

La enseñanza y aprendizaje del álgebra lineal para estudiantes en la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí

Néstor Eloy Ponce Silva⁴¹

Resumen

En esta ponencia se presenta algunos de los problemas que se dan en el aprendizaje del Álgebra Lineal por parte de los estudiantes que ingresan por primera vez al primer semestre de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí de la República del Ecuador. Esta asignatura es de formación básica y desempeña un papel esencial en la organización de los conocimientos matemáticos, siendo de carácter teórico-práctico y es muy importante para su aplicación en el campo profesional, entonces se hace necesario que los docentes que imparten esta cátedra reflexionen sobre las características propias del concepto y además se debe replantear la forma tradicional como ellos han venido enseñando y mejorar la calidad de los aprendizajes para que los estudiantes desarrollen sus habilidades y proporcionen cada uno el estilo de aprendizaje en una sólida formación relacionado con la comprensión e interpretación de los conceptos, y buscar algunas alternativas para la resolución de ejercicios sea en las formas ya existentes, en forma grupal o individual y esto permita mejorar el rendimiento académico y lograr desarrollar sus capacidades de manera más significativa al desarrollo de sus competencias.

⁴¹ Ingeniero Civil, Maestría en Educación Matemática Universitaria, nponcesilva@yahoo.com

Palabras Claves: Álgebra lineal; Enseñanza aprendizaje; Estilo de aprendizaje; Comprensión, Interpretación.

Desarrollo

La enseñanza y aprendizaje del álgebra lineal en la carrera de Ingeniería Civil constituye uno de los problemas que se ha presentado en las últimas décadas del siglo pasado. La mayoría de los estudiantes que terminan el bachillerato e ingresan por primera vez a la universidad y en especial a las carreras de Ingeniería, manifiestan deficiencias en el aprendizaje para enfrentar las exigencias en las asignaturas de formación profesional, por lo tanto, ellos deben ser nivelados y evaluados para aprobar el curso de nivelación.

Varios investigadores están preocupados sobre distintos aspectos al proceso de enseñanza-aprendizaje del algebra lineal. Para Dorier, J. (1998) citado por Hurman, A. (2010). “Se puede hacer una distinción de dos tipos de fuentes de las dificultades de los estudiantes: la naturaleza de álgebra lineal en si misma (dificultades conceptuales), y el tipo de pensamiento requerido para la comprensión del álgebra lineal (dificultades cognoscitivas)”.

Para Kú, D.; Trigueros, M. y Oktaç, A. (2008). “El aprendizaje de los conceptos del álgebra lineal debe empezar por el establecimiento de las relaciones adecuadas entre los conceptos conocidos, necesarios en la construcción de los nuevos conceptos.

Creemos que si el estudiante logra construir dichas relaciones, podrá alcanzar una mejor comprensión de los conceptos que se introducen en un curso de álgebra lineal”.

Para Cañón, J. (2006). “El desarrollo de la educación superior y su relación con el conocimiento se comprenden mejor como parte de la historia de la sociedad, cuando se asocian con hitos a partir de los cuales las formas de vida colectiva, las maneras de resolver los problemas y la estructura de las organizaciones sociales cambian de manera significativa y determinan nuevos modelos de organización. La ingeniería, como expresión y empresa social, no es indiferente a esas influencias y por eso conviene apreciar el efecto que puedan tener en su ejercicio los cambios que se proponen en el plano académico para la formación y la actualización de los ingenieros”.

Sin embargo, variables como la motivación, la efectividad, la imaginación, la comunicación, los aspectos lingüísticos y la capacidad de representación juegan un papel fundamental en la conformación de las ideas matemáticas en los estudiantes (Cantoral, R. 2002) citado por García, J. (2013).

Para las carreras de Ingeniería, su aprendizaje se da en un marco contradictorio, se aduce que esto constituye la base del desarrollo profesional del futuro ingeniero, sin embargo, su enseñanza se ha formalizado a través de uso y abuso del álgebra (Artigue, M. 1998; Camarena, P. 2009) citado por García, J. (2013).

Los procedimientos y conocimientos con los que el alumno enfrenta los problemas y situaciones, alcanzan otro escalón del desarrollo cuando devienen personalizados, cuando acceden al plano personal y penetran la esfera de las creencias y las convicciones... ligadas a su efecto y emocionalidad. (Labarrere, A. 1997) citado por Pérez, J. (2010)

Para Ferro, P. (2011). La expresión “resolución de problemas” se usa para expresar actividades tan diversas como las relativas a la realización de ejercicios más o menos repetitivos, en los procedimientos propios de “pensar matemáticamente”, o las empleadas en la toma de decisiones en distintos contextos.

