

DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE ALGUNAS CAUSAS QUE DIFICULTAN EL APRENDIZAJE DEL ALGEBRA LINEAL EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

Diagnosis and analysis of some causes that hinder learning linear algebra in engineering students

RESUMEN

En este artículo se presentan los resultados del diagnóstico y análisis de algunas causas que obstaculizan el aprendizaje del Álgebra Lineal en los estudiantes de ingeniería de la Universidad Tecnológica de Pereira. Igualmente pretende identificar la importancia que se le da a la asignatura dentro de los programas de ingeniería, mediante encuestas que se realizaron a los profesores que orientan diferentes asignaturas de matemáticas como a los directores de los diferentes programas. Además se presentan conclusiones y recomendaciones acerca del estudio.

PALABRAS CLAVES: Aprendizaje, álgebra lineal, diagnóstico, falencias, solución de problemas.

ABSTRACT

This article presents the results of diagnosis and analysis of some causes that impede learning Linear Algebra in the engineering students from the Universidad Tecnológica de Pereira. It also aims to identify the importance given to the subject within the engineering programs, through surveys that were performed for teachers who guided different mathematics as directors of the various programs. It also presents conclusions and recommendations on the study.

KEYWORDS: *diagnosis, learning, linear algebra, troubleshooting, weaknesses.*

1. INTRODUCCIÓN

El propósito de este artículo es socializar el análisis y conclusiones que permitieron identificar algunas causas que obstaculizan el aprendizaje del álgebra lineal en los estudiantes de ingeniería de la Universidad Tecnológica de Pereira. Para ello se diseñaron instrumentos que fueron aplicados a estudiantes de ingeniería, a los profesores del Departamento de Matemáticas, que en el momento (I y II semestre académico de 2006) estaban orientando el curso de Álgebra Lineal, Matemáticas III (Cálculo en varias variables) y Matemáticas IV (Ecuaciones Diferenciales) y a los directores de cada una de las ingenierías. Además, se hizo un análisis crítico de los programas del curso Álgebra Lineal para los estudiantes de ingeniería de algunas universidades del país. Estos resultados son parte del desarrollo investigativo del proyecto “**Diagnóstico de las causas que obstaculizan el aprendizaje del álgebra lineal en los estudiantes de ingeniería de la Universidad Tecnológica de Pereira**” y de la tesis doctoral [1].

2. CONTENIDO

2.1 Diagnóstico en los estudiantes

El diagnóstico se hizo con el propósito de conocer si ellos recuerdan y manejan los conceptos de Álgebra Lineal y los utilizan en la solución de problemas de matemáticas y de ingeniería.

La encuesta fue aplicada a estudiantes de ingeniería de la Universidad Tecnológica de Pereira, que cursaron y aprobaron la asignatura de Álgebra Lineal entre el 2° semestre de 1999 y el primer semestre de 2004 y que estaban al menos cursando 6° semestre de su carrera. Para seleccionar la muestra se utilizó el muestreo aleatorio simple [2].

Es de anotar que el análisis completo del diagnóstico de los estudiantes aparece en el artículo “**UNA MIRADA AL ÁLGEBRA LINEAL**” [3]. Algunos de los aspectos más relevantes encontrados y que pueden obstaculizar el aprendizaje del álgebra lineal son: primero la falta de

VIVIAN LIBETH UZURIAGA L.
Licenciada en Educación. Ph.D
Profesora Titular
Universidad Tecnológica de Pereira
vuzuriaga@utp.edu.co

JHON JAIRO ARIAS M.
Economista Industrial. Ms.C.
Profesor Asistente
Universidad Tecnológica de Pereira
jhonja@utp.edu.co

ALEJANDRO MARTINEZ A.
Licenciado en Educación.
Profesor Asistente
Universidad Tecnológica de Pereira
amartinez@utp.edu.co

bases y la poca capacidad de abstracción en el momento de afrontar el curso. Segundo falta de contextualización de los contenidos de la asignatura y su relación con otros cursos de matemáticas o ingeniería, contribuyen al bajo interés y motivación en el curso, llegando a considerarlo sin mayor importancia en su pensum académico y no reconociéndose el aporte que hace álgebra lineal al desarrollo y madurez del pensamiento.

