

El 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

The Teaching-Learning Process of Linear Algebra. Systematization and Implication in the Careers of the Faculty of Sciences of the Engineering of the State Technical University of Quevedo

Clemencia Coello León¹, **Carlos Bravo Coello², *Kenya Guerrero Goyes¹, **** Jimmy Cedeño Barzola¹, *****Luciana Coello León¹*

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo; ²Telconet S.A.

ecoello@uteq.edu.ec; **cbravo@telconet.ec; *Kguerrero@uteq.edu.ec;
****jcedeno@uteq.edu.ec; *****lcoello@uteq.edu.ec*

*Fecha de recepción: 29/07/2019
Fecha de aceptación: 24/12/2019
Publicado: 31/12/2019*

Resumen

La investigación realizada aborda como esencia las características que asume el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en las carreras de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, atendiendo a las relaciones propias del proceso en función de los componentes didácticos y de las interacciones que se producen entre los diferentes sujetos que en él participan. Tomando como punto de partida la sistematización e implicación que ha tenido esta en la formación de los ingenieros. Permitiendo por tanto, que el docente encuentre nuevas formas de enseñar, de pensar, de transferir el objeto de la ciencia asociado al objeto de la profesión, que le permita al estudiante estar de manera constante en un proceso de cuestionamiento sobre lo qué sabe y para qué lo necesita y tome el control de su propio aprendizaje. En el proceso investigativo se utilizó el enfoque investigativo integral, que tiene como base metodológica el método dialéctico-materialista, donde se combinaron análisis cuantitativos y cualitativos. Se emplearon los métodos del nivel teórico: el análisis histórico-

lógico, el sistémico, la modelación; del nivel empírico: entrevistas, cuestionarios y el análisis documental.

Palabras clave: Álgebra lineal, enseñanza-aprendizaje, componentes didácticos

Abstract

The research carried out addresses as its essence the characteristics assumed by the teaching-learning process of Linear Algebra in the careers of the Faculty of Engineering Sciences of the State Technical University of Quevedo, attending to the process's own relationships depending on the components didactic and the interactions that occur between the different subjects that participate in it. Taking as a starting point the systematization and implication that this has had in the training of engineers. Allowing, therefore, that the teacher find new ways of teaching, of thinking, of transferring the object of science associated with the object of the profession, which allows the student to be constantly in a process of questioning about what he knows and to what you need and take control of your own learning. In the investigative process the integral investigative approach was used, whose methodological basis is the dialectical-materialist method, where quantitative and qualitative analyzes were combined. The theoretical level methods were used: historical-logical, systemic, modeling analysis; at the empirical level: interviews, questionnaires and documentary analysis.

Keywords: linear algebra, teaching-learning, didactic components

Introducción

El desarrollo de las distintas profesiones a nivel internacional, su perfil amplio, así como las funciones reales a las que los profesionales se dedican en la actualidad, están creando un nuevo

campo de acción en su desempeño laboral y otras esferas de actuación, que requieren de un replanteamiento en la formación de los mismos.

El reto que hoy se le plantea a las Instituciones de Educación Superior a nivel nacional e internacional, está en función de lograr el desarrollo ilimitado del intelecto humano, de sus capacidades creadoras vinculadas a perfiles profesionales claves para el desarrollo de la ciencia y la técnica y de una nueva sociedad que se construye en el marco del siglo XXI caracterizado por un arrollador avance tecnológico y la globalización del conocimiento.

En consonancia con ello, la enseñanza del Álgebra Lineal, como asignatura básica en los currículos de las carreras de ingeniería, tiene la tarea de contribuir a la preparación de los futuros ingenieros para la vida laboral, económica y social, de manera que dispongan de sólidos conocimientos matemáticos que les permitan interpretar los avances de la ciencia y la técnica; que sean capaces de operar con ellos con rapidez, rigor y exactitud de modo consciente y puedan aplicarlos de manera creadora a la solución de los problemas en las diferentes esferas de la vida profesional.

Al respecto Dujet (2007) plantea:

“...el ingeniero no es ni un sabio ni tampoco un inventor; es un hombre de proyectos y debe llevar a cabo sus proyectos con la mayor eficacia y los mejores resultados posibles, todo esto dentro de un contexto socioeconómico determinado. Para realizarlos, utilizará y pondrá en práctica sus conocimientos y competencias científicas y tecnológicas, desarrollados en base a los saberes (saber, saber hacer y saber ser) adquiridos durante su formación como ingeniero, incluyendo la indispensable enseñanza de las matemáticas” (p. 4).

