

Teaching of Linear Algebra in university students

Ensino de Álgebra Linear em estudantes universitários

Osorio Vidal, Víctor Gilberto; Palomino Alca, Julia Teresa; Huayhua Prada, Mariluz Francisca; Gambini López, Inés

 **Víctor Gilberto Osorio Vidal**
vosoriov@ucvvirtual.edu.pe
Universidad César Vallejo, Perú

 **Julia Teresa Palomino Alca**
jpalominoal7@ucvvirtual.edu.pe
Universidad César Vallejo, Perú

 **Mariluz Francisca Huayhua Prada**
mhuayhuapr@ucvvirtual.edu.pe
Universidad César Vallejo, Perú

 **Inés Gambini López**
ggambiniga31@ucvvirtual.edu.pe
Universidad César Vallejo, Perú

Revista de Investigación en Ciencias de la Educación HORIZONTES

Centro de Estudios Transdisciplinarios, Bolivia
ISSN-e: 2616-7964
Periodicidad: Trimestral
vol. 7, núm. 27, 2023
editor@revistahorizontes.org

Recepción: 03 Julio 2022
Aprobación: 21 Julio 2022
Publicación: 09 Enero 2023

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/466/4664306036/>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Resumen: La asignatura de Álgebra Lineal es considerada dentro del currículo de las escuelas profesionales de las ciencias básicas, ingenierías, ciencias económicas y empresariales de las universidades como un curso de carácter formativo, además esta asignatura será útil para elaborar futuros proyectos cuando ejerzan su profesión. Se formuló como objetivo de estudio determinar la enseñanza del álgebra lineal en estudiantes universitarios, examinando la literatura académica. Se empleó la metodología revisión sistemática seleccionando en bases de datos como: Google Académico, EBSCO, Scopus, Scielo, REDALYC y Dialnet. La revisión realizada permitió concluir que, enseñar este curso exige ciertas particularidades, los docentes haciendo uso de la didáctica deben motivar el interés, demostrando que los aprendizajes adquiridos serán útiles en el ejercicio profesional.

Palabras clave: Álgebra lineal, Enseñanza, Ingeniería y universidad.

Abstract: The subject of Linear Algebra is considered within the curriculum of the professional schools of basic sciences, engineering, economic and business sciences of the universities as a formative course, besides this subject will be useful to elaborate future projects when they exercise their profession. The objective of the study was to determine the teaching of linear algebra in university students by examining the academic literature. The systematic review methodology was used, selecting databases such as: Google Scholar, EBSCO, Scopus, Scielo, REDALYC and Dialnet. The review allowed us to conclude that teaching this course requires certain particularities; teachers, using didactics, should motivate interest, demonstrating that the learning acquired will be useful in professional practice.

Keywords: Linear algebra, Teaching, Engineering and university.

Resumo: A disciplina de Álgebra Linear é considerada dentro do currículo das escolas profissionais de ciências básicas, engenharia, economia e ciências empresariais das universidades como um curso formativo, além disso, esta disciplina será útil para desenvolver projetos futuros quando elas exercerem sua profissão. O objetivo do estudo foi determinar o ensino da Álgebra Linear em estudantes universitários através do exame da literatura acadêmica.

A metodologia de revisão sistemática foi utilizada, selecionando bancos de dados como: Google Scholar, EBSCO, Scopus, Scielo, REDALYC e Dialnet. A revisão tornou possível concluir que, o ensino deste curso requer certas particularidades, os professores que utilizam didática devem motivar o interesse, demonstrando que o aprendizado adquirido será útil na prática profissional.

Palavras-chave: Álgebra Linear, Ensino, Engenharia e Universidade.

INTRODUCCIÓN

En la formación profesional de los estudiantes universitarios en las carreras de ingeniería, requiere desarrollar ciertas competencias, estas serán fundamentales para la elaboración de proyectos cuando ejerzan su profesión. En tal sentido, enseñar a las nuevas generaciones implica que, los docentes universitarios asuman desafíos, porque los estilos de aprendizaje han cambiado con respecto al aprendizaje de matemática, por consiguiente, en los estudiantes de ingeniería se debe propiciar habilidades cognitivas y el empleo de la tecnología (Correia y Bozutti, 2017). Para Arzola y Pavas (2019) la enseñanza del álgebra lineal es fundamental desde la formación inicial, como un curso básico en la carrera de Ingeniería.