2.2 Diagnóstico de los profesores que orientan el curso Álgebra Lineal

Los objetivos de la encuesta son:

1. Determinar la importancia y pertinencia del curso de álgebra lineal en los programas de ingeniería.
2. Identificar causas que obstaculizan la enseñanza del álgebra lineal.

Pregunta No. 1. ¿Usa texto guía?

No existe una unificación del texto guía para el desarrollo del curso, se observa gran diferencia en las referencias bibliográficas citadas. Además, el 28.6% manifestó no usar texto guía, porque algunos prefieren diseñar guías o notas de clase basadas en diferentes textos.

Pregunta No. 2. ¿El desarrollo del curso es acompañado con el uso de las TIC?

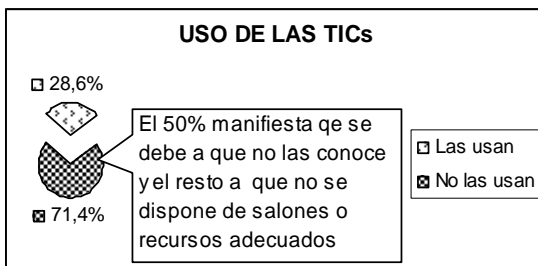


Figura 1. Respuesta a la pregunta 2.

Pregunta No. 3. ¿Propone ejercicios o actividades que permitan ilustrar aplicaciones del álgebra lineal?

El 98% propone ejercicios que permiten ilustrar las aplicaciones del álgebra lineal, de estos el 92.3% lo hace mostrando aplicaciones en geometría, que es un capítulo del programa. Sólo uno, muestra las aplicaciones de la asignatura en circuitos eléctricos.

Pregunta No. 4. ¿Qué metodología usa para el desarrollo del curso?

El 57.1% desarrolla el curso a través de clase magistral tradicional, con exposición de los temas y el 42.9%, usa una metodología en la cual se proponen actividades que le permiten al estudiante afianzar los conceptos y

teoremas; algunos mediante la entrega de lecturas previas y otros con el planteamiento de problemas que llevan al concepto a tratar.

Pregunta No. 5. ¿Los estudiantes tienen los conocimientos previos para cursar la asignatura álgebra lineal?

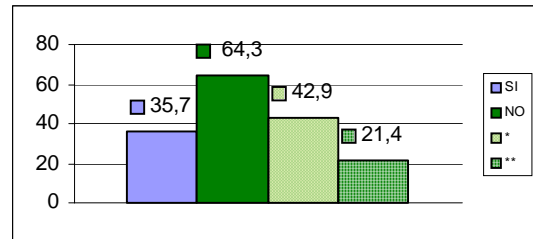


Figura 2. Respuesta a la pregunta 5.

*, ** Del 64.3% que manifestaron que no, de estos el 42.9% lo atribuye a los problemas que tiene el estudiante en el momento de abstraer y generalizar; mientras que el 21.4% afirma que se debe al escaso manejo algebraico.

Pregunta No. 6. ¿Qué causas le obstaculizan la enseñanza del Álgebra Lineal?

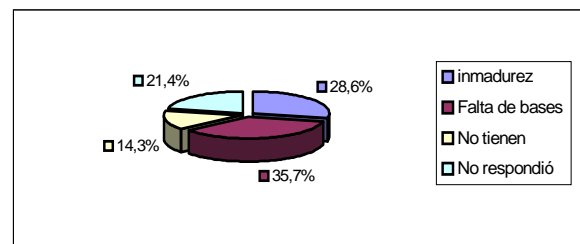


Figura 3. Respuesta a la pregunta 6

Pregunta No. 7. ¿Cuál considera que es la importancia del curso álgebra lineal en los programas de ingeniería?