Al respecto y cómo resultado de la investigación realizada por la Dr.C Coello (2018) se pudieron identificar un grupo de manifestaciones que a nivel fenomenológico hoy ocurren en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en los currículos de las carreras de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería:

- Los estudiantes no reconocen las relaciones del Álgebra Lineal con otras unidades de aprendizaje.
- Los estudiantes consideran que la unidad de aprendizaje Álgebra Lineal no les genera motivación y la consideran compleja, abstracta y desvinculada de su futura actividad profesional.
- Los docentes al concebir las actividades de enseñanza y las de aprendizaje a desarrollar por los estudiantes, no tienen en consideración las competencias profesionales del ingeniero en formación, ni los problemas profesionales.
- El proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal se desarrolla de manera asistémica y descontextualizado de los problemas profesionales.
- No siempre está preciso cuál es el papel del Álgebra Lineal y cuáles son sus funciones formativas en correspondencia con el plan de estudio.

Lo que lleva a plantear como problema a resolver la necesidad de perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en las carreras de Ingenierías en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo-Ecuador desde una concepción científica con base en las Ciencias Pedagógicas.

Para la investigación fueron concebidos, aplicados e interpretados los métodos y técnicas de investigación, teniendo como transversal el método dialéctico materialista. En el nivel teórico se emplearon los métodos: analítico-sintético e inductivo-deductivo para el procesamiento de la

información, la interpretación de los resultados y elaboración de las conclusiones sobre los fundamentos que posibilitan comprender el el proceso en las carreras de Ingenierías, así como la modelación y el sistémico-estructural para lograr una coherencia metodológica entre los componentes del proceso.

Se emplearon métodos y técnicas del nivel empírico para constatar la realidad del proceso objeto de investigación; entre ellos se destacan: la observación, la entrevista, la encuesta, el análisis documental.

El proceso de enseñanza aprendizaje. Sus leyes y regularidades objetivas

Una posición teórica y práctica importante es considerar y concebir el proceso de enseñanza-aprendiza (PEA) de forma bilateral, es decir, está conformado tanto por la actividad de enseñar, como la de aprender, es así que se reconoce en la literatura que es “un proceso que se caracteriza por la unidad dialéctica entre el profesor y los estudiantes.” (Álvarez, 1996).

Los autores comparten que... “El proceso de enseñanza aprendizaje transcurre en una relación dialéctica en la cual interactúan, de forma consciente profesor y alumnos en la consecución de un objetivo común...” (ICCP, 1984).

Por tanto, el PEA es un proceso abierto, complejo, social e históricamente determinado; regido por leyes objetivas que explican el funcionamiento de este proceso, En atención a ello se asume que: ... “El PEA está regido esencialmente por leyes; entre las cuales se destacan la que expresa su estructura y funcionamiento sistémico, su condicionalidad socio -histórica, la unidad dialéctica de la instrucción y la educación.” (Ginoris, 2001).

Este posicionamiento se refuerza con lo siguiente: “El proceso de enseñar y aprender es un sistema y funciona con interrelación total de todos sus componentes. El mismo está estructurado

por componentes personales y no personales. Los primero se refieren a los agentes que en él actúan: el estudiante, el grupo de alumnos, el docente y los grupos de docentes o profesores; los segundos se refieren al qué, cómo y para qué se diseña, es decir, el problema, el objetivo, el contenido de enseñanza, los métodos y medios de enseñanza, la evaluación y las formas de organización del propio proceso” (Addine, 2004).

Para lograr un PEA desarrollador es necesario cambiar la concepción que se tiene de sus componentes, además de reconocerlos y establecer entre ellos y el propio proceso una visión integral. La reconceptualización de los componentes personales del proceso debe estar encaminado a tener en cuenta el grupo escolar como espacio que permite la atención a la individualidad desde la colectividad, donde se producen las interacciones necesarias para el crecimiento personal desde el colectivo, ofreciéndose las condiciones idóneas para la formación de importantes cualidades que le permitirán, según (Castellanos et al, 2001) “... aprender a convivir y a vivir”.

En todos los casos citados anteriormente se plantea una interrelación dialéctica entre todos los componentes didácticos, que constituyen categorías del PEA, criterios que comparten los autores del artículo.