Resulta de gran importancia para los docentes que enseñan Álgebra Lineal reflexionen sobre el problema que enfrentan día a día con los estudiantes, y así determinar sus posibles consecuencias, el profesor debe replantear la forma con que ha venido enseñando, él debe innovar y hacer que la clase sea participativa por parte de los estudiantes.

El álgebra lineal se considera prácticamente importante en todas las profesiones y en especial en las carreras de ingeniería por su aplicación a la solución de problemas, las dificultades con que se encuentran los estudiantes al ingresar a la universidad llegan con muchas deficiencias cuando intentan aprender los conceptos abstractos. Una de

las causas que dificultan el aprendizaje del álgebra lineal por parte de los estudiantes se ha originado desde una perspectiva algorítmica y rutinaria.

De la bibliografía consultada, sobre el proceso enseñanza aprendizaje y basándonos en conocimientos empíricos de la práctica docente por más de cinco años, así como reflexiones realizadas en el área de matemáticas se señalaron insuficiencias, entre los cuales tenemos:

- Pobre dominio de conceptos matemáticos, expresados en la interacción de los estudiantes con los objetos del concepto de forma mecánica, sin dominio de las características esenciales que lo definen.
- Insuficiente desarrollo de habilidades para resolver problemas, dentro y fuera de las áreas de matemáticas, influyendo de forma negativa los conocimientos previos y la habilidad de modelar.
- Aplicación mecánica de resultados de la teoría matemática, no distinguiendo las condiciones necesarias y suficientes que permiten la aplicación de los teoremas, reglas, procedimientos de dicha teoría.

Para Dorier, J. (1998) citado por Hurman, A. (2010) muestra su necesidad en que los estudiantes deben involucrarse a lo largo de su trabajo matemático y hacer un análisis reflexivo de los objetos, para entender los aspectos unificadores y generalizadores de los conceptos de álgebra lineal.

Dificultades conceptuales:

Dentro de esta categoría consideramos el despliegue de lenguajes y registros que usamos:

- a) Lenguaje formal
- b) Lenguaje algebraico, geométrico, abstracto
- c) Registro gráfico, tabular, simbólico.

Dificultades cognoscitivas:

En esta categoría tendremos en cuenta los trabajos sobre:

- a) La flexibilidad cognoscitiva
- b) El nivel trans- objeto de pensamiento
- c) El pensamiento teórico y práctico.

Para Harel, G. (2000) citado por Hurman, A. (2010) postula tres “principios” para la enseñanza de álgebra lineal, inspirado por la teoría psicológica de Piaget del desarrollo conceptual: el Principio de Concretización, el Principio de Necesidad y el Principio de Generalizabilidad. El sugiere una progresiva aproximación al álgebra lineal de acuerdo a estos tres principios pedagógicos.

Para Kú, D.; Trigueros, M. y Oktaç, A. (2008). La construcción de un concepto matemático requiere la construcción de concepciones de los tipos antes mencionados,

pero esas concepciones no siguen necesariamente una secuencia lineal. Un individuo puede tener durante mucho tiempo concepciones intermedias o incluso tener una concepción de un tipo para algunos aspectos de un concepto y de otro para otros aspectos del concepto. Sin embargo, hay que subrayar que la forma de trabajo que un individuo pone de manifiesto frente a distintas situaciones problemáticas es diferente cuando responde de una manera que puede caracterizarse en la teoría como un proceso, un objeto o bien una acción (Trigueros, M y Oktaç, A. 2005).

Para Cañón, J. (2006). “Las relaciones entre las exigencias del entorno social, fuertemente influenciadas por la dinámica del mercado, su lenguaje, sus tácticas y sus expectativas; y los valores e intereses académicos de la educación superior, son la expresión de una crisis que afecta la esencia misma de las universidades; se retrata en expresiones tan diversas como la definición de políticas académicas, modalidades y niveles de formación, contenidos, estrategias e instrumentos de evaluación; planes de estudio, programas de educación continuada, asignación de recursos para desarrollo, proyección social e investigación, admisión de estudiantes y vinculación de profesores e investigadores y, por supuesto, determina criterios, estrategias e instrumentos de evaluación, certificación y acreditación”.