El 42.9% afirma que la importancia del curso álgebra lineal está en lo que aporta al desarrollo de otras asignaturas como matemáticas, física, estática, dinámica y manejo de circuitos. El 28.6% manifestó que está en sus mismos conceptos. El 14.3% expresan que el álgebra lineal es importante, aunque no especifican y el 7.1% no le atribuye importancia.

Pregunta No. 8. ¿Qué debe aportar el curso de álgebra lineal al estudiante de ingeniería?

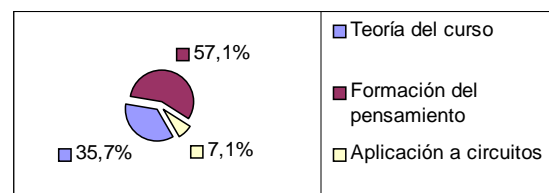


Figura 4. Respuesta a la pregunta 8.

Pregunta No. 9. ¿Al finalizar el curso de álgebra lineal el estudiante debe ser capaz de?

El 71.4% afirma que el estudiante debe ser capaz resolver ejercicios que involucren el contenido del curso, tal como identificar un espacio vectorial, manipular matrices, comprobar una transformación lineal y diagonalizar. El 14.3% considera que el estudiante debe reflejar un cambio en su pensamiento, aportándole capacidad de abstracción y relación de los conceptos vistos con otras asignaturas.

2.3 Diagnóstico en profesores que orientan el curso Matemáticas III y IV

El propósito de la encuesta con los profesores que orientan Matemáticas III y IV, cálculo en varias variables y ecuaciones diferenciales, respectivamente, fue: Determinar la importancia del álgebra lineal en el desarrollo de estas asignaturas y las falencias que presentan los estudiantes al usar sus conceptos.

Pregunta No. 1. ¿Los estudiantes saben usar los conocimientos de álgebra lineal cuando se requieren en el curso?

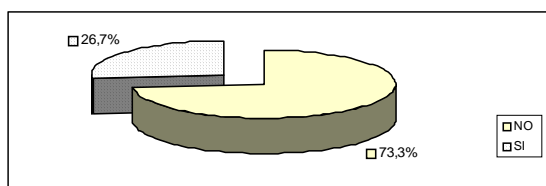


Figura 5. Respuesta a la pregunta 1. Profesores mat. III

Los que dicen que No, lo atribuyen a que no todos los estudiantes vieron el mismo contenido del curso y otros porque no manejan con claridad los conceptos.

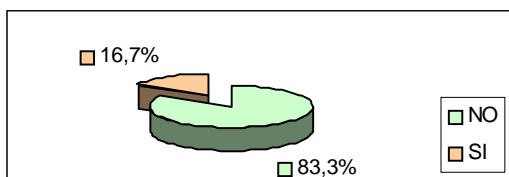


Figura 6. Respuesta a la pregunta 1. Profesores mat. IV

Los que afirman que no lo atribuyen a que los estudiantes no cuentan con la fundamentación, se sienten inseguros en el manejo de los temas, no los saben aplicar en situaciones particulares.

Pregunta No. 2. ¿Orienta su curso desde un punto de vista en donde el álgebra lineal le facilita su desarrollo?

De los profesores que orientan matemáticas III, el 76.9 % manifiesta que sí, ya que ésta le permite dar

interpretación y funcionalidad a los contenidos del curso. El 15.4% afirma que no los usan por el poco manejo que los estudiantes tienen de ella. El 7.7% a veces los usan, ya que orientan el curso de matemáticas III con énfasis en aplicaciones.

En cuanto a los que orientan matemáticas IV, el 27.3% afirma que sí, porque aporta bases y ahorra tiempo en la solución de problemas que involucran sistemas de ecuaciones lineales. El 45.5% asegura que a veces, porque algunos estudiantes tienen conceptos deficientes de álgebra lineal y porque sólo lo necesitan en casos particulares del curso y el resto no respondió.