El conocimiento por el cual se aboga en el texto como resultado del PEA del Álgebra Lineal en las carreras de ingeniería, requiere la interactividad sobre la base de las relaciones interpersonales. Ello conduce, finalmente, a la apropiación consciente de los contenidos objeto de estudio, en correspondencia con las consideraciones de Vygotsky (1896 – 1934) y colaboradores, tomando en consideración el hecho de que el aprendizaje precede al desarrollo, lo orienta y lo conduce.

Para este enfoque, el hombre llega a elaborar la cultura dentro de un grupo social y no solo como un ente aislado. Además, el tipo de enseñanza y aprendizaje puede ocupar un papel determinante, siempre que tenga un efecto desarrollador y no inhibitorio sobre el alumno. Se niega así el enfoque tradicionalista de la didáctica donde lo más importante es “el premio o el castigo” (Zubiria, 1996). Aquí se propone, por el contrario, potenciar y desarrollar la actividad independiente en la búsqueda de nuevos conocimientos, así como la formación de valores y sentimientos.

Desde esta perspectiva, se resalta la naturaleza social del proceso de interiorización dado como mecanismo psicológico de la apropiación, al abordar el papel decisivo de los otros, como elemento mediador de la relación sujeto-objeto y portador de las formas más generales y concretas de la experiencia histórico-social y la cultura, contenidas en los objetos de la realidad circundante del sujeto.

Esta categoría entraña el carácter social del aprendizaje y el papel de las interacciones sociales en el PEA. Por tanto, el considerar la actividad como el centro del proceso de desarrollo social y humano, es fundamental para la caracterización del proceso enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal. Es notable, además, considerar que la actividad humana transcurre en un medio social, en la interacción con otros, a través de variadas formas de colaboración y comunicación lo que presupone su carácter social.

El proceso de enseñanza – aprendizaje del Álgebra Lineal

El PEA del Álgebra Lineal en su camino hacia una enseñanza centrada en el sujeto que aprende se produjo poco antes de la década de los 70, una revolución como producto de dos corrientes: el desarrollo de la teoría de conjuntos y las investigaciones psicogenéticas de Jean Piaget. El desarrollo de la teoría de conjuntos más conocido como “*Matemática moderna*”, se llevó

adelante sin tener en cuenta los contenidos que hasta ese momento se venían desarrollando (aritmética y geometría) sino que estos fueron incorporados como un elemento anterior sin conexión con el resto.

En esta etapa se produce un problema en el PEA de esta ciencia, pues fue trasladada a las escuelas como la “nueva Matemática que debía enseñarse” causando descontento tanto en los docentes, estudiantes y familiares.

Este movimiento reformista de la “Matemática moderna” se venía gestando en Estados Unidos y Francia desde los años 50 del siglo pasado. En los años sesenta y hasta finales de los ochenta a nivel mundial el PEA de la Matemática estuvo guiado por pautas originadas en el seno de la comunidad Matemática, en esta etapa se destacan los trabajos de Cartan, Dieudonné y Choquet los cuales desde sus perspectivas indicaban los cambios que debían ocurrir no solo a nivel superior, sino también en el nivel básico.

Estas indicaciones estuvieron influenciadas por las investigaciones científicas de la época, inclinadas preferentemente hacia el Análisis Matemático, las estructuras algebraicas, la topología algebraica y por la introducción de métodos de razonamiento cada vez más complicados y abstractos para satisfacer las exigencias de rigor que se había planteado a partir de la crisis de los fundamentos de principios del siglo XX.

La etapa estuvo marcada por el desarrollo de conferencias internacionales donde matemáticos y profesores encargados de enseñar matemáticas intercambiaron criterios sobre hacia dónde se debían dirigir los métodos y procedimientos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en general y del Álgebra Lineal en particular. A nivel regional las reuniones más importantes fueron la primera y segunda conferencia Interamericana sobre educación Matemática en Bogotá (1961) y Lima (1965), en la cual entre otras cosas se acordó lo

siguiente (Falsetti, et al 2007):

1. Enseñar a los estudiantes a ordenar y encaminar su pensamiento en forma deductiva en correspondencia con los métodos de razonamientos desarrollados por la Matemática.
2. Fomentar la capacidad de abstracción y razonar sobre nociones abstractas.
3. No incluir en la enseñanza de la Matemática la historicidad de los conceptos para poder vincular más estrechamente la Matemática escolar con la contemporánea.
4. Dar unidad conceptual a la Matemática a través de las nociones de conjuntos, relaciones, funciones, estructuras algebraicas fundamentales como la de grupo, anillo, cuerpo y espacio vectorial. Introducir las estructuras y técnicas algebraicas en el Álgebra Lineal y Geometría elementales.

