

DIDÁCTICA DEL ALGEBRA LINEAL

Ernestina Clemencia Coello León
Kenya Anmarit Guerrero Goyes
Jimmy Aldrin Cedeño Barzola
Luciana Vitalina Coello León

DIDÁCTICA DEL ALGEBRA LINEAL



Ernestina Clemencia Coello León
Kenya Anmarit Guerrero Goyes
Jimmy Aldrin Cedeño Barzola
Luciana Vitalina Coello León

DIDÁCTICA DEL ALGEBRA LINEAL



DIDÁCTICA DEL ALGEBRA LINEAL

© Ernestina Clemencia Coello León
Kenya Anmarit Guerrero Goyes
Jimmy Aldrin Cedeño Barzola
Luciana Vitalina Coello León
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Una obra de relevancia producto del 8va. Congreso Internacional de sociedad
tecnología e información Publicado por acuerdo con los autores.

© 2021, Editorial Grupo Compás
Guayaquil-Ecuador

Grupo Compás apoya la protección del copyright, cada uno de
sus textos han sido sometido a un proceso de evaluación por
pares externos con base en la normativa del editorial.

El copyright estimula la creatividad, defiende la diversidad en el
ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre
expresión y favorece una cultura viva. Quedan rigurosamente
prohibidas, bajo las sanciones en las leyes, la producción o
almacenamiento total o parcial de la presente publicación,
incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de
la misma por cualquiera de sus medios, tanto si es electrónico,
como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia,
sin la autorización de los titulares del copyright.

Editado en Guayaquil - Ecuador

ISBN: 978-9942-33-401-5



Cita.

Coello, E., Guerrero, K., Cedeño, J., Coello, L. (2021) DIDÁCTICA DEL ALGEBRA LINEAL.
Editorial Grupo Compás.

Prefacio

Este texto de Didáctica del Álgebra Lineal fue elaborado para apoyar el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje en las carreras de ingeniería y a la formación de profesores en el área de la matemática en general y del Álgebra Lineal en particular.

La obra se desarrolla en atención a las exigencias del plan de estudios, que demandan el establecimiento de lazos interdisciplinarios durante todo el proceso de formación y estrechos vínculos entre la formación académica, laboral e investigativa coordinados mediante la dirección estratégica de los docentes que tienen en esta tarea su rol principal.

En el texto se han incluido aportaciones de forma explícita o se ha hecho referencia a resultados de experiencias de avanzada (obtenidas en el marco del trabajo científico metodológico) y también a propuestas didácticas derivadas de diversos trabajos de investigación (tesis de maestrías y/o doctorado) con el propósito de evidenciar cómo la Didáctica del Álgebra Lineal se enriquece a partir de la labor investigativa realizada en esta rama del saber.

El propósito de este texto es estimular el interés por aprender y potenciar el alcance de niveles superiores (en atención a diferencias individuales), respecto a la investigación en la Didáctica del Álgebra Lineal. A este fin, desde el texto se promueve el uso de otros medios de enseñanza tales como recursos informáticos, y la consulta de otras fuentes como, textos de metodología de la enseñanza de la matemática, publicaciones científicas y otra literatura útil para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática en general y del Álgebra Lineal en particular.

Con estas especificaciones, se desea lograr un mejor aprovechamiento de esta obra, por parte de profesores lo que redundará en beneficio de los estudiantes.

Palabras a profesores de Álgebra Lineal

Presentación

Hace varios siglos que no se pone en duda en ninguna parte del mundo, la contribución de las matemáticas en general y del Álgebra Lineal en particular, a los fines de la educación:

En primer lugar, por su papel en la cultura y la sociedad, en aspectos como: las artes, la arquitectura, las grandes obras de ingeniería, la economía, el comercio, etc.

En segundo lugar, porque, como instrumento para el desarrollo del razonamiento lógico, contribuye a la formación integral de los estudiantes.

En tercer lugar, porque desde el comienzo de la Edad Moderna su conocimiento se ha considerado esencial para el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

En el capítulo 1. Se exponen referentes teóricos del proceso enseñanza-aprendizaje, tomando en cuenta ciertas consideraciones didácticas en general, luego se presenta un enfoque del proceso enseñanza aprendizaje en las carreras de ingeniería.

En el capítulo 2, Se toman las bases teóricas que permiten fundamentar el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal para las carreras de Ingeniería.

En el capítulo 3, Se tratan los fundamentos de la concepción didáctica del proceso enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en las carreras Ingeniería, y los principios que rigen dicha concepción.

La expectativa final es lograr que, la propuesta por concebir en forma didáctica el proceso enseñanza- aprendizaje del Álgebra Lineal, sea efectivo, en la que los docentes obtengan la información necesaria para desarrollar con éxito el trabajo metodológico de aula, que redunde en mejores resultados de aprendizaje en los estudiantes.

El colectivo de autores agradece a los profesores y estudiantes.

Dedicatoria

Dedicamos a todos los docentes del área de las matemáticas, el presente Texto “DIDÁCTICA DEL ALGEBRA LINEAL”, como una herramienta para que los docentes de Álgebra Lineal orienten el proceso enseñanza-aprendizaje, lo que redundará en el aprovechamiento académico de los estudiantes.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
CAPÍTULO I.....	6
EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL ÁLGEBRA LINEAL Y SU IMPLICACIÓN EN LAS CARRERAS UNIVERSITARIAS	6
INTRODUCCIÓN.....	7
1.1. Consideraciones didácticas del proceso de enseñanza-aprendizaje.....	7
1.1.1. Diagnóstico de la preparación y desarrollo del alumno.....	13
1.1.2. Protagonismo del alumno en los distintos momentos de la actividad de aprendizaje. 14	
1.1.3. Organización y dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje.....	15
1.1.4. Concepción y formulación de la tarea.	15
1.2. El proceso de enseñanza – aprendizaje del Álgebra Lineal	21
1.3. El proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería.	32
1.4. El proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería de las Instituciones de Educación Superior.....	36
1.5. Conclusión.....	38
PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN DEL CAPÍTULO I.....	40
CAPÍTULO II.	45
BASES TEÓRICAS DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL ÁLGEBRA LINEAL.	45

INTRODUCCIÓN.....	45
2.1. Principales bases teóricas asumidas que permiten fundamentar el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal para las carreras de Ingeniería de las Instituciones de Educación Superior.	46
2.1.1. Bases Filosóficas.	46
2.1.2. Base Legal.	48
2.1.3. Bases Psicológicas.	51
2.1.4. Bases Didácticas.	57
2.2. Conclusión.....	65
PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN DEL CAPÍTULO II	67
CAPÍTULO III.	69
FUNDAMENTOS DE UNA CONCEPCIÓN DIDÁCTICA DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL ÁLGEBRA LINEAL DE LAS CARRERAS DE INGENIERÍA DE LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR.....	69
INTRODUCCIÓN.....	69
3.1. Principios de la concepción didáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería.....	72
3.1.1. Ideas rectoras de la concepción didáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en las Carreras de Ingeniería.	76
3.1.2. Conclusión.....	111
PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN DEL CAPÍTULO III	112
GLOSARIO DE TÉRMINOS	115
BIBLIOGRAFÍA	119

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 nuevos campos de acción en su desempeño laboral y otras esferas de actuación, que requieren de un replanteamiento en la formación de los futuros profesionales en general y en especial a los de ingeniería.

No obstante, aun cuando existe un reconocimiento, por teóricos a lo largo del desarrollo de la humanidad, de la importancia y aplicabilidad del Álgebra Lineal en las ingenierías, se reconoce igualmente por la comunidad internacional (Dorier, 1991), (Dubinsky, 1997), (Carlson, 1997), (Uzuriaga & Arias, 2006), (Falsetti, et al 2007), (López, 2009), (Uzuriaga & Martínez, 2006), (Añino et al, 2012), (Bravo et al, 2013), (García, 2014), que persisten problemas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta unidad de aprendizaje con un énfasis particular en las carreras de ingeniería.

Cabe señalar, que el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal a nivel de las Instituciones de Educación Superior, se manifiesta

asistémico y descontextualizado en su desarrollo, implicando por tanto problemas en el proceso y en el aprendizaje de los futuros ingenieros. Al respecto, este texto, fundamenta una concepción didáctica regida por principios como la profesionalización, la contextualización y el nexo indisoluble entre la teoría y la práctica, permite defender como ideas fundamentales el carácter significativo, problémico, sistémico e investigativo del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, la dinamización de sus componentes didácticos a partir de la relación competencias-problemas profesionales y finalmente su concreción en el diagnóstico de situaciones problémicas, la modelación y algoritmización de problemas como tareas docente-profesionales, todo ello con el propósito de alcanzar la formación de un profesional competente.

Capítulo I. El proceso de enseñanza-aprendizaje del álgebra lineal y su implicación en las carreras universitarias.