Incorporar las Tecnologías de la informática y Comunicación (TIC) contribuyen a la formación integral de los estudiantes de Ingeniería, consiguiendo que sus conocimientos sean más entendibles y asimilables (Capote et al., 2016). En el siglo XXI, con el avance de la informática e inteligencia artificial, ha determinado que, la educación se apodere de recursos los cuales fortalezcan el proceso de enseñanza y aprendizaje (Borba et al., 2018; Yang et al., 2019; Delgado et al., 2021). Es en esta línea que, la formación científica y tecnológica resulta fundamental para los futuros ingenieros quienes, debido a los conocimientos adquiridos durante sus estudios ayudarán a brindar soluciones más acertadas en la sociedad (Flores et al., 2019).

En tal sentido se requiere la construcción de materiales educativos interactivos, para el desarrollo de las experiencias académicas en las universidades, esto se fundamenta en el constructivismo, donde a su vez se consiga el aprendizaje significativo (González et al., 2019); porque la educación superior mirando al futuro debe desprenderse de ciertas costumbres, como son el desarrollo de la clase maestra y fomentar el aprendizaje cognitivo, se necesita profesionales que se apoderen del conocimiento y encuentren utilidad en él, siendo capaces de emplearlos en el desarrollo de proyectos futuros.

Como especialidad los estudiantes universitarios que cursan asignaturas que tienen como componentes, tópicos correspondientes al álgebra lineal, manifiestan dificultades al momento de interpretar los enunciados en los ejercicios y problemas, por la simbología y el lenguaje propio del álgebra (León et al., 2019). Asimismo, también se pone en evidencia, de acuerdo a Vergara et al. (2018) y Montenegro et al. (2020) la falta de claridad en la didáctica para la enseñanza y aprendizaje, debido a la presentación axiomática de la disciplina. Se reconoce el papel de la geometría analítica vectorial, en la comprensión de los

objetos algebraicos (Sabatinelli et al., 2021; Can et al., 2021; Costa y Rossignoli, 2017; Messina, 2017; García-Hurtado et al., 2019 y Turgut, 2019).

De acuerdo a lo antes expuesto, se tuvo como propósito determinar la enseñanza del álgebra lineal en estudiantes universitarios, examinando la literatura académica. Este estudio se consideró importante porque es necesario reconocer las áreas que llevan los estudiantes de ingeniería en los contenidos curriculares y que tan necesarias son para su formación profesional

METODOLOGÍA

Se empleó la revisión sistemática de la literatura académica mediante selección en bases de datos como: Google Académico, EBSCO, Scopus, Scielo, REDALYC y Dialnet; para la cual se utilizó gestores de búsqueda avanzada, para filtrar la información, fue necesario construir una matriz para organizar los artículos, leyendo primero resúmenes, se obtuvo un total de 31; la mayor incidencia correspondió al año 2019, se exploró publicaciones latinoamericana en relación a la enseñanza del Álgebra Lineal con predominancia de la realidad mexicana (7), colombiana (5), argentina (4) y brasileña (4); trabajos que en su mayoría utilizan el enfoque metodológico cualitativo (20),

Se tuvo como criterios de inclusión; primero fueran publicaciones a partir del año 2010 hasta el 2022; contaran en las palabras claves al álgebra lineal; así como la geometría analítica vectorial, tópicos inherentes de la asignatura del álgebra lineal a nivel universitario, el desempeño del docente; además, fueran artículos de acceso abierto escritos en español e inglés.