Pregunta No. 3. ¿Cuáles son las dificultades más comunes con los estudiantes en la orientación de su curso?

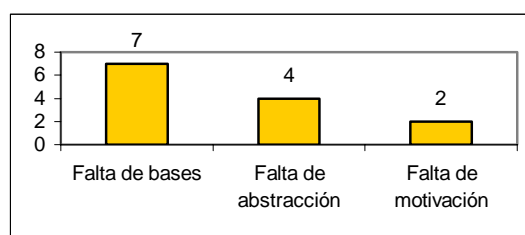


Figura 7. Respuesta a la pregunta 3. Profesores mat. III

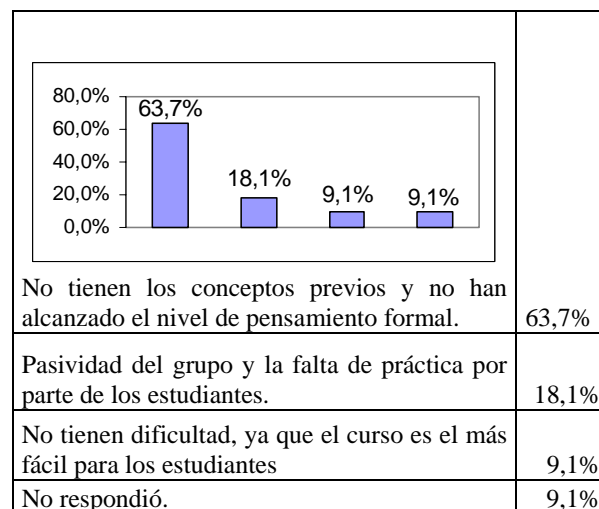


Figura 8. Respuesta a la pregunta 3. Profesores mat. IV

Pregunta No. 4. ¿Qué características debe aportar la asignatura álgebra lineal en la formación de los ingenieros de la Universidad Tecnológica de Pereira?

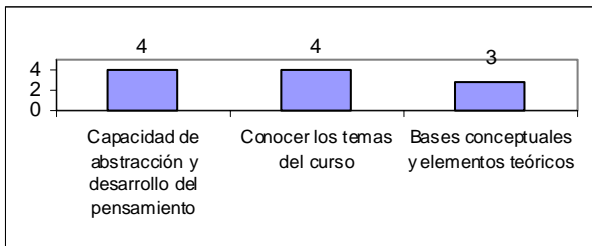


Figura 9. Respuesta a la pregunta 4. Profesores mat. III

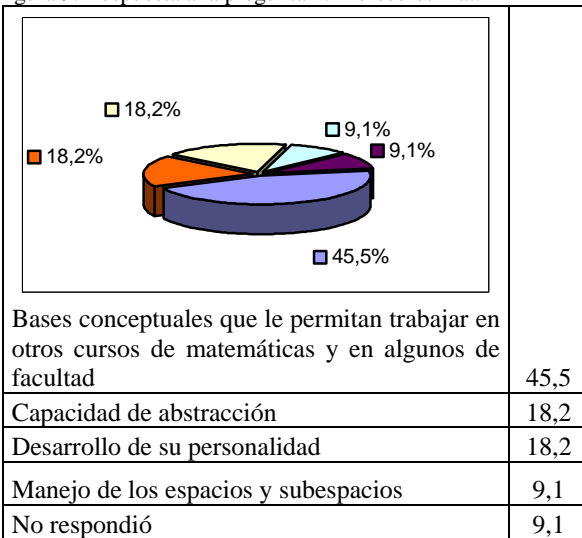


Figura 10. Respuesta a la pregunta 4. Profesores mat. IV

Pregunta No. 5. ¿Cuál considera que es la importancia del curso álgebra lineal en los programas de ingeniería?

El 30.8% de los que orientan matemáticas III afirma que la importancia está en las bases que le aporta al desarrollo de los cursos de matemáticas III y IV y a algunas materias de facultad. El 15.3% asegura que está en los contenidos del curso, particularmente en los temas de álgebra matricial y geometría vectorial. El 53.8% restante afirma que el curso es importante en ingeniería, pero no sustentan en que.