Autores: Ernestina Clemencia Coello León, Kenya Anmarit Guerrero Goyes

“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad de entrar en el bello y maravilloso mundo del saber”

Albert Einstein (1879-1855)

Introducción

En el capítulo se abordan los elementos teóricos que sustentan el proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA) del Álgebra Lineal. Se realiza una sistematización de la conceptualización acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje, las leyes y relaciones que caracterizan sus componentes y su implicación Del Álgebra Lineal para las carreras universitarias.

1.1 Consideraciones didácticas del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Desde tiempos antiguos, Comenius, (1657) en su Didáctica Magna, señala la definición de enseñanza que se resume en una frase suya: "enseña todo a todos". Fue el primero en instruir lenguas tradicionales mediante el uso de pasajes de estas y de la traducción correspondiente a la lengua moderna, encontrándose por primera vez un sistema estructurado en teorías sobre la enseñanza, en el que revela su carácter de proceso, pues lo consideró como orden natural de pasos o secuencias que posibilitan un aprendizaje racional de los aprendices.

Autores como Rousseau, (1712-1778), expresaron en su definición, que la base de la enseñanza se determina por los motivos e intereses de los aprendices; otros como Pestalozzi, (1746-1827) le atribuye como fundamento de la enseñanza el gran valor de la psicología, en que lo afectivo-volitivo son inseparables de lo cognitivo en el proceso de la enseñanza, Vygotsky, (1896-1934), con su enfoque del desarrollo histórico cultural de la psiquis humana logra desarrollar y llevar a la práctica, el desarrollo integral de la personalidad producto de la actividad y la comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El estudio de un número considerable de investigaciones recientes permite reconocer un amplio movimiento de las ideas de diferentes autores hacia la búsqueda de una mayor profundización en el binomio enseñanza-aprendizaje.

Las autoras Pilar Rico y Margarita Silvestre precisan que el PEA ha sido comprobadamente caracterizado de formas diferentes, las que van desde su identificación como proceso de enseñanza, con un marcado acento en el papel central del docente como transmisor de conocimientos, hasta las concepciones más actuales en las que se concibe el PEA como un todo

integrado, en el cual se pone de relieve el papel protagónico del alumno (Rico & Silvestre, 2003). En esta última perspectiva se revela como característica determinante la integración de lo cognitivo y lo afectivo, de lo instructivo y lo educativo, como requisitos psicológicos y pedagógicos esenciales.

No falta la interpretación de que el proceso de enseñanza y el de aprendizaje se visualizan como dos procesos diferentes que no necesariamente marchan juntos ni se determinan. Se reflexiona por los autores que este proceso conforma una unidad que tiene como propósito esencial contribuir a la formación integral de la personalidad del profesional en formación.

Asimismo, se plantea que el PEA está condicionado históricamente. Toda época y sociedad determinan y especifican los objetivos de este proceso, el cual siempre comprende la unidad de la instrucción y la educación. De esta ley no escapa ningún proceso pedagógico.

A la hora de conceptualizar, Álvarez (1996), en su libro *Hacia una escuela de excelencia*, prefiere establecer una distinción entre proceso docente-educativo y PEA. No obstante, se refiere de manera particular al

término *proceso docente-educativo*, y lo define como aquel proceso de formación sistemática de las generaciones de un país.

El PEA (Addine, et al., 1998) conforma una unidad que tiene como propósito esencial contribuir a la formación integral de la personalidad del estudiante. Esta tarea es una responsabilidad social en cualquier país. Constituye la integración de lo instructivo (proceso y resultado de formar hombres capaces e inteligentes) y lo educativo (formación de valores y sentimientos que identifican al hombre como ser social). Ambos permiten hablar de un PEA que tiene por fin la formación multilateral de la personalidad del hombre.

Para Addine (2004, p. 4), el PEA es un proceso pedagógico escolar, que es sistemático, planificado, dirigido y específico, por cuanto la interrelación entre los componentes personales deviene en un accionar didáctico cuyo único fin es el desarrollo integral de la personalidad de los educandos.

En el texto se asume la definición ofrecida por Castellanos (2001), que considera el proceso de enseñanza-aprendizaje como desarrollador, en tanto generan a partir de las propias contradicciones que le dan origen,

la necesidad inagotable de aprender y de crecer, así como los recursos psicológicos (cognitivos, afectivos, motivacionales-volitivos) necesarios para lograrlos, reconociendo así que sus principales dimensiones son la activación-regulación de los procesos implicados en el aprender, la posibilidad de establecer una relación profunda, personal y significativa con los contenidos que se aprenden a partir de intensa motivación por aprender que crece y se enriquece de manera continua. (Castellanos et al, 2001)

Desde esta perspectiva se resalta la significación de que los procesos de enseñanza-aprendizaje son intencionales, planificados, creados, pretendidos y provocados. En la definición, al hacerse referencia a acciones desarrolladoras en forma conscientemente coordinadas, se expresa una condición a la cual los autores le confieren un alto significado: la necesidad de evitar la espontaneidad en el PEA que se define, lo que implica una planificación consecuente de la actividad de profesores y estudiantes.

Por su parte, autores como Zilberstein (1999) enfatizan en la apropiación de conocimientos, habilidades, hábitos, normas de relación,

de comportamiento y valores como resultado fundamental del PEA, en tanto se logre el vínculo entre actividades docentes y extradocentes.

El carácter sistémico del PEA se logra, precisamente, cuando este dé respuesta, al mismo tiempo, a las exigencias del desarrollo intelectual y físico del alumno, y a la formación de sentimientos, cualidades y valores, todo lo cual dará cumplimiento a los objetivos de la educación, en sentido general, y, en particular, a los objetivos en cada nivel de enseñanza y tipo de institución.

De lo anterior, se desprende que concebir al PEA como sistema, presupone (Álvarez, 1990, p.20):

- La integridad de sus componentes (elementos que lo constituyen).
- La jerarquización de un componente sobre otros.
- La centralización de un componente según sea el análisis que se desea hacer.

La integridad constituye la relación necesaria y obligatoria entre los componentes del sistema por lo que al cambiar uno de estos conduce generalmente al cambio de todo el sistema.

La jerarquización implica que en los diferentes componentes del sistema existe el orden inferior y superior. Así por ejemplo en el PEA como sistema unos de los componentes pueden ser los estudiantes que en sí mismo constituyen un sistema o en tal caso un subsistema del sistema mayor PEA.

La centralización está relacionada directamente con el aspecto anterior, debido a que el elemento jerarquizado constituye el núcleo entorno al cual giran los demás, es un elemento rector, que en el caso del PEA pudieran ser los objetivos.

A su vez, Rico y Silvestre (2003) plantean, acertadamente, cuatro exigencias del PEA:

1.1.1. Diagnóstico de la preparación y desarrollo del alumno.

El PEA, al igual que cualquier otro tipo de proceso, requiere partir del conocimiento del estado actual del objeto, en este caso, del estado de preparación del alumno, por lo que la realización del diagnóstico resulta una exigencia obligada, ya que la adquisición de un conocimiento, el desarrollo de una habilidad o la atención a

la formación de una cualidad, se estructuran, generalmente, a partir de antecedentes ya adquiridos.

1.1.2. Protagonismo del alumno en los distintos momentos de la actividad de aprendizaje.

Lograr una posición activa en el aprendizaje requiere que la participación del alumno haya implicado un esfuerzo intelectual que le permita orientarse en la tarea, reflexionar, valorar, suponer, llegar a conclusiones, argumentar, utilizar el conocimiento, generar nuevas estrategias, entre otras acciones.

El protagonismo del alumno en la ejecución del proceso estará dado también por el nivel de implicación en la búsqueda del conocimiento y las exigencias de las tareas para adquirirlo y utilizarlo, así como por las propias exigencias de las tareas que deberán propiciar un rico intercambio y comunicación entre los alumnos. Es importante además que el estudiante sea capaz de comprobar sus resultados; es decir, determinar por sí solo en qué medida las acciones por él ejecutadas son correctas o no.

1.1.3. Organización y dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Un aspecto importante en la organización y dirección del PEA lo constituye la concepción de las formas de actividad colectiva, que juegan un papel importante como elemento mediatizador para el desarrollo individual. Las acciones bilaterales y grupales ofrecen la posibilidad de que se trasladen de un alumno a otro, o del profesor al alumno, elementos del conocimiento que pueden faltarle (qué) y el procedimiento a seguir en la realización de la tarea (cómo).

1.1.4. Concepción y formulación de la tarea.

Se hace referencia a la tarea como aquella actividad que se concibe para realizar por el alumno en la clase y fuera de esta, vinculada a la búsqueda y adquisición de los conocimientos y al desarrollo de habilidades. La formulación de la tarea plantea determinadas exigencias al alumno y estas repercuten tanto en la adquisición de conocimientos como en el desarrollo de habilidades.