Actualmente, la enseñanza del álgebra lineal en las carreras de Ingeniería ha ido cambiando en la mayoría de universidades del país, debido a la presencia de la

tecnología en la educación superior y además existen programas diseñados específicamente para realizar los cálculos matemáticos. Todos estos cambios son positivos en la enseñanza del álgebra lineal.

La sociedad actual considera al álgebra lineal como una de las asignaturas más importantes en los programas de estudios de las carreras de ingeniería, ya que los estudiantes pueden contribuir y lograr desarrollar sus capacidades de manera significativa al desarrollo de sus competencias.

Para Hernandez, G. y Da Silva, S (2008) consideran que la tecnología es vista como una herramienta con gran potencial para la discusión y dominio pleno de los conceptos. En este sentido Dall’Anese (2006), citado por (Hernandes G. y Da Silva S. (2008)), afirma que:

“Los estudios relacionados con el uso de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, demuestran que la computadora es una herramienta que facilita la visualización del contenido abstracto aprendido en el aula. En este contexto, la tecnología se identifica como una herramienta promisoría para la discusión y el análisis de estos conceptos”

Sin embargo, se presentan muchas dificultades por parte de los docentes en la enseñanza del lenguaje matemático. Para Alcalá, M. (2002). “El lenguaje matemático es generalmente aprendido en la escuela por imposición. A su vez es visto como un sistema codificado y acabado que se da de manera planificada y escalonada que se enseña y transmite a través de contenidos parciales, distintos conceptos, procedimientos y algoritmos cada vez más abstractos y alejados de la expresión física, lo que convierte en un objeto de conocimiento en sí mismo”.

Figueras, O. (2005) señala, por ejemplo, que los factores subyacentes a esta nueva labor docente implican cambios en la forma de estructurar y organizar la enseñanza en el aula, la manera de obtener información, la manera de proponer actividades y tareas, y las habilidades y competencias de los estudiantes.

Por su parte, Popescu, E. (2008) citado por García, R. J. (2013). También considera que el estilo de aprendizaje tiene que ver con la preferencia mostrada por el educando para abordar un aprendizaje, y agrega que los estilos de aprendizaje no necesariamente reflejan todas las capacidades cognitivas e intelectuales del individuo. Para De Lièvre, B.; Temperman, G.; Cambier, J.; Decamps, S. y Depover, C. (2009), el estilo de aprendizaje corresponde a la manera dominante de aprender que manifiesta el educando, pero que no es la única que posee; y Grasha, A. (2002) plantea que los

estilos de aprendizaje reflejan las disposiciones personales que influyen o influyen en la habilidad del estudiante para tener acceso a la información.

Dado que los estilos de aprendizaje tienden a ser más flexibles e influenciados que los estilos cognitivos, el que los docentes logren diagnosticar el estilo predominante que presenta cada estudiante, les puede posibilitar el conocer las fortalezas y las debilidades de los educandos en su proceso de aprendizaje, contribuyendo de esta manera a aumentar el poder de dicho proceso, y a conseguir que los educandos logren el máximo provecho de las experiencias de aprendizaje (Kolb, 1999, citado por Popescu, E. 2008).

Para García, R. J. (2013). En este marco conceptual es imprescindible que el docente esté consciente de que así como no existe un estilo de aprendizaje mejor que otro, tampoco existe un estilo de enseñanza que sea mejor que los demás, y que el estilo de enseñanza debería depender de al menos cuatro factores: a) la motivación de los estudiantes, b) sus capacidades cognitivas, c) sus estilos de aprendizaje, y d) los objetivos curriculares a desarrollar.

Al respecto, Amado, M.; Brito, R. y Pérez, C. (2007), reafirman lo anterior al considerar que el aprendizaje depende de la influencia del profesor, del dominio en su disciplina, del ámbito de sus competencias, del modelo didáctico que implemente, pero particularmente de su estilo de enseñanza. Esto significa que en la interacción

educando-educador ambos partícipes presentan estilos propios frente al acto educativo, los estudiantes su estilo de aprendizaje y los docentes su estilo de enseñanza.