El 36.4% afirma que la importancia de ella está en lo que le aporta a los cursos siguientes de matemáticas y de facultad. El 9.1% asegura que la importancia está en la herramienta que ella aporta para modelar diferentes problemas de ingeniería. El otro 9.1% hace referencia a la necesidad de que hayan 2 cursos. El 45.5% no respondieron.

2.4 Diagnóstico de los directores de los programas de ingeniería

Se entrevistó a cada uno de los directores de los programas de ingeniería, previa socialización con sus profesores que imparten asignaturas que requieren del álgebra lineal. El propósito de ésta fue:

1. Determinar la pertinencia del curso Álgebra Lineal para los estudiantes de ingeniería.
2. Diagnosticar algunas causas que obstaculizan el uso de los conceptos del curso Álgebra Lineal en la modelación o solución de problemas de ingeniería.

Pregunta No. 1. ¿Cuál es la importancia del curso álgebra lineal en la formación del ingeniero?

Los encuestados coinciden que está en las bases teóricas que aporta para afrontar con éxito las asignaturas de facultad. Además, las herramientas que aporta en la modelación y solución de problemas reales.

Pregunta No. 2. ¿Qué le debe aportar el álgebra lineal al estudiante de ingeniería?

Debe aportarle la fundamentación científica para el manejo de los conceptos y uso de los mismos en el planteamiento y solución de problemas. Además, debe proporcionarle la formación de competencias mentales, razonamiento y modelación matemática.

Pregunta No. 3. ¿El curso actual de álgebra lineal le permite al estudiante modelar o resolver problemas cuando llega a su ciclo profesional?

El 75% afirma que no se trata de un problema de contenidos sino de metodología, ya que el enfoque demostrativo no le permite al estudiante desarrollar habilidades prácticas y operativas requeridas en la solución de problemas. El 25% asegura que si en el curso actual se desarrollan todos los temas planteados con profundidad, los estudiantes tendrían los elementos básicos para afrontar los cursos superiores y no se haría necesario hacer un repaso cuando llegan a las asignaturas de facultad.

Pregunta No. 4. ¿Cuáles son los temas de álgebra lineal más relevantes en la formación del ingeniero?

Los encuestados coinciden en que los temas que contiene el programa son los básicos en la formación del ingeniero. Aunque destacan que se deben hacer énfasis en el álgebra vectorial y matricial.

Pregunta No. 5. ¿Qué debe caracterizar al curso de álgebra lineal para satisfacer los requerimientos de la formación del ingeniero?

Los encuestados coinciden en que el curso debe estar caracterizado desde un punto de vista práctico, mediado por el rigor matemático que permita desarrollar en los estudiantes el carácter científico de un ingeniero.

2.5 Análisis de programas de álgebra lineal en algunas universidades colombianas

Se analizaron los programas del curso Álgebra Lineal impartidas en los programas de ingeniería de las universidades: Tecnológica de Pereira, Valle, Cauca, Medellín, Antioquia, Javeriana seccional Cali, Nacional de Bogotá y Andes, por estar estas universidades entre las de más tradición y desarrollo nacional.

Es de anotar que en la Universidad Nacional, sede Bogotá, no tienen el curso de Álgebra Lineal como una asignatura dentro del pensum académico de sus programas de ingeniería. Aunque en la actualidad se está programando volver a incluirla, puesto que han valorado su importancia en la formación del ingeniero por las bases teóricas y herramientas que aporta.

Para el análisis se tuvo en cuenta: objetivo, contenido, metodología y evaluación, contemplados en cada uno de los programas de las universidades mencionadas.