Lo anterior lleva al docente a analizar:

- ✓ Los elementos del conocimiento que necesita revelar y qué indicaciones y procedimientos pueden conducir al alumno a una búsqueda activa y reflexiva;
- ✓ Las operaciones de pensamiento que se necesitan estimular y cómo conjugar la variedad de tareas de forma que, a la vez que faciliten la búsqueda y utilización del conocimiento, estimulen el desarrollo del intelecto;
- ✓ Cómo promover, mediante las tareas, el incremento de las exigencias cognoscitivas, intelectuales y formativas en el alumno;
- ✓ La organización de las tareas, de manera que tanto sus objetivos particulares como su integración y sistematización conduzcan al resultado esperado en cada alumno;
- ✓ Los ejercicios necesarios y suficientes que propicien la adquisición de los conocimientos objeto de enseñanza-aprendizaje, teniendo en cuenta la atención diferenciada de los alumnos.

En *Introducción a la Didáctica General*, se plantea que “la esencia del proceso de enseñanza-aprendizaje se caracteriza por la relación de distintos *componentes* o procesos, entre los que destacan los siguientes: objetivo, contenido o materia, método, organización y condiciones” (Klingberg, 1980). Por su parte, Chávez (2001) plantea como categorías esenciales: objetivo, contenido, método, medio, evaluación y formas de organización.

Definiciones semejantes se observan en las del profesor e investigador Dr. Juan Virgilio López Palacio, cuando relaciona como componentes: el problema, el objetivo, el contenido, el método, los medios, la forma y la evaluación, enfatizando en el papel del problema como punto de partida, (López, 2003) y en la expresada por Álvarez (1998 y 1999) donde señala como “componentes del proceso docente-educativo”: problema, objeto, objetivo, contenido, método, forma de enseñanza, medio de enseñanza y resultado.

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 texto.

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 Vygotsky (1987), la vida material del hombre está mediatizada por los instrumentos y por las relaciones que establece producto de la vida social, aspecto fundamental con los que el hombre opera en el plano interno y externo.

La definición de estos dos planos condujo a este autor a explicar que, toda función psíquica superior existe en dos dimensiones diferentes: primero en, el plano social interpsicológico y posteriormente, en el plano intrapsicológico. Lo externo, que es cultural, llega a ser interno mediante un proceso de construcción con otros, que implica la transformación de

lo cultural y a su vez la transformación de las estructuras y funciones psicológicas. A esta combinación la denominó “Ley genética fundamental del desarrollo”, a partir de la cual se sustentan los principios de unidad entre lo interno y lo externo y la unidad entre lo social y lo individual, enfatizada en el acto social del aprendizaje en cualquiera de las relaciones del individuo con el mundo.

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 inhibidor 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.

En consonancia con ello, la enseñanza debe ser desarrolladora, ir delante y conducir el desarrollo, siendo este el resultado del proceso de apropiación de la experiencia histórica acumulada por la humanidad

(Leontiev, 1975). 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.

De esta concepción surgió su noción de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), definida como:

“ (...) la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la solución de un problema, bajo la guía del adulto, o en colaboración de un compañero más capaz” (Vygotsky, 1988)

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.

1.2. 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.

Es, por tanto, que el aprendizaje de los estudiantes bajo la modalidad conductista, así como la enseñanza de la Matemática Moderna y las aplicaciones de la Teoría de Piaget, se percibían insatisfactorios (Falsetti, et al 2007)

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 estaban influenciadas por el espíritu de 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)

Desde esta óptica, se puede destacar la importancia que ha tenido en

estos últimos tiempos las ideas de Miguel de Guzmán referidas al proceso de “inculturación” o “enculturación” que se refiere a concebir el PEA de la Matemática como un proceso de inmersión en las formas propias de proceder del ambiente matemático (Gil & De Guzmán, 1993) poniendo énfasis en los procesos inventivos y constructivos (intuitivos, empíricos, heurísticos) además de los procesos de formalización (simbolización, argumentación, deducción, demostración) o la de “educar al hombre informático” (Santaló, 1990) que se refiere al desarrollo del pensamiento humano en formas de pensamiento que hagan que se procese la información en forma ágil, creativa y no mecanicistas para la toma de decisiones de manera consciente y reflexiva, en la forma más económica posible después de haber interpretado dicha información.

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 duda 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. Más recientemente, 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).

Asimismo, 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).

1.3. 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 más 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.

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.

1.4. El proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería de las Instituciones de educación Superior.

Con la finalidad de ofertar carreras que demanda la ciudadanía, se crean carreras de ingeniería en las Instituciones de Educación Superior, en la que matemática en general y en particular el Álgebra Lineal, conforman las unidades de formación básica de las ingenierías.

El proceso enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería, se basa en las universidades, en el modelo pedagógico para alcanzar las competencias necesarias,.

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 del 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 ingeniería 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 entorno.

Por lo tanto, a lo largo de toda la carrera, desde el primer semestre, es necesario relacionar al estudiante con los problemas de la profesión, llevarlo a la resolución de problemas que tengan que ver con su carrera y de acuerdo con el semestre que estén cursando, hasta la culminación de los estudios de pregrado.

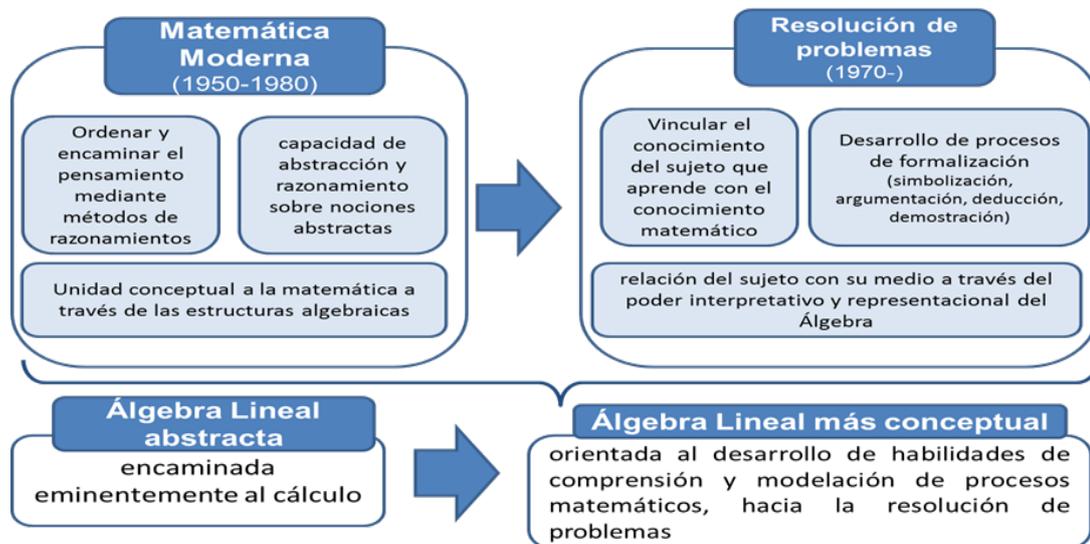


Ilustración 1: Tránsito del PEA del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería

1.5. Conclusión

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 ingeniería, que conlleva hacia la resolución de problemas.

Preguntas de autoevaluación del capítulo I

Indicar la respuesta correcta.

- 1. ¿Quién señala la definición de enseñanza que resume en una frase: "enseña todo a todos"?**

- 2. Didáctica General plantea que es la esencia del proceso de enseñanza-aprendizaje y se caracteriza por la relación de distintos componentes o procesos y en la expresada por Álvarez (1998 y 1999) son los siguientes:**

- A. Objetivo, contenido o materia, método, organización y condiciones
- B. Objetivo, contenido, método, medio, evaluación y formas de organización
- C. objetivo, problema, objeto, medio, evaluación y formas de organización.

D. Problema, objeto, objetivo, contenido, método, forma de enseñanza, medio de enseñanza y resultado.

3. Castellano (2001) considera el proceso enseñanza-aprendizaje como:

4. ¿Cómo se define la zona de desarrollo próximo?

5. En la actualidad la tendencia del proceso de enseñanza – aprendizaje del Álgebra Lineal es:

A. Enseñar a los estudiantes a ordenar y encaminar su pensamiento en forma deductiva en correspondencia con los métodos de razonamientos desarrollados por la Matemática.

B. Fomentar la capacidad de abstracción y razonar sobre nociones abstractas.

C. Es la de vincular el conocimiento del individuo que aprende con el conocimiento matemático.

D. Todas las opciones anteriores son correctas

6. En Latinoamérica se constituye una tendencia, el tránsito de un Álgebra Lineal abstracta y encaminada eminentemente al cálculo. ¿Cuáles de las siguientes opciones es la tendencia correcta?:

A. Álgebra Lineal más conceptual

B. Álgebra Lineal orientada al desarrollo de habilidades de comprensión y modelación de procesos matemáticos, hacia la resolución de problemas.

