tiempo de inversión que un estudiante dedicó en las diversas actividades del Khan Academy. Anteriormente se había indicado que solamente se consideraron 77 estudiantes que utilizaron de manera activa la plataforma; el promedio de minutos que estos estudiantes estuvieron activos en la plataforma es de 512 (más de 8 horas en el semestre); sin embargo, la variabilidad del tiempo invertido es muy alta, considerando que la cantidad mínima de tiempo fue de 60 minutos y el máximo determinado para un estudiante fue de 2800 minutos conectado, cabe destacar que la cantidad de minutos conectado incluye solución de prácticas asignadas con puntaje dentro de la calificación del curso, prácticas sin puntaje asignado, videos y revisión de documentos.

El grupo investigador decidió eliminar cuatro valores atípicos de estudiantes que estuvieron más de 1500 minutos conectados, por ende, el promedio de uso de los 73 estudiantes restantes es de 414 minutos (aproximadamente 7 horas durante las 16 semanas del ciclo lectivo).

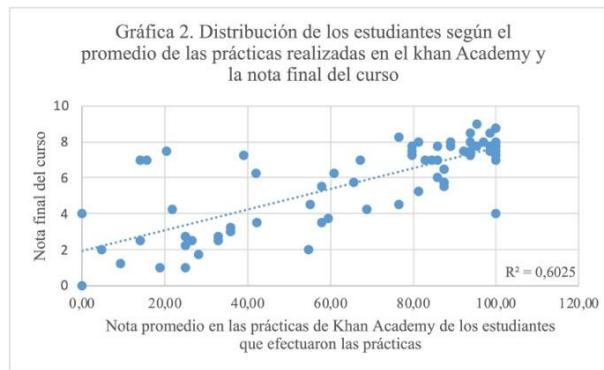
Se realizó una comparación entre el tiempo conectado en Khan Academy y la nota obtenida en el curso; se puede percibir que la mayoría de los estudiantes que estuvieron más de 400 minutos conectados al semestre aprobaron el curso (Figura 2). Cabe destacar que no se pueden generalizar los resultados y atribuir una relación de causa-efecto directa, pero puede ser un resultado alentador que puede sugerir que el uso del recurso ayuda a los estudiantes a comprender mejor la materia y, por ende, a tener un mejor rendimiento.



**Figura 2.** Gráfica de la distribución de los estudiantes según el tiempo en la plataforma y la nota obtenida en el curso  
Fuente: propia de la investigación

En la Figura 3 se presenta una comparación entre el promedio obtenido por los estudiantes en las prácticas de Khan Academy y el rendimiento en el

curso (nota final del curso), se puede observar que la mayoría de los estudiantes con promedio en prácticas arriba de 80 tuvieron una nota de aprobación.



**Figura 3.** Gráfica de la distribución de los estudiantes según el promedio de las prácticas realizadas en el Khan Academy y la nota final del curso

Fuente: propia de la investigación

Para esta relación se obtuvo el estadístico  $R^2$  (coeficiente de determinación) que dio 0,60 lo que indica que alrededor de 60% de la variable dependiente es predicha por la variable independiente. Reiteramos que no se puede delimitar una relación de causa y efecto con el uso de la plataforma, pero la mayoría de los estudiantes que resolvieron las prácticas con notas aceptables lograron concluir con éxito el curso. Cuando la nota promedio estuvo abajo del 40 la distribución de los datos se alejó de la línea de tendencia, es decir en ese grupo de datos la relación entre las variables es más débil, por ejemplo, algunos estudiantes que no resolvieron las prácticas de Khan Academy de manera completa, presentaron un rendimiento aceptable en los demás rubros de evaluación sumativa y lograron obtener una nota de más de 60 en el curso.