Objetivo. Atendiendo a la importancia que marca el objetivo dentro del programa y a la forma como se deben redactar, en términos de aprendizaje: los objetivos de los programas no se corresponden con la justificación de la asignatura y lo que ella representa dentro del pensum de una carrera de ingeniería. La mayoría de ellos están redactados en función de lo que debe alcanzar el docente y no el estudiante. No reflejan la importancia de la asignatura en la formación del ingeniero. No persiguen el desarrollo del pensamiento del estudiante. En general, no están redactados teniendo en cuenta los requisitos básicos para su formulación.

Contenido. El contenido es el clásico para un curso de Álgebra Lineal y es básicamente el mismo en los programas revisados, salvo en el orden de los temas. La excepción la hace el programa de la Universidad de Medellín, el cual no incluye explícitamente el tema *Transformaciones Lineales*.

Metodología. La metodología se entiende como el término que permite describir las operaciones (enfoques, método específico, técnicas, procedimientos e instrumentos) que se han utilizado o se utilizarán para lograr los objetivos propuestos.

Se observa una diferencia en la metodología propuesta entre la universidad pública y privada. Imperando en la universidad pública la clase magistral, atendiendo esto a una pedagogía tradicional, en donde el centro del proceso sigue siendo el profesor y el alumno un ser pasivo. En la universidad privada se intentan métodos diferentes en el desarrollo de sus clases, en la cual se involucra al estudiante en el proceso, se le considera un ser activo, comprometido con su aprendizaje.

Evaluación. En los programas analizados, la evaluación se limita al número de exámenes y su porcentaje de calificación dentro del 100% que representa el total de la asignatura.

En la evaluación no se refleja lo que el alumno debe haber alcanzado, excepto en la Universidad de Medellín, en donde se especifica el propósito que se persigue en cada uno de los temas, cuando se hace la evaluación pertinente.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se infiere que una de las dificultades del aprendizaje del álgebra lineal no está en el contenido de la asignatura, sino en la metodología usada por algunos profesores que no le permite al estudiante desarrollar y alcanzar las capacidades y habilidades necesarias para relacionar y usar los conceptos en el planteamiento o solución de problemas en otras asignaturas [4].
2. No se observa claramente una relación y coherencia en algunas de las respuestas de varios de los docentes, cuando afirman usar los conceptos del álgebra lineal en los cursos de matemáticas III y IV y en uso efectivo de ellos para facilitar su desarrollo.
3. No existe claridad en todos los docentes sobre la importancia que tiene el álgebra lineal como asignatura de ciencias básicas en la formación de un ingeniero, desconociendo el aporte que hace la matemática al desarrollo del pensamiento del alumno y las herramientas que proporciona al modelado y soluciones de aplicaciones en ingeniería.

De los diagnósticos anteriores y de entrevistas realizadas a directores de Departamento de Matemáticas de algunas universidades colombianas y a profesores que laboran en la educación básica y media, se llegó a algunas conclusiones que obstaculizan el aprendizaje del Álgebra Lineal:

1. Las deficientes bases y la poca capacidad de abstracción que poseen los estudiantes al momento de cursar la asignatura, obedecen a diferentes circunstancias:
 - Al cambio que el estudiante debe afrontar al pasar de la matemática mostrativa y de comprobación de un modelo vista en el colegio, a la matemática demostrativa requerida en el curso de álgebra lineal, en el cual se estudian estructuras.
 - El curso de matemáticas I, previo al de Álgebra Lineal, no le da los elementos necesarios para el manejo de las estructuras algebraicas; lo que no permite al estudiante avanzar hacia la etapa del pensamiento formal.