C. Capacidad de pensar Matemáticamente y de poder resolver problemas más complejos

D. Todas las opciones anteriores son correctas

7. Identifica etapas generales en el desarrollo de los conceptos elementales del Álgebra Lineal, según Dorier:

A. 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.)

B. 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.

C. Desarrollar su actividad en función de lograr incidir en cambios económicos y sociales dirigidos a promover el desarrollo humano y sostenible.

8. El proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería contribuye al desarrollo del:

y

9. De cuál de estos autores es la siguiente frase: “(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”:

- A. Dorier
- B. Carlson
- C. Castellano
- D. Álvarez

10. ¿Cuál es el conjunto de influencias del medio que intervienen como factores importantes en la necesidad de perfeccionar didácticamente el proceso enseñanza- aprendizaje del Álgebra Lineal en las IES?

Capítulo II. Bases teóricas del proceso de enseñanza-aprendizaje del álgebra lineal.

Autores: Ernestina Clemencia Coello León, Jimmy Aldrin Cedeño Barzola

Introducción

En el presente capítulo se fundamenta una concepción didáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, a partir de las bases filosóficas propias del estado ecuatoriano, asumiendo también las bases psicológicas y didácticas de autores que aportan al proceso enseñanza aprendizaje y tienen su principal abordaje desde las Ciencias de la Educación, lo que permite fundamentar el libro de didáctica a partir de bases teóricas que articulan la posición filosófica asumida y permiten explicar el proceso enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal, en el contexto universitario ecuatoriano.

2.1. Principales bases teóricas asumidas que permiten fundamentar el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal para las carreras de Ingeniería de las Instituciones de Educación Superior.

2.1.1. Bases Filosóficas. La educación en la Constitución de la República de Ecuador es considerada como un derecho de las personas a lo largo de su vida y un deber ineludible e inexcusable del Estado, es garantía de la igualdad e inclusión social y condición indispensable para contribuir al buen vivir de la ciudadanía. (Asamblea Constituyente, 2008)

El Plan Nacional del Buen Vivir 2015-2017 plantea retos orientados hacia la materialización y radicalización del proyecto de cambio de la revolución ciudadana, a la construcción de un Estado plurinacionalidad, intercultural y finalmente a alcanzar el buen vivir de los ecuatorianos. Este plan forma parte de la búsqueda de modos, formas de vida que han impulsado los actores sociales de América Latina durante las últimas décadas, como parte de sus reivindicaciones frente al modelo económico neoliberal. (Agendas Zonales, 2013-2017)

El análisis de este Plan posibilita considerar un grupo de estrategias de cambio, entre las que se encuentra la transformación de la educación superior y de la universidad, que tiene la misión de contribuir al desarrollo de la sociedad, a través del mejoramiento de la calidad de sus procesos formativos, en función de la educación del hombre, la preparación de profesionales, cuyo encargo social está dirigido a la formación de las nuevas generaciones.

El objetivo 4 del Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017, plantea “Fortalecer las capacidades y potencialidades de la ciudadanía” (CNDP, 2013, p. 159). Además, busca la formación integral del sujeto a fin de alcanzar la sociedad socialista del conocimiento con base en la formación del docente como actores clave en la construcción del Buen Vivir. Potencialidades, dominios o fortalezas que están en correspondencia a las “tendencias de la ciencia y tecnología, de los actores y régimen de desarrollo, diversidad cultural y a las tendencias de la educación actual” (CES, 2016, p. 2).

El buen vivir se sustenta en el marco de la construcción de una nueva sociedad con base en el Proyecto de Transformación de la Matriz

Productiva: revolución productiva a través del conocimiento y el talento humano, bajo la premisa: "Seremos una sociedad organizada alrededor del conocimiento y la creación de capacidades, solidaria e incluyente y articulada de manera soberana y sostenible al mundo" (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2012, p. 12). Ello permitirá a Ecuador superar el actual modelo de generación de riquezas: concentrador, excluyente y basado en recursos naturales, por un modelo democrático, incluyente y fundamentado en el conocimiento y las capacidades de los ecuatorianos.

2.1.2. Base Legal. La Ley Orgánica de Educación Superior -LOES- (2010) regula el sistema de educación superior y considera entre "los fines de la educación lo humanístico, cultural y científico como derecho de las personas y bien público social" (Asamblea Nacional, 2010, p. 5). El Reglamento General a la Ley Orgánica de Educación Superior, en el Art. 17, determina que el Reglamento de Régimen Académico "normará lo relacionado con los programas, cursos de vinculación con la sociedad, así como los cursos de educación continua, a partir de tomar en cuenta

las características de la institución superior, para el desarrollo nacional, regional y local” (Función Ejecutiva, 2011, pp. 3-4).

A su vez, el Reglamento de Régimen Académico regula y orienta el quehacer educativo superior y en el Art. 15, se refiere a la organización del aprendizaje en los componentes de: docencia con actividades de aprendizaje asistidas por el profesor y de interacción con grupos de estudiantes o aprendizaje colaborativo, de las prácticas de aplicación y experimentación de los aprendizajes, y de aprendizaje autónomo que realiza el estudiante con orientaciones del docente (Consejo de Educación Superior, 2013 -Reformado marzo 2016-).

La sistematización realizada sobre los planes nacionales de desarrollo y normativa legal del sistema educativo ecuatoriano posibilita que se relacione con las exigencias de la nueva sociedad anhelada y de la educación superior con el reto de saber articular ciencia, tecnología y sistema de saberes.

En las instituciones de educación superior “incide de forma directa el papel cada vez más creciente del desarrollo de la ciencia y la tecnología, por lo cual es necesario un aprendizaje para toda la vida en un contexto

inter y transdisciplinar que debe llevar a aprender métodos que permitan transformar la información, transformarse a sí mismos y transformar la realidad.” (Díaz y Alfonso, p. 7, 2016)

Todo el currículum está también transversalizado por tres dimensiones que acercan la formación del profesional a su realidad; lo académico, donde se aprende desde la modelación o representación ideal del proceso de formación profesional, lo investigativo, donde se aprende a resolver problemas desde la lógica de la ciencia y la metodología de la investigación propia de la profesión, lo laboral donde la formación se acerca muy objetivamente y real al accionar profesional, aquí se deben ejecutar acciones reales del modo de actuación profesional. (Ibíd., 53)

De todo lo anterior se infiere la configuración de un modelo de universidad, que, como expresión de la realidad ecuatoriana, sea contentivo de una filosofía de hombre que contemple aquellos valores humanos, culturales, patrios y ciudadanos; que sin dudas tendrían su expresión más alta y renovadora en los docentes universitarios, por su función en la sociedad.

Así, le corresponde a la universidad mediante sus procesos y sus actores sociales, ser capaz de detectar, valorar y dar solución a los problemas sociales actuales mediante la actividad práctica y transformar y superar de forma competente, innovadora y creativa la realidad ecuatoriana actual.

2.1.3. Bases Psicológicas. Se asume como base psicológica el enfoque histórico cultural de Vygostky (1968), en tanto permite sostener la interrelación dialéctica entre las categorías actividad y comunicación, como elementos propiciadores de la relación de lo cognitivo y lo afectivo en el PEA. Forma parte de las bases teóricas para el planteamiento de la concepción didáctica del PEA del Álgebra Lineal en las carreras de ingeniería.

En esta teoría se sistematizan los aportes de Davidov (1981), Leontiev (1982), Talízina (1988) y notables autores como, González (1994); Brito (1994); Labarrere (1997); Silvestre y Zilberstein (2000a, 2000, 2002; Silvestre (2001), entre otros.

En correspondencia con este enfoque, tiene un papel fundamental la Teoría de la Actividad de Leontiev (1982). En particular, se asume esta

teoría porque permite enfocar el PEA del Álgebra Lineal teniendo en cuenta los factores afectivo-motivacionales en la formación de competencias; pues, Leontiev (1982, pp. 82-90) define la actividad como “aquellos procesos mediante los cuales el individuo, respondiendo a sus necesidades, se relaciona con la realidad, adoptando determinada actitud hacia la misma”.

Para Leontiev (1982), "lo más importante que distingue una actividad de otra es el objeto de la actividad que tiene como génesis a una necesidad. Sea el objeto de la actividad material o ideal, es el que motiva al sujeto a incidir sobre él y lograr determinado objetivo" (Ibíd.); por eso la propiedad esencial de la actividad es su carácter objetal. Este objeto es el que impulsa y dirige la actividad del sujeto.

Según Talizina (1988, pp. 35-45), “el enfoque de la actividad psíquica como secundaria, como la externa transformada, exige que cualquier nuevo tipo de actividad cognoscitiva sea introducida en el proceso de aprendizaje en su forma externa, como actividad material”. Desde el punto de vista de la apropiación de la actividad, Leontiev (1982, pp. 82-90) subraya que para dominar “el producto de la actividad humana hay

que realizar la actividad adecuada a la representada en dicho producto”. Argumenta que la estructura funcional de toda actividad está compuesta por tres etapas bien delimitadas que son: etapa de orientación, etapa de ejecución y la etapa de control, considerando que estas tres etapas están presentes en el PEA.