#### PERCEPCIÓN DEL ESTUDIANTADO

El uso de diversas herramientas en el proceso de enseñanza y aprendizaje en un curso universitario es importante que sea evaluado por quienes están involucrados, en este caso por los docentes que imparten el curso y por los estudiantes que estuvieron participando en el mismo, por esta razón se efectuó una encuesta de percepción a los estudiantes de los tres grupos para conocer acerca de su opinión sobre el uso y conveniencia de la plataforma Khan Academy en el desarrollo del curso Cálculo I ofertado por la Escuela de Matemática de la Universidad Nacional.

Esta encuesta fue completada por 43 estudiantes de los tres grupos participantes, durante la última semana lectiva del curso, cabe destacar que dichas personas se clasifican como no desertoras ya que realizaron las tres pruebas del curso.

De las personas encuestadas 41 consideran que Khan Academy es útil como recurso de aprendizaje en el curso Cálculo I (95% de los participantes), esto concuerda con los resultados de la investigación realizada por Jara-Ulloa et al. (2023) donde 87% de los estudiantes que conforman la muestra le dan una valoración positiva al uso de Khan Academy como herramienta de apoyo para su aprendizaje en cursos de matemática.

Las razones dadas para justificar que el Khan Academy es un recurso útil para el proceso de enseñanza y aprendizaje se exponen en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Razones consideradas por los estudiantes para justificar que el Khan Academy es útil en el curso de Cálculo I

Razones por las cuales consideran que el Khan Academy es útil como recurso de aprendizaje	Cantidad de estudiantes	Porcentaje de estudiantes
Sirve para hacer práctica	17	41,4
Fácil de entender	10	24,4
Puedo reforzar el conocimiento	10	24,4
Puedo obtener nuevos aprendizajes	2	4,9
Otras	2	4,9
Total	41	100

Fuente: propia de la investigación

La mayor parte de los estudiantes considera que la utilidad del recurso radica en que les sirve para hacer prácticas, mientras que alrededor de una cuarta parte considera que su utilidad es porque pueden reforzar las temáticas vistas, otra cuarta parte considera que es fácil de entender.

Una tercera parte de los participantes expresaron que el recurso que utilizaron con más frecuencia son las prácticas y más de 20% los videos; el resto de los participantes indicaron que usaban con igual frecuencia las prácticas y los videos de la plataforma.

A continuación, en la Tabla 10, se presenta la percepción de los participantes en cuanto a diversas proposiciones relacionadas al uso del Khan Academy durante el curso Cálculo I, ellos debían colocar su grado de acuerdo en la siguiente escala: 5 Muy de acuerdo, 4 De acuerdo, 3 No tengo opinión, 2 En desacuerdo y 1 Muy en desacuerdo. Los datos se agruparon por cantidad

de estudiantes por cada categoría, luego se obtuvo el promedio de la percepción por proposición y su respectiva desviación estándar.

**Tabla 10.** *Percepción de los estudiantes en cuanto al uso de Khan Academy en el curso de Cálculo I*

Proposiciones	5	4	3	2	1	Promedio	DE
Durante el desarrollo del curso Cálculo I utilicé de manera frecuente Khan Academy para estudiar	14	18	1	3	7	3,7	1,4
Me siento motivado por aprender cuando uso Khan Academy	14	11	7	4	7	3,5	1,5
Considero que mi aprendizaje, sobre temas de cálculo, se favoreció al usar Khan Academy	14	15	5	3	6	3,7	1,4
Las tareas asignadas en Khan Academy (las que tenían valor para la nota final del curso) estaban relacionadas con los contenidos propios del curso	27	8	1	0	7	4,1	1,5
Las tareas asignadas en Khan Academy (las que no tenían valor para la nota final del curso) estaban relacionadas con los contenidos propios del curso	20	11	4	2	6	3,9	1,4
Considero que el uso de Khan Academy ha influido de manera positiva en mis calificaciones	13	13	7	4	6	3,5	1,4
Me gusta Khan Academy como herramienta para el aprendizaje independiente por parte del estudiante	16	15	3	0	9	3,7	1,5
Considero que el uso de Khan Academy es un buen complemento para los cursos de Matemática	18	16	0	1	8	3,8	1,5
Las actividades de evaluación propuestas en Khan Academy estaban a mi nivel de acuerdo con lo abordado en la clase	18	14	3	0	8	3,8	1,5