- Los conocimientos previos adquiridos en el colegio, no son los que los profesores de la universidad esperamos, debido a los cambios curriculares en la educación básica y media, reflejado en los proyectos educativos institucionales, PEI, en el cual en la mayoría de las instituciones se desconoce la noción de estructura y el manejo de la geometría.
 - En varias Instituciones se han eliminado todo lo que se ha conocido como matemática moderna, por ejemplo operaciones con conjuntos, relaciones binarias y sus propiedades, situación que se debe a la intensidad horaria en el curso de matemáticas, que depende de la modalidad del colegio.
 - El facilismo influenciado por el medio socio_económico, los programas de televisión, la falta de valores transmitidos en la familia hacen que los alumnos tengan poco compromiso en su aprendizaje y en el desarrollo de de estrategias que le permitan avanzar en el desarrollo de las etapas de pensamiento.
 - La promoción automática avalado por las reformas educativas, por ejemplo las establecidas en la ley 115.
2. La falta de interés del estudiante por la matemática, particularmente por el Álgebra Lineal.
 3. Los estudiantes de las carreras de ingeniería tienen gran interés en adquirir conocimientos que les permitan acercarse al mundo tecnológico, ellos centran más su atención en asignaturas que les proporcionen estas herramientas, más que en aquellas asociadas a las matemáticas, desconociendo que los desarrollos tecnológicos se fundamentan en el aporte que les hace la matemática.

Todo lo anterior evidencia la necesidad de reorientar el proceso de enseñanza_ aprendizaje en el curso Álgebra Lineal para los estudiantes de ingeniería de la Universidad Tecnológica de Pereira, con el cual se permita:

- Comprender la trascendencia de la matemática para el desarrollo del pensamiento, potenciando las operaciones del pensamiento matemático: conjeturar, particularizar, generalizar, comprobar y demostrar. Así como el desarrollo de la inteligencia y la creatividad; aspectos importantes y relevantes en la vida profesional del ingeniero.
- Valorar la importancia que tienen los conceptos matemáticos y en particular los de álgebra lineal para modelar, resolver y generalizar situaciones que se les presentarán en su vida profesional.
- Potenciar en el estudiante su autonomía, autorregulación y autoevaluación [5].

4. BIBLIOGRAFÍA

Fuentes citadas

- [1] Uzuriaga López, Vivian Libeth. Una propuesta de enseñanza del Álgebra Lineal para los estudiantes de ingeniería de la Universidad Tecnológica de Pereira. Tesis doctoral. La Habana Cuba, 2006.
- [2] Mendenhall William, Scheaffer Richard L. y Ott Lyman. Elementos de Muestreo, capítulo 3. Grupo editorial Iberoamericana, tercera edición. 1989.
- [3] Arias Jhon Jairo. Uzuriaga Vivian Libeth. Una mirada al álgebra lineal. Scientia et Technica año 12. No. 30, Mayo 2006.
- [4] Castellano Simons, Doris y otros. Aprender y enseñar en la escuela _ Una concepción desarrolladora_. Editorial pueblo y educación. La Habana Cuba, 2005.
- [5] Castellano Simons, Doris., Castellano, Beatriz., Llivina Lavigne, Miguel Jorge., Silverio Gómez, Mercedes., Reinoso Capiro, Carmen., García Sánchez, Celina. Hacia una concepción del Aprendizaje Desarrollador. Colección proyectos. Centro de estudios educacionales Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona. La Habana Cuba, 2001.

Fuentes bibliográficas

- [6] Andradas Carlos. Artículo “*Mesa redonda sobre la enseñanza de las Matemáticas _ algunas reflexiones_*”. 2000.
- [7] Montero Morales, José Antonio., Martínez Marroquín, Elisa., Morán Moreno, José Antonio., Alías Pujol, Francesc., Rodríguez Oliver, Jordi. Artículo “*ALGTEC: Un complemento a la enseñanza del Álgebra Lineal en carreras de ingeniería de telecomunicaciones*”. III conferencia internacional sobre educación, formación, nuevas tecnologías y e-learning empresarial Virtual Educa, Valencia, Junio 2002.
- [8] Montero Morales, José Antonio, Escudero Nuria., Pajares, Francisco Javier., García, Oscar., Morán, José Antonio. Artículo “*Implantación de una metodología constructivista en la docencia del Álgebra en ingeniería*”, Junio 2002.
- [9] Stresikosin, Vladimir. Sobre la organización del proceso didáctico. Editorial pueblo y educación. Tercera edición. La Habana Cuba, 1976.