A juicio de los autores, el aprendizaje debe explicarse por su naturaleza como una actividad social, de construcción y reconstrucción del conocimiento mediante la cual el sujeto que aprende se apropia de la experiencia histórico cultural, se apropia de modelos sociales de actividad y de interrelación y, por supuesto, en la universidad esa apropiación individual-social se desarrolla desde premisas preconcebidas científicamente y bajo condiciones de orientación e interacción sociales.

Otro aspecto relevante de este enfoque es la ley de la doble formación de las funciones psíquicas superiores que plantea que “en el desarrollo cultural del individuo, toda función aparece dos veces: primero, a nivel social, y más tarde a nivel individual; primero entre personas

(interpsicológica), y después, en el interior del propio niño (intrapsicológica)” Vygotsky (1978, p. 139).



Ilustración 2: Ley genética fundamental del desarrollo del individuo.

Esta ley permite la comprensión de lo psíquico, y la concepción de las relaciones interpersonales, en especial la mediación, la cual expresa la connotación que tiene el aspecto social del aprendizaje, considerando las relaciones con los objetos de la cultura y con otras personas: adultos, coetáneos. La enseñanza debe estar dirigida a la transformación de los fenómenos de la conciencia social en fenómenos de la conciencia individual.

Conforme al principio de la naturaleza social de las leyes del desarrollo psíquico del hombre, la enseñanza debe partir de la formación de posibilidades cognoscitivas en las personas a las que se enseña, para que puedan operar mediante la asimilación de los tipos y modos de la actividad cognoscitiva que conforman la experiencia de la humanidad, objetivada o fijada parcial o completamente con los medios sociales.

La comprensión de la enseñanza como fuente del desarrollo psíquico del hombre, en el enfoque histórico cultural hay que verla a partir del concepto de zona de desarrollo próximo (ZDP) propuestos por Vygotsky (2000, p. 133). Por ello, “el proceso de enseñanza no puede ser limitado a la comunicación entre el que enseña y el que aprende, la actividad de los alumnos debe estar orientada al mundo de las cosas, sin las cuales no pueden transmitirse los conocimientos que constituyen el contenido de la enseñanza” Talizina (1988, pp. 35-45)

En consonancia con lo anterior, la Teoría del Aprendizaje Desarrollador de Castellanos (2001) brinda el sustento que permite desde la propia dinámica de los componentes didácticos del proceso y desde el rol de profesores y estudiantes, el desarrollo de una actividad cognitiva en

estrecho vínculo con lo afectivo que potencie el desarrollo de una actividad productivo-creadora, procesos metacognitivos, relaciones significativas en el aprendizaje, implicación de los sujetos en la formación de actitudes y valores, así como motivaciones y expectativas con respecto a la enseñanza y el aprendizaje.

Las ideas señaladas llevan a considerar la Teoría de Formación por Etapas de las Acciones Mentales de P. Ya. Galperin (1979, 1983) por el tratamiento a la base orientadora de la acción como presupuesto significativo para el logro de un aprendizaje desarrollador, que implique el paso de las acciones externas a las acciones mentales, lo cual tiene lugar en el aprendizaje y con lo que se logran niveles de generalización que propenden a un proceso de apropiación duradero.

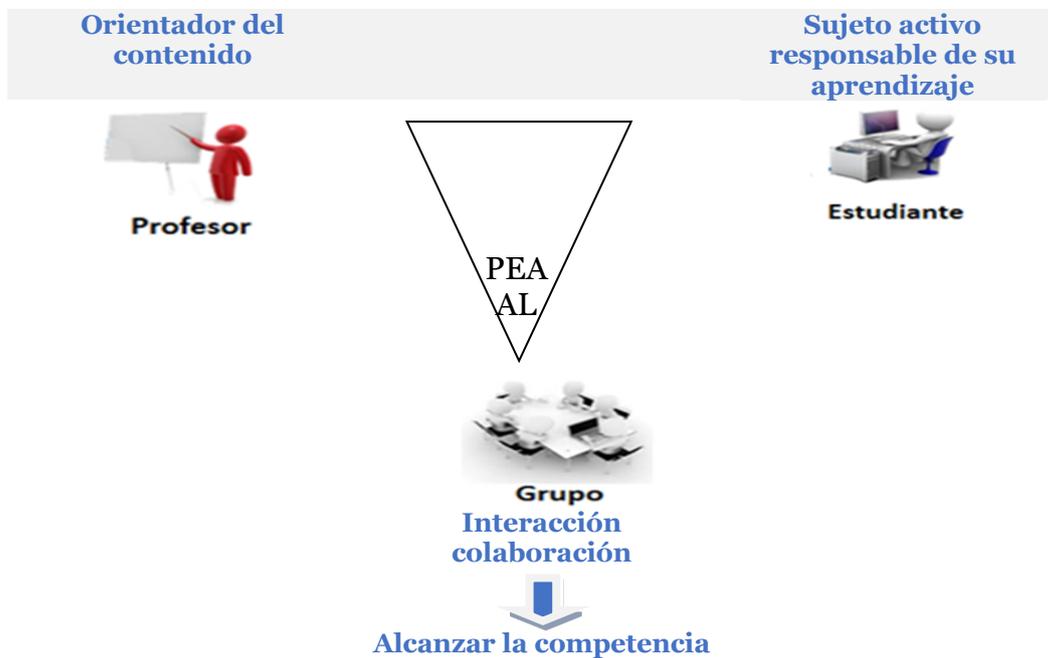


Ilustración 3: Interacción de los Componentes Didácticos Personales

Bases Didácticas. Es base teórica para el proceso enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal los aportes de Majmutov (1983) al exaltar la enseñanza problémica y estimular la implicación activa del sujeto en el propio proceso de aprendizaje de su profesión. Los autores defienden que este proceso se deriva de un “sistema dialéctico basado en las regularidades de la asimilación creadora de los conocimientos y formas de la actividad que integra métodos de enseñanza y aprendizaje los

cuales se caracterizan por tener los rasgos básicos de la búsqueda científica” (Majmutov, 1983, p.42).

La esencia de la enseñanza problémica radica en que los estudiantes, guiados por el profesor, se involucran conscientemente en el proceso de búsqueda y solución de problemas profesionales relacionados con la carrera, lo que le permite que aprendan a apropiarse de forma creativa y con independencia cognitiva, de los conocimientos y habilidades necesarios para la solución de nuevos problemas, con altos niveles de cientificidad y valores profesionales en proyectos grupales o colectivos.

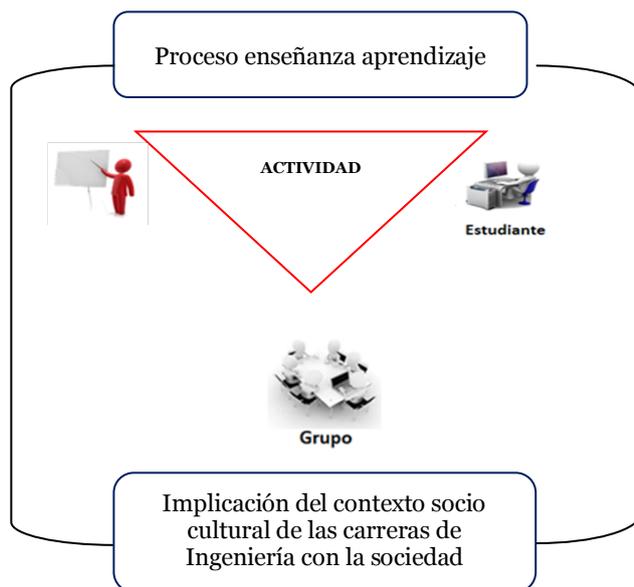


Ilustración 4: Proceso enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal de las Carreras de Ingeniería

Lo antes apuntado presenta al profesor el desafío de construir una enseñanza problémica; o sea, centrada en las potencialidades de cada educando y respetando su capacidad creadora y estilo de aprendizaje propios. El docente debe reconocer en el método como componente operacional del PEA, un fuerte potencial para la motivación del estudiante en su aprendizaje.

El presente texto se sostiene en la Teoría de los Procesos conscientes de Álvarez de Zayas (1997) que enfatiza en la necesidad de interpretar la realidad circundante, sin desconocer que esa interpretación puede y debe ser de forma creadora y donde intervengan las tres dimensiones del proceso formativo: lo educativo, lo instructivo y lo desarrollador.

Desde un enfoque dialéctico, esta teoría sustenta que la fundamentación y la sistematización de los componentes didácticos del PEA del Álgebra Lineal en las carreras de ingeniería devienen aprendizajes conscientes y significativos para el estudiante, y a su vez, cómo se prepara para la solución de problemas profesionales que expresan la relación entre el proceso de formación con las necesidades de la sociedad.