Con estos principios el PEA del Álgebra Lineal estaría encaminado a formar estudiantes con habilidades para operar con entes abstractos y contribuir a fortalecer su formación, pues el ejercicio del razonamiento matemático “desarrolla la claridad de espíritu y el rigor del juicio” (Dieudonné, 1971).

Sin embargo, a pesar de los acuerdos logrados en dichas conferencias, las reformas efectuadas no se materializaron en buenos aprendizajes, el paradigma de Universalidad, de predominio en las estructuras algebraicas y del formalismo en la enseñanza de la Matemática, junto a la forma de ponderación de unos saberes matemáticos sobre otros, tuvo en la práctica, consecuencias no deseables, como por ejemplo (Falsetti, et al 2007):

1. Una excesiva insistencia en la manipulación simbólica y en el lenguaje lógico en detrimento de ideas y de formas de pensamiento creativo.
2. Reiteración de ciertos contenidos sin complejizarlos según el nivel escolar (por ejemplo: operaciones con conjuntos, producto cartesiano, relaciones, etc. vistos de la misma

manera en distintos niveles de escolaridad)

3. La ponderación del aspecto formal de un concepto por sobre el operativo (por ejemplo el concepto de función dado por relaciones entre conjuntos en lugar de dado por correspondencia entre variables, la manipulación algebraica de cálculo con logaritmos haciendo uso de sus propiedades, la presentación de números complejos como par ordenados de números reales con ciertas operaciones que extienden la estructura de cuerpo de los reales sin estudiar suficientemente el papel de los números complejos como raíces de polinomios de coeficientes reales).
4. La pérdida de lo intuitivo, de la exploración racional del espacio físico y el consecuente empobrecimiento del estudio de la geometría.

A partir de los años ochenta, del siglo pasado, los trabajos encaminados al perfeccionamiento del PEA del Álgebra Lineal adquirieron protagonismo en lo que se refiere a perfilar caminos en los que se abordan cuestiones epistemológicas, metodológicas, cognitivas y socio- cognitivas por lo que se han logrado introducir distintos enfoques sobre qué es aprender y qué es enseñar matemáticas.

La tendencia actual del PEA del Álgebra Lineal propiciada desde las investigaciones desarrolladas

“es la de vincular el conocimiento del individuo que aprende con el conocimiento matemático, viendo a este último no como un saber acabado y específico con incumbencias en campos técnicos y profesionales, sino también como un saber cultural con características especiales necesario para desarrollar habilidades y capacidades humanas para mejorar la relación del sujeto con su medio a través del poder interpretativo y representacional que el PEA de la Matemática le brinda” (Falsetti, et al 2007)

En los centros de educación superior de Latinoamérica constituye una tendencia el tránsito de un Álgebra Lineal abstracta y encaminada eminentemente al cálculo, por un Álgebra Lineal más conceptual, orientada al desarrollo de habilidades de comprensión y modelación de procesos matemáticos, hacia la resolución de problemas.

El movimiento a favor de la resolución de problemas comienza en la década de los 70 del pasado siglo, fundamentado básicamente por el rechazo a la Matemática moderna y la vuelta hacia la Matemática básica:

“cuando se comprendió que dominar lo fundamental no era suficiente si se entendía por tal el énfasis en los ejercicios y en la repetición, el dominio de los algoritmos y las operaciones básicas pues los alumnos tenían que ser capaces de pensar Matemáticamente y de poder resolver problemas más complejos” (Ron, 2006).

Un aspecto relevante dentro del PEA del Álgebra Lineal y que contribuye de manera significativa a la resolución de problemas es sin lugar a dudas la introducción de las nuevas tecnologías informáticas en los procesos de formación, convirtiéndose también hoy en día en unas de las tendencias actuales para el PEA de la Matemática.

A partir de la década de 1990, comienza a estudiarse el PEA del Álgebra Lineal de manera sistemática. Se pueden distinguir dos grandes corrientes en esos comienzos. Por un lado, el movimiento de reforma curricular que se inició en los Estados Unidos motorizado por el Linear Algebra Curriculum Group (Grupo del Currículo en Álgebra Lineal) conformado por David Carlson, Charles R. Johnson, David C. Lay y A. Duane Porter, que recomendaron apartarse de la abstracción y acercarse a un curso más concreto, basado en matrices (Carlson, Johnson, Lay y Duane, 1997) por el otro lado, se encuentra las investigaciones iniciadas por un grupo de franceses integrado por Jean Luc Dorier, Aline Robert, Jacqueline Robinet, Marc

Rogalski, Michele Artigue, Marlene Alves Dias, Ghislaine Chartier, un grupo canadiense con Anna Sierpinska y Joel Hillel y un grupo norteamericano liderado por Guershon Harel.