Según Felder (1990) y Pérez (1995), citados por Amado, M.; Brito, R. y Pérez, C. (2007), si el profesor logra hacer compatible su estilo de enseñanza con el estilo de aprendizaje de los estudiantes, probablemente el rendimiento académico de estos será mayor, de ahí que sea sumamente importante acomodar las diferencias entre los estilos de enseñanza del profesor y los de aprendizaje de los estudiantes; de no lograrse, las diferencias entre los correspondientes estilos se constituyen a menudo en fuentes de conflicto, tensión y malos entendidos (Grasha, A. 2002); evidentemente, le corresponde al docente evitar esta situación.

De esta manera, el estilo de aprendizaje por parte del docente repercute en su manera de enseñar, ya que frecuentemente tiende a enseñar como a él le gustaría aprender (Gallego, D. y Nevot, A. 2008), lo que justifica la consideración de que debe ser el docente quien debe informarse sobre los estilos de aprendizaje de sus estudiantes y aprovechar que estos son relativamente modificables, según el contexto, para poder convertir su trabajo en un esfuerzo efectivo.

El que los docentes ignoren los estilos de aprendizaje de los estudiantes resulta tan perjudicial como el no dominar la disciplina que se enseña o no contar con las técnicas y estrategias didácticas que motiven a los estudiantes (Bonilla, F. S. 1998) y es, a su vez, posible que esta falla produzca apatía, desinterés, reduzca la efectividad del planeamiento didáctico y que las estrategias metodológicas se vuelvan intuitivas y/o accidentales.

Es claro, entonces, que el conocer los estilos de aprendizaje de los estudiantes, puede ayudar al profesor a organizar de manera más eficaz y eficiente el proceso de aprendizaje-enseñanza a implementar (Thompson, S y Aveleyra, E. 2004), y posibilita atender a los estudiantes de manera más personal, guiándolos en el contexto del aprendizaje. Solo así el profesor realmente puede contribuir a que los estudiantes se conviertan en los constructores de sus propios aprendizajes (Thompson, B y Mazcasine, J. 2000) “de manera tal que si los profesores (particularmente los de matemáticas) cambiaran sus estrategias de enseñanza y las acomodaran a los estilos de aprendizaje de los estudiantes, es muy probable que disminuya el número de estudiantes que fracasan en la escuela” (Dunn y Dunn, 1984, citado por Gallego, D. y Nevot, A, 2008).

Para Ferro, P. (2011). Los autores consideran que enseñar Álgebra Lineal equivale a unificar y generalizar conceptos asociados a elementos que el alumno ya conocía de

cursos anteriores. Estos elementos necesitan ser integrados dentro de un proceso de abstracción, para lo cual es necesario identificar sus características comunes. Desde un punto de vista didáctico, la dificultad surge porque cualquier problema lineal en el primer año de unos estudios universitarios puede ser resuelto sin usar una teoría axiomática. La ventaja en términos de unificación, generalización y simplificación es sólo vista por el experto.

Conclusiones Principales

La enseñanza y aprendizaje del álgebra lineal en el nivel universitario se da en marco de un proceso de generalización que no siempre corresponde con las necesidades de las diferentes carreras profesionales, y la ingeniería no se escapa a este problema.

Esto pone de manifiesto que conocer los estilos de aprendizajes del álgebra lineal por parte de los alumnos requiere de un gran esfuerzo, así como la necesidad de que el docente pueda organizarse y llevar a cabo estudios que vayan más allá de las dificultades, y así los estudiantes pueda contribuir con sus propios aprendizajes.

Si resolver problemas constituye uno de los principios metodológicos, entonces no se ha hecho hincapié en las estrategias de la enseñanza del álgebra, por lo que las circunstancias de estudios posteriores es analizar el comportamiento de cada uno de

los estudiantes e incentivarlo con el análisis e interpretación para la resolución de problemas.

Con esto se sugiere a los docentes que enseñan álgebra lineal que sean un más exigentes con sus alumnos y dar la solución al problema, o cómo deben actuar con cada uno de ellos, más bien, se debe llamar la atención sobre la conveniencia de conocer y utilizar los estilos de aprendizaje, ya que esto se constituye en una de las herramientas que permite perfilar las potencialidades de aprendizaje que se pueden aplicar, e individualizar el proceso educativo dado que cada alumno tiene su propio estilo de aprendizaje y no existe un estilo mejor que otro.

Existe una gran variedad de textos sobre el uso de la tecnología en las aulas de matemática, entonces será necesario crear una cultura entre estudiantes y profesores para estudiar los contenidos que también deben usar los otros recursos que se dispongan y no solo la solución rutinaria de ejercicios. Para esto, es necesario tener propuestas didácticas validadas y completas para implementarlas en todo el curso.