Otra base teórica pertinente para el proceso enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal es la establecida como didáctica de la formación por competencias de Díaz (2016), con la cual no sólo se valora la capacidad del sujeto de interpretar la realidad, sino de interactuar con ella de un proceso vital, creativo y transformador donde lo aprendido adquiera significado relevante.

La competencia profesional que se puede formar en las instituciones de educación superior está asociada a la “capacidad de integrar conocimientos, habilidades, valores y actitudes a un contexto socio laboral, para interpretarlo, argumentarlo y resolver problemas de forma creativa e innovadora.” (Díaz y Alfonso, 30, 2016)

En el PEA del Álgebra Lineal en las carreras de ingeniería deben garantizarse tres importantes características metodológicas en el aprendizaje que se propone y que a juicio de Díaz y Alfonso (2016) son condición indispensable para que se pueda lograr el objetivo de formar competencias, que es que el sujeto: aprenda integrando, aprenda proyectando, aprenda innovando.



Ilustración 5: Características Metodológicas en el Aprendizaje para alcanzar competencias.

Estas características del aprendizaje llevan a que **metodológicamente** el PEA se centra en el **aprendizaje por proyectos** y en todo el sistema categorial que incluye la **enseñanza problémica**, por lo cual la relación teoría-práctica es un par dialéctico indispensable y transversal a largo de todo el sistema curricular.

Para el PEA por competencias, deben tenerse en cuenta varias regularidades que atraviesan su diseño, ejecución, adecuación y validación. Estas son: (Díaz y Alfonso, pp. 33-34, 2016)

- ✓ Despojar el PEA de su condición informativa y convertirlo en transformador y formador de métodos para la autoformación sistémica y permanente.
- ✓ Derivar el currículo tomando como base la estructura interna de las habilidades en acciones y operaciones que se conviertan en método de aprendizaje y permitan secuenciar el contenido y desde esta concepción hacer surgir disciplinas y asignaturas o módulos y unidades didácticas dentro de estas últimas.
- ✓ Eliminar la exigencia de la memorización mecánica de los estudiantes y fomentar el pensamiento analítico y crítico.
- ✓ Asignar responsabilidades a los estudiantes y ofrecerle oportunidades para la toma de decisiones.
- ✓ Lograr mayor participación de los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento.
- ✓ Cambiar el rol tradicional del docente por el de conductor de grupo, creando un clima para un sistema de aprendizaje abierto, promoviendo la comunicación.

- ✓ Una concepción de formación sistémica y eficiente con amplia base interdisciplinar dirigida a fomentar la capacidad innovadora y la creatividad.
- ✓ Los métodos de enseñanza que estén dirigidos al fomento de la creatividad, enmarcados en lo problémico y en el aprendizaje investigativo y por proyectos integradores en el contexto real.
- ✓ Un proceso de formación más personalizado, respondiendo a la potenciación de las particularidades individuales dentro del trabajo colectivo, permitiendo aprovechar la diversidad de estilos de aprendizaje y rasgos de la personalidad de cada sujeto en relación con los aportes a la transformación de la sociedad.

Se asume la trascendencia de un PEA desarrollador del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería, en tanto esta promueva un continuo ascenso en la calidad de lo que el estudiante aprende y cómo lo aprende, vinculado inexorablemente al desarrollo de su personalidad y tributando a la formación de conocimientos, habilidades y valores que le permitan solucionar problemas profesionales inherentes a las competencias profesionales.

Desde esta perspectiva son esenciales los aportes al PEA de la Matemática de Jiménez (2000); Ballester (1992; 1999), Llivina (1999), Delgado (1999), Álvarez (2004), Hernández (1989; 1997), Gibert (2012), Torres (1994); las exigencias de Rico y Silvestre (2003): diagnóstico de la preparación y desarrollo del alumno, protagonismo del alumno en los distintos momentos de la actividad de aprendizaje, organización y dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje, concepción y formulación de la tarea; así como los rasgos que caracterizan la naturaleza del PEA del Álgebra Lineal (Meléndez, 2016): su carácter significativo, su carácter problémico, su carácter sistémico y su carácter investigativo.

En tal sentido estas características del PEA del Álgebra Lineal evidencian la necesidad de estructurar situaciones en las que el profesor, partiendo de los fines, de los contenidos, de las condiciones y de las características y necesidades individuales de cada estudiante, simule la realidad para la que se preparan los sujetos que aprenden, de modo que estimule gradualmente la ampliación de la zona de desarrollo próximo y el tránsito de la regulación externa a la autorregulación.

El aprendizaje debe adquirir para el alumno un sentido personal positivo, vivenciarlo como algo importante en su vida y como fuente de su desarrollo actual y futuro.

La sociocontextualización del contenido (Pampillo (2001); La O (2009); Rubio (2005)), constituye una de las exigencias para potenciar lo educativo del proceso, formar valores, actitudes y normas que implican la gestión del PEA considerando como premisa las vivencias de los alumnos y sus disposiciones para el aprendizaje.

“Es indiscutible el efecto positivo que se produce en el estudiante respecto al aprendizaje de un contenido, el hecho de que encuentre la utilidad social que tiene y la utilidad individual que puede reportarle el conocimiento con el que está interactuando.”(Silvestre y Zilverstein, 2002, pp. 39-43)

2.2. Conclusión

Las bases teóricas asumidas desde las Ciencias de la Educación, al evidenciar en su desarrollo un carácter sistémico, integrador y contextualizado, permitieron fundamentar la propuesta de una

concepción didáctica del proceso enseñanza aprendizaje del Álgebra
Lineal en las carreras de Ingeniería.

Preguntas de autoevaluación del capítulo II

Indicar la respuesta correcta.

- 1. Cite las principales bases teóricas asumidas que permiten fundamentar el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal para las carreras de Ingeniería**
- 2. ¿Cuáles son las dimensiones transversales del currículum?**
- 3. Según Leontiev ¿Qué es lo más importante que distingue una actividad de otra y cuáles son las etapas presentes en el proceso enseñanza aprendizaje?**
- 4. ¿En qué se sustenta la Teoría del Aprendizaje Desarrollador de Castellanos?**
- 5. ¿Cuál es el aporte de Majmutov al proceso de enseñanza aprendizaje del álgebra lineal?**

- 6. ¿Cuáles son las características metodológicas en el aprendizaje para alcanzar competencias según Díaz?**
- 7. Según Meléndez. ¿Cuáles son los rasgos que caracterizan la naturaleza del proceso enseñanza aprendizaje del álgebra lineal?**

Capítulo III. Fundamentos de una concepción didáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje del álgebra lineal de las carreras de ingeniería de las instituciones de educación superior.

Autores: Ernestina Clemencia Coello León, Carlos Guillermo Bravo Coello, Luciana Vitalina Coello León

Introducción

Teniendo como bases teóricas las antes mencionadas, el PEA del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería, se asume como el sistema de acciones que se desarrolla mediante la interacción de la enseñanza y el aprendizaje para la apropiación activa, creadora, reflexiva, significativa y motivada del contenido del Álgebra Lineal, que se da en estrecho vínculo con las diferentes áreas del currículo profesional, y que le permite al futuro profesional integrarlo al contexto para interpretarlo, argumentarlo y resolver problemas de la profesión.

Para lograr la adecuada orientación de este proceso se hace necesario

establecer su concepción didáctica. Dentro de los criterios más seguidos para analizar lo que se debe considerar por concepción, en su sentido más amplio, se encuentra el que la considera como un “sistema de ideas, conceptos y representaciones sobre un aspecto de la realidad o toda ella, abarcando desde los filosóficos generales hasta las científicas naturales Rosental (1983, p. 332) Entre los autores que se adscriben a esta posición están Ruiz (1999), del Canto (2000); así como Gayle (2005) y Navarro (2006).

Por su parte, Valle (2010) considera que es necesario reconocer que las concepciones no solo se deben asumir en el campo hipotético, sino que deben dar ciertos visos de certidumbre factual para poder realizar una contribución a la transformación de la realidad. Es así, que en ellas se deben combinar el carácter hipotético representado por el sistema de fundamentos científicos que explican la realidad del objeto o fenómeno desde un punto de vista histórico y el carácter operacional dado por las regularidades generales de ese objeto o fenómeno que permitan trazar ciertas formas de actuar en el futuro.

A partir de lo anterior, en el texto, se asume como concepción didáctica, el sistema de principios e ideas que fundamentan el PEA del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería, adquiriendo un carácter significativo, problémico, sistémico e investigativo a partir de la relación competencias-problemas profesionales, que dinamiza los componentes didácticos y tiene su concreción en la tarea docente-profesional y tributa a la formación de un profesional integral y competente.