En algunas investigaciones en torno al PEA del Álgebra Lineal se reporta que entre los orígenes de los problemas de aprendizaje están los diversos lenguajes que se usan para hablar de conceptos como espacios vectoriales, transformaciones lineales, matrices, etc. Hillel J. (2000), el uso de lenguajes sin articulación (Sierpinska, Trgalova, Hillel, Dreyfus, 1999) y el lenguaje abstracto, el lenguaje algebraico de \mathbb{R}^n y el lenguaje geométrico de \mathbb{R}^2 y \mathbb{R}^3 (Hillel, 2000).

En particular, las investigaciones de Harel sugieren una progresiva aproximación al Álgebra Lineal de acuerdo con tres principios en el PEA: principio de concretización, principio de necesidad y el principio de generalizabilidad. Específicamente el principio de necesidad, dice que, “Para que los estudiantes aprendan, ellos deben ver una necesidad (intelectual) por lo cual piensan que son enseñados”. Está basado en la asunción piagetiana que ese conocimiento es desarrollado como una solución a un problema (Harel, 1998, pp 497-507).

Estos dos movimientos no agotan todo lo que se ha hecho en el PEA del Álgebra Lineal. Y ya terminando el siglo XX se inicia la investigación en didáctica del Álgebra Lineal dentro de la línea de investigación del denominado pensamiento matemático avanzado, la cual fue fundada por Dubinsky (1997, pp. 85-105).

Otros profesores investigadores del Álgebra Lineal han realizado estudios afines a este tema. Por ejemplo, Hernández (1998) trabajó en la estructuración sistémica del contenido e identificó como invariante la combinación lineal de vectores como célula genética. Además, introdujo el concepto de nodos cognitivos, como una estructura sistémica no contenida en las existentes hasta el momento. Delgado (1999) empleó la estructuración sistémica del contenido de estudio y el desarrollo de las habilidades generales matemáticas para lograr una enseñanza más

eficiente en la resolución de problemas matemáticos e introdujo clases de problemas como una nueva forma de estructurar el contenido.

La enseñanza del Álgebra Lineal es universalmente reconocida como difícil (Dorier, 2002) cualquiera sea la orientación que se dé a la materia (matricial, axiomática, geométrica, computacional) debido a las dificultades conceptuales y al tipo de pensamiento requerido para la comprensión de la asignatura. Dorier en su investigación muestra la necesidad de los estudiantes de involucrarse a lo largo de su trabajo matemático en un análisis reflexivo de los objetos, para entender los aspectos unificadores y generalizadores de los conceptos de álgebra lineal.

Producto del análisis histórico, Dorier (1991) identifica cuatro etapas generales en el desarrollo de los conceptos elementales del Álgebra Lineal, las cuales son:

1. Los nexos entre el estudio de los sistemas lineales y la emergencia de los primeros conceptos (combinación lineal, dependencia e independencia lineal, generadores, rango, dimensión, etc.)
2. La génesis de los conceptos de rango y dimensión que son en efecto aspectos de un mismo concepto que parece ser fundamental en el campo del Álgebra Lineal elemental.
3. La evolución gradual desde unos resultados dispersos hasta una teoría unificada.
4. La aparición de los primeros enfoques axiomáticos y de su predominio tardío (Dorier, 1991, pp. 325-364).

El proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería

En el documento de Política para el Cambio y Desarrollo de la Educación Superior, publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en 1995, se señala que la enseñanza superior debe tener mayor capacidad de

respuesta a los problemas generales con que se enfrenta la humanidad y las necesidades de la vida económica y cultural y ser más pertinente en el contexto de los problemas específicos de una región, un país o una comunidad. Este planteamiento viene a subrayar el significado que en la época actual se les confiere a las instituciones de educación superior a nivel de la sociedad definiendo con toda claridad sus retos, que se pueden resumir en:

1. Lograr a través de los procesos que en estas instituciones se ejecutan (docencia, investigación, extensión) una importante contribución a la organización social actual y futura participando activamente en tareas que permitan fortalecer la sociedad civil, incrementar los niveles alimentarios, proteger el medio ambiente y crear otros niveles y formas de educación.
2. Desarrollar su actividad en función de lograr incidir en cambios económicos y sociales dirigidos a promover el desarrollo humano y sostenible.
3. Adaptarse a los cambios en el mundo del trabajo y de la cultura política que se necesita para estar a la altura de estos problemas.