Fuente: propia de la investigación

En cuanto a la información desplegada en la Tabla 10, se puede determinar que tres cuartas partes de los participantes usaron de manera frecuente el Khan Academy en sus horas de estudio independiente. Si se observa el pro-

medio de las opiniones dadas el más alto corresponde a la proposición orientada a la relación existente entre las prácticas asignadas y el contenido del curso, sobrepasando 4, es decir ubicándose en la casilla de acuerdo.

El promedio más bajo lo tienen las proposiciones “Me siento motivado por aprender cuando uso Khan Academy” y “Considero que el uso de Khan Academy ha influido de manera positiva en mis calificaciones” con 3,5; sin embargo, si se obtiene el porcentaje de estudiante que estaban de acuerdo con la afirmación más de 60% estaba de acuerdo con cada una de estas afirmaciones.

La mayoría de los participantes expresó estar de acuerdo con la mayoría de las proposiciones, es decir que consideran que el uso de la herramienta ayudó en el aprendizaje de las temáticas del curso, que les gustó la herramienta y que las actividades tenían un nivel de complejidad similar a las actividades desarrolladas en las clases.

En la encuesta se les pidió a los participantes dar su opinión respecto a si recomendarían el uso de esta herramienta en el curso de Cálculo I, a lo que 95% de los participantes contesta que sí. Las razones que justifican su respuesta se dan en la Tabla 11.

**Tabla 11.** *Razones dadas por los estudiantes para recomendar el uso de Khan Academy en el curso de cálculo I*

Razón por la cual recomiendan el uso de Khan Academy	Cantidad de estudiantes	Porcentaje de estudiantes
Sirve para reforzar conocimientos y practicar	23	56,10
El ejercicio puede realizarse varias veces y retroalimentar mis soluciones	5	12,20
Es fácil de usar	5	12,20
Fomenta el uso de herramientas virtuales	2	4,88
Otras	4	9,76
No contesta	2	4,88
Total	41	100,00

Fuente: propia de la investigación

La principal razón es que sirve para reforzar los conocimientos que se abordaron en las clases y sirve como práctica complementaria, más de la mitad de los participantes lo considera así, una de las respuestas dadas se presenta a continuación:

Respuesta 1: Considero que si se usa frecuentemente y se hacen las prácticas puede ayudar mucho como complemento al curso.

Como otra de las buenas razones para usarlo está que se puede retroalimentar las soluciones y hacer el ejercicio cuantas veces sea requerido, se adjunta una de las respuestas dadas a este ítem:

Respuesta 2: Lo recomiendo, pues cada práctica que realicé trae consigo un "botón" de mostrar pistas, el cual no solo sirve para ayudar a resolver, sino que muestra los pasos, lo cual me funcionó para resolver una gran cantidad de ejercicios del mismo tema solo con recordar los pasos que realicé para completar el primero.

Por último, se les pidió que describieran en una palabra el significado del uso de la plataforma en su proceso de aprendizaje durante el curso Cálculo I, en el siguiente diagrama de palabras se presentan los resultados.



**Figura 4.** Nube de palabras que responde a las respuestas asociadas a la frase “Defina en una palabra el uso de Khan Academy en el curso de Cálculo I”

Fuente: elaborada por los autores

En la Figura 4 se visualizan las palabras expresadas por 38 con el fin de darle el significado que tuvo que para ellos el uso del Khan Academy en el curso, se puede destacar que es una herramienta práctica que sirve como complemento para repasar conceptos; además se destaca que los resultados de esta nube de palabras coinciden con lo expuesto en la Tabla 11 y las palabras que utilizaron califican de manera positiva al uso de la plataforma en el curso de cálculo.