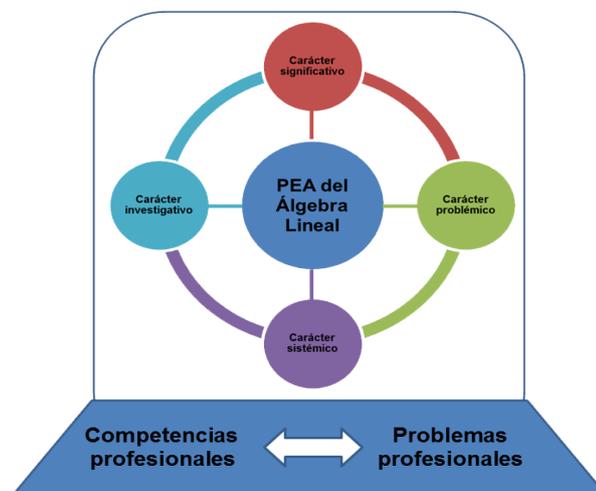


Ilustración 6: Características esenciales del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal a partir de la relación competencias-problemas profesionales de las carreras de Ingeniería.

Al ser consecuentes con lo anteriormente planteado, se presentan los principios que orientan la concepción didáctica que se fundamenta.

3.1. Principios de la concepción didáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería.

Al decir de Valle (2007), los principios poseen funciones lógica, gnoseológica y práctica, que rigen la actividad y actúan como elementos reguladores, pero, además, como eslabones conducentes a totalidades superiores y más complejas tanto en expresión teórica como práctica. En las ciencias sociales y en especial en la pedagogía, estos han de asumirse como exigencias básicas, ya que las teorías que se construyen expresan ideas y elaboraciones que definen pautas en el desarrollo de los procesos.

Los principios, al ser abordados desde las teorías pedagógicas, deben constituirse como un sistema, ser de una cantidad mínima posible y en su conjunto, reflejar la teoría y no pueden derivarse unos de otros, es decir, aun cuando constituyen un sistema, deben tener cierta independencia o autonomía donde ninguno esté contenido en otro. (Valle, 2007)

Teniendo en cuenta la fundamentación anterior y derivada de las necesidades objetivas que caracterizan el proceso objeto de investigación, se

impone la presencia de principios que lo orienten, reflejando de manera general la dialéctica de las relaciones que lo explican.

Los principios, por tanto, son los que a continuación se presentan:

- **Principio de la profesionalización:** presupone el necesario redimensionamiento de los problemas profesionales en el PEA de las carreras de ingeniería, desde las distintas áreas y asignaturas encaminadas al logro de las competencias profesionales que determinan la formación del futuro ingeniero y que le permiten a docentes y estudiante tener una visión holística del perfil profesional.

La realización de este principio en el PEA del Álgebra Lineal reconoce:

- ✓ La unidad en la concepción didáctica de 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 y los problemas profesionales a resolver.
- **Principio de la contextualización:** El sistema de influencias contextuales que influyen en PEA del Álgebra Lineal para las carreras de Ingeniería, está caracterizado por la esencia propia de la profesión, las competencias específicas y generales, así como por el estado donde se encuentra la universidad y por consiguiente la carrera que se analiza, lo que hace complejo el desarrollo del proceso. En él influyen diversos factores externos e internos que están presentes en el contexto social y cultural, como fenómeno multifactorial.

La diversidad de situaciones a las que están expuestos puede 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:**

(dialéctica de las relaciones y contradicciones internas del proceso).

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 PEA del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería, por lo que permiten exponer las ideas rectoras de la concepción didáctica.

3.1.1 Ideas rectoras de la concepción didáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en las Carreras de Ingeniería.

Idea 1: El proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal adquiere un carácter significativo, problémico, sistémico e investigativo en función de la relación que se establece entre competencias y problemas profesionales en el modelo del profesional.

El proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería, se enmarca en un currículo por competencias que da respuesta a la realidad social, que está dada por la necesidad de resolver los problemas profesionales de cada una de las carreras.

En tal sentido, se identifican en el modelo del profesional un grupo de competencias profesionales que incluyen competencias generales o transversales para dar respuesta desde el proceso formativo a la necesidad social y que están en relación de los problemas profesionales de cada una de las carreras

A partir de la definición de las competencias generales de cada una de las carreras en relación con los problemas profesionales, permiten a los autores, de acuerdo con el contexto y con el objeto de estudio del

Álgebra Lineal, determinar como competencia a formar en la unidad de aprendizaje Álgebra Lineal la siguiente:

Resolver problemas relacionados con las carreras de Ingeniería, mediante la construcción de modelos matemáticos aplicando conceptos, procedimientos, denotaciones, igualdad y operaciones de matrices, determinantes, sistemas de ecuaciones lineales, inversa de matrices cuadradas, transformaciones lineales, vectores y sus aplicaciones analítica y gráficamente en R^2 y R^3 , propiciando sentido de la responsabilidad, actitudes científicas y colaboración.

Coherentemente con esta competencia, se identifican rasgos, que, a juicio de los autores, caracterizan la naturaleza del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal para el futuro ingeniero:

- **Carácter significativo** en tanto existe una implicación personal de docentes y estudiantes con el contenido del Álgebra Lineal y los avances científicos más actuales, mediante el vínculo directo y sistemático con la realidad social. Significatividad que se expresa además en la motivación del estudiante por el contenido que le presenta el docente, buscando las relaciones con lo que ya sabe

anteriormente, destacando su relevancia para el desarrollo de la profesión y brindando una estructura clara para su asimilación.

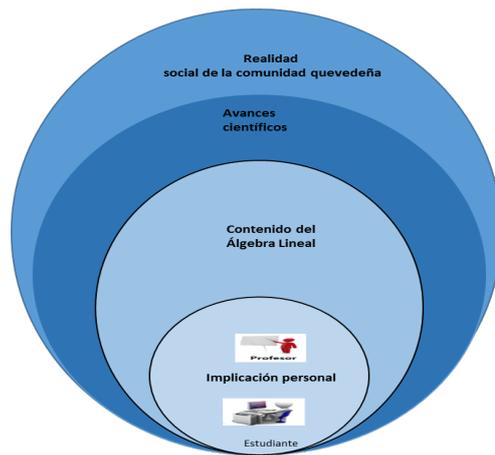


Ilustración 7: El carácter significativo del PEA del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería

- Está condicionado problémicamente a partir del planteamiento de situaciones de aprendizaje que se presentan en el contexto real de la sociedad quevedeña y que resuelve en la realidad social y profesional como fuente de la formación, como sus elementos dinamizadores, que sustentan y orientan a la actividad profesional, lo que apunta su **carácter problémico**. Lo anterior permite desarrollar en estudiantes y docentes la lógica de la investigación

para la resolución de problemas de la profesión, así como la aplicación de las invariantes de competencia asociadas al Álgebra Lineal.

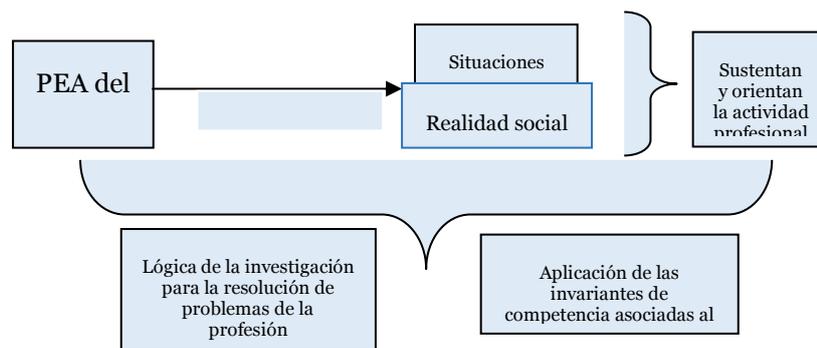


Ilustración 8. El carácter problémico del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal de las carreras de Ingeniería.

- **Carácter sistémico** que se expresa en las relaciones que se dan al interior del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal y de esta con el resto de las unidades de aprendizaje en cada estructura curricular y de igual forma con el contexto profesional. Destacándose la naturaleza genética y evolutiva en cuanto a la determinación y apropiación de la cultura necesaria desde las invariantes del Álgebra Lineal para la comprensión y transformación de la realidad social sobre la que el estudiante incide con el despliegue de su modo de actuación profesional.

- De igual forma, el **carácter investigativo** del proceso está dado por la relación compleja de la teoría con la práctica, en la cual el estudiante demanda de un pensamiento alternativo que se manifiesta a través de las competencias y sus posibles generalizaciones desde, en, y para la acción lo que concreta en el desarrollo de proyectos.

Idea 2: El carácter significativo, problémico, sistémico e investigativo del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal dinamiza sus componentes didácticos para las carreras de Ingeniería.

El PEA del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería, 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 (2007), 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.

En todo PEA, se señalan como componentes personales reconocidos: el docente y el discente, cuya relación determina la dinámica de dicho

proceso y acerca o aleja al sujeto que aprende a la construcción de sus propios conocimientos. Sin embargo, no puede desconocerse, que de igual forma, entre los estudiantes se establecen relaciones que definen la interacción grupal y que caracterizan un aprendizaje continuo y sobre la base de la colaboración.