Fueron excluidos los artículos que a pesar de contar con las palabras clave en el proceso de selección, una vez revisados no se enfocaban en el tema universitario o la manera cómo se enseñaba el álgebra lineal

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

Del total de los 31 documentos acopiados, de acuerdo a los criterios e inclusión y exclusión, fue posible conseguir algunos alcances con respecto al número de las publicaciones, como se detalla en las siguientes tablas

Tabla 1.
Frecuencia de producción literaria por años y porcentajes

Año	Frecuencia	%
2010	2	6,45
2014	2	6,45
2017	2	6,45
2018	6	19,35
2019	8	25,81
2020	7	22,58
2021	4	12,90
Total	31	100,0

Como se pudo apreciar en la Tabla 1, las frecuencias y referencias según los años de publicación, permiten determinar que el año de mayor producción

literaria fue el año 2019 con un 25,81 %, seguido del año 2020 con un 22,58% y el año 2018 con un 19,35%; así mismo se puede observar que durante los años 2010 al 2017 la producción literaria fue la más baja con un 6,45%; en lo referente al año 2021 con un 12,90% no pudo hacer la misma afirmación puesto que la mayoría de la producción no figura en las bases de datos.

En relación a la procedencia de los documentos revisados, las frecuencias y los porcentajes se presentan en la siguiente tabla

Tabla 2.
Procedencia de documentos revisados

País	Frecuencia	%
Argentina	4	12,90
Bolivia	1	3,23
Brasil	4	12,90
Colombia	5	16,13
Cuba	2	6,45
Ecuador	2	6,25
España	2	6,45
México	7	22,58
Perú	1	3,23
Portugal	1	3,23
Singapur	1	3,23
Venezuela	1	3,23
Total	31	100,0

De la Tabla 2, se puede observar que la documentación recopilada corresponde a la realidad iberoamericana en un 96, 77%, no se ha analizado documentación de otras realidades como Estados Unidos de Norteamérica, y otros continentes. La mayoría de los documentos, un 22,58% corresponde a México, seguido de Colombia con un 16,13%, Argentina y Brasil, ambos con un 12,90%, Cuba y Ecuador con un 6,45% y finalmente Perú, Venezuela y Portugal con un 3,23%.

El enfoque de la metodología que utilizaron los autores de los documentos seleccionados en la presente revisión bibliográfica se resume en la siguiente tabla

País	Frecuencia	%
Argentina	4	12,90
Bolivia	1	3,23
Brasil	4	12,90
Colombia	5	16,13
Cuba	2	6,45
Ecuador	2	6,25
España	2	6,45
México	7	22,58
Perú	1	3,23
Portugal	1	3,23
Singapur	1	3,23
Venezuela	1	3,23
Total	31	100,0

Tabla 3.
Tipos de enfoques metodológicos y frecuencias

De la Tabla 3, se puede observar que la mayoría de los autores 64,53% optaron por el enfoque metodológico cualitativo (54,84% descriptivo interpretativo y de los tipos estudio de casos, fenomenológico e investigación acción, cada uno

con un 3,23%), seguido de un 29,03% del enfoque de investigación cualitativa, mientras que un 3,23% optaron por un enfoque metodológico mixto.

Con respecto a los autores consultados se establecieron ciertas coincidencias como temas transversales; la primera fue como los estudiantes universitarios se apoderan del conocimiento al llevar el curso de álgebra lineal, en tal sentido, resulta importante tratar de una forma minuciosa la construcción del concepto de espacio vectorial, insistiendo en establecer diferencias entre la ley de composición interna y la ley de composición externa con operadores en un campo, así coincidieron (Oktaç y Gaisman, 2010 y Martín et al., 2014). Además se requiere, implementar cursos introductorio de álgebra lineal, donde las materias estudiadas sean matrices y resolución de los sistemas en ecuaciones lineales, correspondientes a problemas reales; siendo posible surjan, dificultades de contextualizados, cuentan con una diversidad de aplicaciones, resolver problemas cotidianos, despiertan el interés en los estudiantes, sintiéndose motivados para el aprendizaje (Gracia, 2010).