Es por tanto, que en función de lo anterior se puede plantear que el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería contribuye al desarrollo del pensamiento lógico y algorítmico y aporta los fundamentos básicos de un especialista de estas ciencias, dado que todo ingeniero considera representaciones técnicas y científicas en términos matemáticos, con los cuales refleja los rasgos cuantitativos y cualitativos de los fenómenos que estudia (Castillo, 2006).

López (2009) señala que, los estudiantes de ingeniería cursan la asignatura Álgebra Lineal como pilar fundamental en el desarrollo de sus carreras; no obstante, la mayoría de ellos conciben este curso como algo ajeno a la Matemática, aislado de su carrera y por supuesto de la realidad; lo que conlleva a una alta deserción y bajo aprovechamiento.

En relación con estas ideas, Carlson (1997) precisa cuatro recomendaciones para el PEA del Álgebra Lineal:

- 1) La práctica enfocada es importante para el aprendizaje.
- 2) El temor impide el aprendizaje, pero el aprendizaje puede vencer al temor.
- 3) La práctica requiere de motivación, y el éxito y el estímulo parcial son buenos motivadores.
- 4) La elegancia en la presentación del profesor no necesariamente ayuda a estudiante a aprender.

Finalmente, concluye que: “(i) aquellos estudiantes que desean aprender matemáticas, pueden aprenderlas con mucho trabajo duro y enfoque, (ii) los matemáticos que como yo quieren convertirse en profesores más efectivos, pueden hacerlo con mucho trabajo duro y enfoque” (Carlson, 1997, p. 50).

Para lograr un verdadero enfoque sistémico del PEA del Álgebra Lineal, se debe partir de la estructura interna de la asignatura y en ella es necesario destacar tres etapas de relaciones con las siguientes prioridades:

- ✓ Necesidad de la formación de la concepción científica del mundo en los estudiantes.
- ✓ Carácter propedéutico de unas asignaturas con respecto a otras. (¿Qué contenidos guardan relación?, ¿dónde se aplica este?, ¿cuál es el fundamento y base del otro?).
- ✓ Relaciones que existen en el plano metodológico. Se determina el área común entre los contenidos y se define su carácter instrumental. (Zamora, 2008).

Para establecer estas relaciones deben tenerse presentes dos aspectos:

- ✓ El ordenamiento interno y las relaciones de los contenidos.

- ✓ Las relaciones entre los contenidos de las asignaturas de todo el plan de estudio.

El proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en las carreras de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo

En el año 2008, se crea la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, con la finalidad de ofertar carreras que demandaba la ciudadanía quevedeña, es una unidad académica multidisciplinaria consta de las siguientes carreras de ingeniería en Sistemas, Mecánica, Industrial, Agroindustrial, Diseño Gráfico, Eléctrica, Telemática, en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

El proceso enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en todas las carreras de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad técnica Estatal de Quevedo, está basado en un modelo pedagógico por competencia.

No obstante, tiene un conjunto de influencias del medio que intervienen como factores importantes en la necesidad de perfeccionarlo didácticamente; siendo estos:

- ✓ Reformas en el sistema de enseñanza de la Educación Superior de Ecuador.
- ✓ Desarrollo científico-técnico del siglo XXI en la esfera del ingeniero en las distintas especialidades, con las consecuentes demandas de los conocimientos generales de Matemática en general y del Álgebra Lineal en particular.
- ✓ Amplio desarrollo en la aplicación de las TIC en el PEA del Álgebra Lineal con dificultades en el enfoque.

Atendiendo a lo anterior, se hace necesario señalar que el Álgebra Lineal dentro de las carreras de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo es una unidad de aprendizaje (asignatura) básica del área de matemática, lo que implica su relación con

el resto del currículo, una vinculación necesaria con la realidad del cantón Quevedo y sectores aledaños.