La percepción, en general, expuesta por los estudiantes en la encuesta efectuada fue muy positiva en cuanto al uso de la herramienta de Khan Academy, entre los indicadores que se pueden extraer están: consideran que es una herramienta que les ayuda en el desarrollo de su aprendizaje, es atractiva de usar y les permite practicar, además, tal como lo expresan en la nube de palabras es entretenido, fácil, dinámico, etc., lo que podría marcar una diferencia con la actitud que en general tienen los estudiantes hacia las matemáticas y de manera específica hacia el cálculo. Esta percepción es percibida también por los estudiantes que participan en el estudio realizado por [9].

## **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

El Khan Academy durante la pandemia fue un recurso de apoyo para el estudiantado y el profesorado, ya que puede llevarse a cabo de manera asincrónica, sin embargo, este recurso puede utilizarse, en los cursos con presencialidad en las aulas universitarias, ya que sirve como un apoyo para las horas de estudio independiente del estudiantado. La pandemia nos permitió incluir las nuevas tecnologías en nuestros quehaceres cotidianos que vale la pena mantener.

La herramienta Khan Academy retoma diversas representaciones de los conceptos que se abordan en el curso de Cálculo I, por ende, contrarresta el uso excesivo del álgebra, que [2] indicaba en su estudio. Además, esta herramienta ayuda en el proceso de formación al evaluar el proceso de estudio y no solamente el producto final, como el examen del curso, que evalúa lo que el estudiante adquirió de conocimiento, el uso de Khan Academy de manera continua (semanal) permite que el estudiante esté avanzando en su aprendizaje y a su vez se le reconoce ese avance. Además, que se le apoya con recursos como videos y pistas de resolución de ejercicios.

Los datos recolectados, aunque no se pueden generalizar por el tipo de estudio, parecen indicar que, si los estudiantes se encuentran en contacto con actividades relacionadas con el estudio de las temáticas de cálculo, como lo son prácticas asignadas, videos sugeridos, entre otros en la plataforma Khan Academy puede verse una mejoría en el rendimiento académico de estos, lo cual coincide con resultados obtenidos en los estudios realizados por [9,10,13].

La percepción del estudiantado ante el uso del Khan Academy fue muy positiva, alrededor de 95% de los encuestados lo considera útil y lo recomendarían para que se siga implementando en el desarrollo del curso Cálculo I,

entre las principales razones destacan que ayuda a reforzar las temáticas abordadas en la clase y que les funciona para practicar. Este resultado coincide con investigaciones realizadas donde los estudiantes indican que se sienten motivados al realizar actividades en el Khan Academy, por ejemplo, [9,16].

Las aptitudes hacia las matemáticas de un número importante de individuos son negativas, incluso para estudiantes universitarios que tienen en sus planes de estudio cursos de matemáticas, consideramos que esta herramienta viene a favorecer el cambio de esa aptitud ya que los estudiantes consideran que es una herramienta que les permite avanzar a su ritmo y es amena.

Coincidimos con [16] que la eficacia de esta herramienta (plataforma Khan Academy) depende en gran parte de la mediación que el docente realice, ya que es él que programa las actividades que los estudiantes deben llevar a cabo, y es el mismo que debe dar seguimiento al trabajo de sus estudiantes.

Como conclusión de este estudio se recomienda que se realicen investigaciones similares en otros contextos y en contextos similares para tener resultados más sólidos acerca de las implicaciones que tiene el uso del Khan Academy en cursos de matemática.