La segunda coincidencia fue la particularidades del proceso de enseñanza aprendizaje del álgebra lineal en las carreras de ingeniería, permitiendo al docente, la oportunidad de encontrar formas novedosas para enseñanza y transmisión en los elementos del álgebra lineal, respondiendo a las necesidades profesionales, donde el estudiante sea gestor de su aprendizaje (Bianchini et al., 2019); se requiere identificar las principales problemáticas que, afrontan los estudiantes de ingeniería en el proceso enseñanza aprendizaje del álgebra lineal; y que tan necesarios son para la resolución de problemas en su especialidad. (León et al., 2019 y Mora y Rodríguez, 2018). De acuerdo a Coello et al. (2021) y Catarino et al. (2019) la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas para estudiantes universitarios, en forma particular del álgebra lineal, se debe incorporar la creatividad y las TIC.

Y la tercera coincidencia fue el perfeccionamiento de la didáctica para el estudio del álgebra lineal, para Martín et al. (2014) existen dificultades en los estudiantes para comprender el concepto de espacio vectorial debido a su naturaleza abstracta, en consecuencia se necesita contextualizar en la didáctica de las matemáticas, a partir de la enseñanza del álgebra lineal, modernizando los principios de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) esta, es una alternativa nueva, en los modelos pedagógicos de enseñanza, que permite a los estudiantes de la asignatura de álgebra lineal tener un rol más activo (Álvarez-Macea y Costa, 2019). También contribuye desde la formación didáctica el uso del aula invertida a nivel superior para enseñar álgebra lineal, colocar los recursos académicos a disposición de los estudiantes los cuales en fusión de sus estilos y tiempos consiguen procesarlos, asimilarlos y metacognición (López et al., 2020). No obstante, la didáctica, repercute en la teoría, enseñanza de la asignatura y el desempeño del docente (Vergara et al., 2018).

CONCLUSIÓN

A modo de conclusión mediante la revisión sistemática de la literatura académica, fue posible establecer que existe necesidad del aprendizaje del álgebra lineal en la formación profesional de los estudiantes de ingeniería, los autores consultados brindaron como coincidencias que, enseñar este curso exige ciertas

particularidades, los docentes haciendo uso de la didáctica deben motivar el interés, demostrando que los aprendizajes adquiridos serán útiles en el ejercicio profesional; en tal sentido los docentes deben articular los contenidos curriculares necesarios del curso con el empleo de las TIC, para hacer más amigables las clases

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Álvarez-Macea, F., y Costa, V. (2019). Enseñanza del Álgebra Lineal en carreras de Ingeniería: un análisis del proceso de la modelización matemática en el marco de la Teoría Antropológica de lo Didáctico. *Eco Matemático*, 10, n (2), 65–78. <http://doi.org/10.22463/17948231.2594>
- Arzola, N., y Pavas, A. (2019). La enseñanza de la Ingeniería en su encrucijada. *Ing. Investig.*, 39, 3–10. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092019000200003
- Bianchini, B., de Lima, G, y Gomes, E. (2019). Linear algebra in engineering: an analysis of Latin American studies. *ZDM Mathematics Education*, 51, 1097–1110. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11858-019-01081-5>
- Borba, M. Chiari, A. y Leite de Almeida, H. (2018). Interactions in virtual learning environments: new roles for digital technology. *Educational Studies in Mathematics*, 98(3), 269–286. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-018-9812-9>
- Can, A., Aguilar, M., y Trigueros, M. (2021). Estado del conocimiento didáctico sobre el concepto de espacio vectorial. *Educacion Matematica*, 33(3), 121–140. <https://doi.org/10.24844/EM3303.05>
- Capote, G., Rizo, N., y Bravo, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(1), 21–28. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/300>
- Coello, E., Guerrero, K., Cedeño, J., y Coello, L. (2021). Didáctica del álgebra lineal (E. G. Compás. <http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/649/3/Libro%20DIDÁCTICA%20DEL%20ALGEBRA%20LINEAL.pdf>
- Correia Barreiro, S., y Bozutti, D. F. (2017). Desafíos y dificultades en la enseñanza de la ingeniería a la generación Z: Un caso de estudio. *Propósitos y Representaciones*, 5(2), 127–183. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2017.v5n2.163>
- Costa, V. y Rossignoli, R. (2017). Enseñanza del álgebra lineal en una facultad de ingeniería: Aspectos metodológicos y didácticos. *Revista Educación En Ingeniería*, 12(23), 49. <https://doi.org/10.26507/REI.V12N23.734>
- Delgado Pimentel, S., Miret Barros, E., y Martín García, A. (2021). Juegos didácticos en el proceso enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en la Universidad de las Ciencias Informáticas. IV Conferencia Científica Internacional UCIENCIA 2021 Universidad de Las Ciencias Informáticas. La Habana, Cuba, 1–10. <https://repositorio.uci.cu/handle/123456789/9610>
- Flores, M. R., Arturo, J., Elizondo, C., Isabel, M., y Rangel, D. (2019). La formación integral del estudiantado de ingeniería a través de la educación continua Comprehensive Training of Engineering Students through Continuing Education. *Revista Electrónica Educare (Educare Electronic Journal)* EISSN, 18(1), 77–96. <http://www.una.ac.cr/educare>