Desde esta perspectiva, se define el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal de las carreras de Ingenierías como una secuencia sistémica de acciones desarrolladoras y conscientemente coordinadas mediante la interacción de la enseñanza y el aprendizaje para la apropiación activa, creadora, reflexiva, significativa y motivada de las estructuras que forman espacios vectoriales, que se da en estrecho vínculo con las asignaturas del currículo profesional, y que le permite al futuro profesional integrarlo al contexto industrial para interpretarlo, argumentarlo y resolver problemas de la profesión.

Lo anterior teniendo como guía orientadora tres principios fundamentales:

- **Principio de la profesionalización** que reconoce:
 - ✓ La unidad en los componentes didácticos del Álgebra Lineal y el modelo del profesional.
 - ✓ Considerar un núcleo estructural del contenido que encierra: la vivenciación-socialización de situaciones, la formulación de problemas, la determinación de modelos de interpretación y solución de problemas y la contextualización en el PEA, a través de la clase y otras formas de organización de este proceso.
 - ✓ La diferenciación de tareas, en correspondencia con las competencias profesionales (Meléndez et al, 2016) y los problemas profesionales a resolver.

- **Principio de la contextualización:**

La diversidad de situaciones a las que están expuestos los estudiantes, pueden devenir influencias positivas y negativas en el desarrollo del PEA, por lo que se requiere un mayor fundamento didáctico en la formación del futuro ingeniero, para que movilicen sus potencialidades y superen las limitaciones, lo cual refuerza la necesidad de una autovaloración sistemática del contexto.

- **Principio del nexo indisoluble entre la teoría y la práctica:**

Revela aspectos esenciales y explica las relaciones que se establecen en el PEA del Álgebra Lineal, entre:

- ✓ Los problemas de la profesión y las competencias del Álgebra Lineal.
- ✓ Los contenidos y el contexto de trabajo.
- ✓ Los componentes didácticos del proceso, específicamente la relación método, medio y forma.
- ✓ El papel directivo de profesor, el rol activo del estudiante.

Estos principios anteriormente descritos, se constituyen como sistema en tanto se interrelacionan y complementan con el fin de convertirse en brújula orientadora del proceso en las carreras de Ingenierías.

El PEA del Álgebra Lineal en las carreras de Ingenierías atendiendo a los elementos que lo caracterizan y a la relación competencias-problemas profesionales, se articula a través de relaciones sistémicas entre los componentes didácticos no personales y personales del proceso. Los primeros conformados, según Álvarez (1999), por el problema o necesidad de aprendizaje, objeto, objetivo, contenido (conocimientos, habilidades y valores), métodos, medios, formas y evaluación; en tanto los segundos, se definen por la relación docente-estudiante-grupo.

Para el PEA del Álgebra Lineal el **sistema de conocimientos**, está conformado por: matriz, rango de una matriz, operaciones con matrices: adición de matrices, multiplicación por un escalar, multiplicación de matrices, propiedades, inversa de una matriz regular. Sistema de ecuaciones lineales. Método de Gauss-Jordan. Representación matricial de un sistema de ecuaciones lineales. Determinantes. Regla de Cramer. Cálculo de la matriz inversa. Vectores y

sus aplicaciones, en forma analítica y gráfica. Algoritmos para las aplicaciones analíticas y gráficamente en \mathbb{R}^2 y \mathbb{R}^3 .

Así mismo se propone un sistema de habilidades, derivadas del objetivo, las siguientes:

- Diagnosticar situaciones del contexto profesional que requieran de la utilización de matriz, matriz inversa, sistemas de ecuaciones lineales, transformaciones lineales y vectores.
- Modelar problemas que conducen a: operaciones matriciales, sistemas de ecuaciones, matriz inversa, aplicación del método de reducción de Gauss- Jordan, vectores y sus aplicaciones analítica y gráficamente en \mathbb{R}^2 y \mathbb{R}^3 .
- Aplicar algoritmos de cálculo de matrices, determinantes y el método de reducción de Gauss- Jordan en la resolución de sistemas de ecuaciones y de matriz inversa, así como los vectores y sus aplicaciones analítica y gráficamente en \mathbb{R}^2 y \mathbb{R}^3 .

Permitiendo lo anterior que se favorezca la reflexión, el análisis de los significados y formas de representación de los contenidos, el establecimiento de sus relaciones mutuas, la valoración de qué métodos de resolución son adecuados, dando posibilidades para que los estudiantes elaboren y expliquen sus propios procedimientos con la utilización y construcción de representaciones de los objetos matemáticos y con la capacidad de transferir sus conocimientos ante una situación desconocida en el área de la profesión.