## REFERENCIAS

1. García-Retana JA. La problemática de la enseñanza y el aprendizaje del cálculo para ingeniería. *Revista Educación*. 2013; 37(1): 29–42. <https://doi.org/10.15517/revedu.v37i1.10627>
2. García Retana JA. Dificultades del aprendizaje del cálculo a nivel universitario y su relación con ingeniería. *Diálogos Pedagógicos*. 2014; 11(21): 43–61. <https://revistas.bibdigital.uccor.edu.ar/index.php/dialogos/article/view/216>
3. Universidad Nacional. Estadísticas estudiantiles UNA. Rendimiento en cursos; 2023. <https://www.eeuna.una.ac.cr/index.php/rendimiento-de-cursos>
4. Ramírez - Ochoa, M.I, & Vizcarra - Brito, J.J. Desarrollo de habilidades matemáticas en estudiantes normalistas mediante Khan Academy. *Revista Ra Ximhai*. 2016; 12(6): 285–293. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46148194019.pdf>
5. UNESCO. Enfoques estratégicos sobre las TICS en la educación en América Latina y el Caribe. Santiago: UNESCO, 2013.
6. Vélchez-Quesada E. Ávila-Herrera J. Análisis de aprendizaje conceptual empleando CDFs: documentos con un formato computable. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*. 2021; 22(1): 1–18. <https://doi.org/10.18845/rdmei.v22i1. 5732>

7. García M, Eguia I, Etxeberria P, Alberdi E. Implementación y evaluación de actividades interdisciplinares mediante applets dinámicas para el estudio de la geometría. *Formación universitaria*. 2020; 13(1): 63–70. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000100063>
8. Salvatierra-Melgar A, Romero S, Shardin-Flores L. Khan Academy: Fortalecimiento del aprendizaje de Cálculo I en estudiantes universitarios. Propósitos y Representaciones. 2021; 9(1), e1042. <https://doi.org/10.20511/pyr2021.v9n1.1042>
9. Rodríguez J, Light D, Pierson E. Khan Academy en Aulas Chilenas: Innovar en la enseñanza e incrementar la participación de los estudiantes en matemáticas. *Actas del Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. Buenos Aires, Argentina; 2014.
10. Rodríguez R. El uso del portal Khan Academy como Recurso Educativo Abierto en una clase de Matemáticas. *Virtualis*. 2015; 6(12): 132–155. <https://doi.org/10.2123/virtualis.v6i12.131>
11. Brijaldo M. Diseño de una estrategia de enseñanza y aprendizaje bimodal mediada por la plataforma Khan Academy como herramienta de apoyo en estudiantes de séptimo grado [Tesis de grado]. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, 2016.
12. Tapia-Bernabé IR. El poder de Khan Academy en el aprendizaje de las Matemáticas en el CONALEP. *Revista de Investigación Educativa RedCA*. 2019; 1(3): 120–142. <https://revistaredca.uaemex.mx/article/view/12129>
13. Jara F, Cancino P. La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías. *Revista Electrónica de Divulgación de Metodologías Emergentes en el Desarrollo de las STEM*. 2022; 4(1): 71–91.
14. Jara-Ulloa FJ, Cancino PE, Quintero B, Lizárraga S. Uso de dispositivos móviles y Khan Academy para estudiantes de nuevo ingreso a Ingeniería. *Revista Electrónica de Divulgación de Metodologías Emergentes en el Desarrollo de las STEM*. 2023; 5(1): 4–23. <http://www.revistas.unp.edu.ar/index.php/rediunp/article/view/881>
15. Universidad Nacional. Escuela de Matemática. Programa de curso MAT002 Cálculo I, II Ciclo 2020. Costa Rica: Universidad Nacional; 2020.
16. Vidergor H, Ben-Amram P. Khan academy effectiveness: The case of math secondary students' perceptions. *Computers & Education*. 2020; 157: 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103985>

### Cómo citar el artículo

Alpízar Vargas, M., Páez Páez, C., &Córdoba Hernández, J. (2024). Uso de Khan Academy en un curso universitario de cálculo diferencial e integral. *Revista de Investigación en Matemática y su Enseñanza*, 1(1), 97-122.

<https://doi.org/10.32735/S2810-7187202400013184>

### Licencia

© 2024 Los autores. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](#).