- García-Hurtado, O., García-Pupo, M., y Poveda-Chaves, R. (2019). Linear algebra learning focused on plausible reasoning in engineering programs. *Visión Electrónica*, 13(2), 322–330. <https://doi.org/10.14483/22484728.15164>
- González, G., Torres, J. y Orjuela, J. (2019). Evaluación De Una Estrategia De Enseñanza De Las Ciencias Básicas En Programas De Ingeniería: Caso De Estudio En Álgebra Lineal. 2° Congreso Latinoamericano de Ingenierías: Retos En La Formación de Ingenieros En La Era Digital. <https://doi.org/10.26507/ponencia.104>
- Gracia, M. (2010). Formando docentes de matemática para la enseñanza del álgebra lineal. *Revista Integra Educativa*, 3(2), 235–262. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1997-40432010000200008&script=sci_abstract
- León, C., Coello, C., Goyes, K., Barzola, J., y León, L. (2019). Proceso Enseñanza Aprendizaje del Álgebra Lineal. Sistematización e Implicación en las Carreras de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. *Ciencia Sociales y Económicas*, 3, 134–155. <https://doi.org/10.18779/csy.e.v3i2.300>
- Martín, Á., Pérez, O., Blanco, R., y Casas, L. (2014). Los espacios vectoriales, como estructuras algebraicas, en el proceso de enseñanza aprendizaje del álgebra lineal: Una propuesta de investigación. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 27, 1073–1082. <http://funes.uniandes.edu.co/5666/1/MartinLosespaciosALME2014.pdf>
- Messina, V. (2017). Maestría en Metodología de la Investigación Científica [Universidad Nacional de Lanús Departamento de Artes y Humanidades]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13731.71201>
- Montenegro, F., Gagliardo, A., Mangini, S., y Carrasco, A. (2020). El Aprendizaje De Espacios Vectoriales En Álgebra Lineal: Una Mirada Desde La Teoría Apoe. *Brazilian Journal of Development*, 6(11), 84339–84351. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n11-009>
- Oktaç, A., y Gaisman, M. (2010). ¿Cómo se aprenden los conceptos de álgebra lineal? RELIME. *Revista Latinoamericana de Investigación En Matemática Educativa*, 13(4), 373–385. <https://doi.org/ISSN: 1665-2436>
- Sabatinelli, P., Llanos, V. y Et Otero, M. (2021). Álgebra Lineal y Geometría Analítica en carreras de Ingeniería: reporte de investigaciones. *IKASTORRATZA.e-Journal on Didactics*, 21–51. https://doi.org/10.37261/26_alea/2
- Turgut, M. (2019). Sense-making regarding matrix representation of geometric transformations in R2: a semiotic mediation perspective in a dynamic geometry environment. *ZDM Mathematics Education*, 51, 1199–1214. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01032-0>
- Vergara, G., Contreras, G. Romero, J. (2018). Estrategias didácticas para el estudio del álgebra lineal en la universidad. *Opción*, 34(87), 557–583. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7341391>
- Yang, Y., Zhang, Q., Liu, B., Wang, L., y Kong, X. (2019). Case design of linear algebra hybrid teaching model under problem-based learning. *International Journal of Information and Education Technology*, 9(9), 618–622. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2019.9.9.1277>