Referencias Bibliográficas

- Alcalá M. (2002). La construcción del lenguaje matemático. Barcelona, España.
- Amado, M.; Brito, R. y Pérez, C. (2007). *Estilos de aprendizaje de estudiantes de Educación Superior*. Instituto Tecnológico de Mexicali. Universidad Autónoma de Baja California. México.
- Arguedas G., Coto M. y Trejos J. (2010). Propuesta para la enseñanza del cálculo utilizando las TICs como recurso didáctico en el curso MA-1210. Costa Rica.
- Artigue M. (1995). La enseñanza de los principios del cálculo: problemas epistemológicos, cognitivos y didácticos. México D.F.
- Bonilla, F. S. (1998). Estilos de Aprendizaje de los estudiantes de la Universidad de Costa Rica. *Educación: Revista de la Universidad de Costa Rica*, 12(1), 17-26. Universidad de Costa Rica.
- Camarena, P. y Benítez, A. (2009). La transferencia del conocimiento matemático. I Foro Internacional en Innovación Educativa. Chapingo.
- Cantoral, R. (2002). Enseñanza de la matemática en la educación superior. *Revista Sinéctica*, 19. México D.F.
- Cañón, J. (2006). La agenda interna para la formación de ingenieros. *Revista Educación en Ingeniería*. N° 1. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia.

- De Lièvre, B.; Temperman G.; Cambier, J.; Decamps, S. y Depover, C. (2009). Analyse de l'influence des styles d'apprentissage sur les interactions dans les forums collaboratifs. En Develotte C., Mangenot F., Nissen E. *Actes du colloque Epal 2009* (Echanger pour apprendre en ligne: conception, instrumentation, interactions, multimodalité), Université Stendhal - Grenoble 3, 5-7 juin.
- Ferro, P. (2011) Significado Referencial y evaluado de los conceptos de matriz y determinante en estudiantes preuniversitarios. Un estudio a partir de la práctica instruccional. Universidad de Santiago de Compostela.
- Figueras O. (2005). Atrapados en la explosión del uso de tecnologías de la información y la comunicación. Departamento de Matemática Educativa, México.
- Gallego, D. y Nevot, A. (2008). Los estilos de aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. *Revista Complutense de Educación*, 19(1), 95-112. España.
- García J. (2013). La problemática de la enseñanza y el aprendizaje del cálculo para ingeniería. *Revista Educación* 37(1), 29 – 42 ISSN: 2215 -2644. Costa Rica.
- García R. J. (2013). Reflexiones sobre los estilos de aprendizaje y el aprendizaje del cálculo para ingeniería. *Revista electrónica Actualidades Investigativas en Educación*. Costa Rica.
- Hernandes G.; Da Silva S. (2008) “La representación gráfica de la recta tangente con respecto a una función para un punto específico utilizando el software Winplot”, *Electronic Proceedings of the Eleventh International Congress on Mathematical Education México*.

- Hurman, A. (2010) El papel de las aplicaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje del álgebra lineal. Argentina
- Kú, D.; Trigueros, M. y Oktaç, A. (2008) Comprensión del concepto de base de un espacio vectorial desde el punto de vista de la teoría APOE. Educación matemática, vol. 20, núm. 2, agosto del 2008. México.
- Monge, J. (2011) Visualización del conocimiento en la enseñanza-aprendizaje del cálculo diferencial. XIII Conferencia Interamericana de Educación Matemática. Brasil
- Pérez, J. (2010). Habilidades Matemáticas para el buen desempeño del ingeniero. Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A. C. Cuba.
- Robles M., Tellechea E. y Font V. (2014). Una propuesta de acercamiento alternativo al teorema fundamental del cálculo. Educación matemática, vol. 26 Núm. 2. México.
- Salinas P. y Alanís J. (2009). Hacia un nuevo paradigma en la enseñanza del cálculo dentro de una institución educativa. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa.
- Thompson, S. y Aveleyra, E. (2004.). *Estilos de aprendizaje en matemáticas*. Argentina.
- Thompson, B. y Mazcasine, J. (2000). *Attending to Learning Styles in Mathematics and Science Classrooms*. ERIC Digest.
- Trigueros, M. y Oktaç, A. (2005), “La théorie apos et l’enseingnement de l’algèbre linéaire”, *Annales de didactique et sciences cognitives*, vol. 10