Conclusiones

Del estudio de los referentes teóricos efectuado se considera lo siguiente:

El proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal ha sido abordado desde diferentes perspectivas (el tratamiento de su objeto, así como de la relación de los estudiantes y profesores

con el contenido) que han permitido identificar las principales problemáticas que han marcado su desarrollo y su influencia en el desarrollo de la comprensión y modelación de procesos matemáticos en general y del Álgebra Lineal en particular para las carreras de la Facultad de Ciencias de Ingeniería de la UTEQ, que conlleva hacia la resolución de problemas.

Referencias Bibliográficas

Addine, F. (2004). Didáctica: teoría y práctica. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Álvarez, C. (1996). Hacia una escuela de excelencia. Editorial Academia. La Habana

_____. (1999). La escuela en la vida. Didáctica. Ciudad de La Habana: Pueblo y Educación.

Carlson D., Johnson C.R., Lay D.C.y Duane Porter A. (1997) The Linear Algebra Curriculum Study Group Recommendations for the First Course in Linear Algebra, en Resources for Teaching Linear Algebra, MAA Notes, volumen 42, Mathematica Association of America.

Carlson, D. (1997). Teaching linear algebra: Must the fog always roll in? En D. Carlson, C. R. Jonson, D. C. Lay, A. D. Porter, A. Watkins y W. Watkins (comps.) Resources for the teaching of linear algebra (pp. 39-51). Washington, Estados Unidos: Mathematical Association of America.

Castellanos, D., Castellanos, B., Llivina, M. J., & Silverio, M. (2001). Hacia una concepción del aprendizaje desarrollador. Colección proyectos. ISPEJV, La Habana.

Castillo, A. (2006) La disciplina matemática en el Plan D para las carreras de Ciencias Técnicas. ISPJAE. La Habana. Cuba

Delgado, J. R. (1999). La enseñanza de la resolución de problemas matemáticos. Dos elementos fundamentales para lograr su eficacia: la estructuración sistémica del contenido de estudio y

el desarrollo de las habilidades generales matemáticas. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor, ISPJAE, La Habana, Cuba.

Dieudonné, J. (1971). *Éléments d'analyse*. Tome IV, Chapitres XVIII à XX.

Dorier J.L, *Teaching Linear Algebra at University*, en Li, Ta Tsien (ed.) et al. (2002). *Proceedings of the international congress of mathematicians, ICM 2002, Pequín, China, 20-28 de agosto de 2002. Vol. III: Invited lectures*. Beijing: Higher Education Press. 875-884.

Dorier, J. L. (1991). *Sur l'enseignement des concepts élémentaires d'algebre linéaire à l'université*. *Recherches en Didactique des Mathematiques*, 11(2-3).

Dubinsky, E. (1997). *Some thoughts on a first course in Linear Algebra at the college level*. En D. Carlson, C. R. Jonson, D. C. Lay, A. D. Porter, A. Watkins y W. Watkins (comps.) *Resources for the teaching of linear algebra* (pp. 85-105). Washington, Estados Unidos: Mathematical Association of America.

Falsetti, M., Carnelli, G., Formica, A., & Rodríguez, M. (2007). *Matemática para el aprestamiento universitario*. UNGS. Colección: Textos Básicos. Buenos Aires.

Harel G. (1998). *Two Dual Assertions: The First on Learning and The Second on Teaching (or viceversa)*. *American Mathematical Monthly*, 105 (6)

Hernández, H. (1998). "Vigotsky y la estructuración del conocimiento. Experiencia Cubana", En R. D. H. Hernández: *Cuestiones de didáctica de la matemática* (pp. 33-54). Homo Sapiens, Rosario, Argentina.

Hillel J. (2000). *Modes of Description and the Problem of Representation in Linear Algebra*. in J-L. Dorier (Ed.), *On the Teaching of Linear Algebra*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp 191–207.

- López, D. V. (2009). Algunas experiencias que han contribuido a mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 112-128.
- Meléndez, R.; Caraballo, C.; Páez M. (2016). El currículum y la competencia profesional en la formación de profesores de matemáticas. *Revista 2cenT*. No. 01, Enero 2017.
- Zamora; I (2008). Folleto de trabajo para la vinculación de la Matemática con la Geografía a través de la resolución de problemas matemáticos. Ponencia en Evento Internacional Matecompu 2008. ISP “Juan Marinello”. Matanzas. 2008.
- Zubiría, D. (1996). *Miguel, Teoría de las seis lecturas*, Fundación Alberto Merani.