El estudiante en interacción con el grupo y guiado por el docente establece una relación con el contenido de manera que puede solucionar los problemas profesionales que se le presentan. Lo anterior demanda de un docente con una concepción del proceso que se fundamente en la necesidad de que el estudiante interactúe con el objeto de estudio constantemente y advierta en este la relación dialéctica contenida en el binomio objeto de la profesión-competencias profesionales.

En la relación que se establece entre los protagonistas activos del proceso, la enseñanza se centra en el sujeto que aprende, y su aprendizaje será significativo no solo porque le permite desarrollar la competencia del Álgebra Lineal y las competencias profesionales del futuro ingeniero, sino porque posibilita el desarrollo integral de su personalidad y la interacción con otros sujetos en un ambiente colaborativo en el PEA.

La interacción que se produce entre los actores del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal dinamizado por la relación competencia-problemas profesionales lleva al docente al desarrollo de tareas desde una tutoría cognoscitiva donde el docente como experto conduce al estudiante a la resolución de problemas desde un enfoque real, es decir, a partir de la contextualización del contenido, a la vez que hace visible las estrategias de enseñanza y aprendizaje que permiten que el estudiante logre la competencia planteada. Todo lo anterior conduce al docente a encontrar 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.

Lo anterior implica, por tanto, que el PEA del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería, se reconoce como proceso significativo, problémico, sistémico e investigativo, mediante el cual el estudiante se apropia del contenido, encuentra las vías para la satisfacción de sus necesidades

cognitivas y volitivas que se centran en la solución de problemas profesionales.

3.1.2 Componentes no personales del PEA del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería.

Luego del análisis realizado a los componentes personales del PEA del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería Agroindustrial, se impone analizar, de igual forma, los componentes didácticos de dicho proceso.

El **problema** expresa en su concepción las causas que motivan el surgimiento y desarrollo del proceso, constituyendo la entrada del sistema formativo. En el PEA del Álgebra Lineal, está determinado por la necesidad socio-histórica concreta de que los ingenieros en formación, resuelvan situaciones reales del contexto en la que se desenvuelven, teniendo como elementos bases los vectores, espacios vectoriales, transformaciones lineales y sistemas de ecuaciones lineales.

El **objeto**, a su vez, se encuentra delimitado por las necesidades de formación y constituye la parte de la realidad a través de la cual los sujetos que intervienen en el proceso aprenden, determinando la esencia del objetivo y los contenidos de aprendizaje. El objeto específico es el sistema

de conceptos, procedimientos, denotaciones, igualdad y operaciones de matrices, determinantes, sistemas de ecuaciones lineales, inversa de matrices cuadradas, transformaciones lineales, vectores y sus aplicaciones analítica y gráficamente en \mathbb{R}^2 y \mathbb{R}^3 .

El **objetivo**, como componente rector, expresa la aspiración que se quiere lograr, a lo largo de todo el proceso, para transformar el objeto de aprendizaje, orientar metodológicamente y direccionar desde lo instructivo, lo educativo y lo desarrollador el PEA.

El objetivo del PEA del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería, está en función de la competencia a lograr en la unidad de aprendizaje y se expresa en la capacidad de los estudiantes para resolver problemas relacionados con la carrera, mediante la construcción de modelos matemáticos aplicando el sistema de conceptos, procedimientos, denotaciones, igualdad y operaciones de matrices, determinantes, sistemas de ecuaciones lineales, inversa de matrices cuadradas, transformaciones lineales, vectores y sus aplicaciones analítica y gráficamente en \mathbb{R}^2 y \mathbb{R}^3 , a través del debate grupal, el análisis de

situaciones reales y el desarrollo de proyectos, propiciando el sentido de la responsabilidad, actitudes científicas y de colaboración.

La relación triádica que se establece entre problema-objeto-objetivo en el PEA del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería, permite definir entonces los **contenidos** a desarrollar. El contenido, como componente didáctico, permite articular el sistema de conocimientos, habilidades, valores y actitudes.

Para el PEA del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería, 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 .

Por su parte, el **sistema de habilidades**, como elemento estructural del contenido, refleja la interacción sujeto-objeto, dinamizada por el sistema

de conocimientos. La conceptualización de las habilidades ha sido amplísima, pero existe una posición teórica convergente: el sujeto cognoscente debe *saber hacer* con un fin explícito que es el de apropiarse, mediante un proceso de abstracción divisible en acciones y/u operaciones, de las cualidades del objeto para interactuar con este y transformarlo.

En el PEA del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería de las IES, se propone como sistema de habilidades, derivadas del objetivo, las siguientes:

- Diagnosticar situaciones 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 R^2 y R^3 .

El **sistema de valores y actitudes** estará dirigido a que los conocimientos y habilidades asociados al Álgebra Lineal, se conviertan en elementos significativos para el estudiante, atravesando su personalidad; o sea, sus motivos, intereses y gustos, que se conviertan en actitudes que se reviertan en el desarrollo del proceso y en su futuro desempeño profesional. Es por ello que se destacan los siguientes:

- ✓ Responsabilidad: el valor será demostrado en la realización y desarrollo de las tareas y en la participación consciente en todas las actividades planificadas en el proceso.
- ✓ Creatividad: se demuestra durante todo el proceso, en el conjunto de acciones que se desarrollan en cada unidad didáctica y en la actitud innovadora frente a los problemas que se presentan.
- ✓ Cientificidad: se evidencia durante todo el proceso en los argumentos que, desde la ciencia matemática, esgrimen los estudiantes para resolver problemas de la profesión.

- ✓ **Colaboración:** se expresa en la realización consciente de actividades colaborativas que favorezcan el aprendizaje individual y colectivo.

Hasta el momento se han analizado los componentes de estado del PEA del Álgebra Lineal en las carreras, lo que conduce a detallar como inciden los componentes operacionales (métodos, medios y formas) en el proceso enseñanza aprendizaje.

El **método** expresa la vía o camino para que se efectúe el aprendizaje. Se refleja a través de los modos de actuación de los sujetos que intervienen en el PEA, responde a la necesidad de aprendizaje del estudiante en cuanto a la motivación, la comunicación, la actividad, la autorregulación, carga emocional, autorrealización y búsqueda creativa.

Además, son empleados por los docentes en la planeación didáctica como vehículos y soportes para la transmisión de mensajes educativos. Deben caracterizarse por ser participativos, promotores de la comunicación interpersonal, portadores de la integración de lo instructivo-educativo desde lo cognitivo - afectivo y desarrolladores del aprendizaje.

Como método principal en el PEA del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería de las IES, se utilizará el método problémico, en tanto este se convierte en una vía altamente efectiva para estimular la actividad cognoscitiva de los estudiantes y estimular su pensamiento creador a partir de educar el pensamiento independiente y desarrollar la actividad creadora de los estudiantes y la resolución de problemas, actividad en extremo importante para el futuro ingeniero. Lo anterior a partir de asumir que la enseñanza problémica implica una visión abarcadora del proceso de enseñanza-aprendizaje que refleja la contradicción entre lo conocido y lo desconocido, entre el sujeto y el objeto del conocimiento, es por tanto la que estimula la actividad cognoscitiva. Lo anterior permite plantear que dentro de los métodos problémicos que se asumen se encuentran:

- La exposición problémica
- La búsqueda parcial
- La conversación heurística
- La investigación

Por su parte, los **medios** como soporte material del método, permitirán elevar la efectividad en el PEA del Álgebra Lineal, crear convicciones, formar rasgos de la personalidad de los estudiantes, consolidar la actividad creativa, así como propiciar los hábitos y habilidades para cualquier estudiante universitario y para el estudiante de ingeniería, que le permitirán construir destrezas para su vida laboral y profesional.

En el PEA del Álgebra Lineal, los medios juegan un papel esencial, en relación con el método y las formas utilizadas, y atendiendo a la era de la información y el conocimiento que actualmente se vive, el uso de medios tecnológicos se potencia, en tanto, se propone el uso de asistentes matemáticos para la enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal. Lo anterior, no obstante, no niega el uso de medios y recursos tradicionales que permiten que el estudiante se relacione no solo con el objeto de conocimiento, sino además que interactúe con el resto del grupo y el docente.

A su vez, el sistema de **formas**, como componente que expresa la configuración externa del proceso, en el PEA del Álgebra Lineal en el PEA del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería, se concreta desde

el punto de vista del grupo-clase en conferencias, clases prácticas, seminarios y prácticas de laboratorio y desde lo individual, en actividad independiente, tutorías a la actividad individual y autopreparación. La relación entre estas tipologías de formas, potenciarán la realización de actividades colaborativas en el grupo de clases.

Proyectar la **evaluación** en correspondencia con los objetivos y como proceso continuo que promueva la discusión de alternativas y procedimientos para la solución de tareas docentes, con el empleo de la crítica y la autocrítica como método habitual para la evaluación de los demás y la propia autoevaluación, lleva al cumplimiento de variadas funciones, debe contribuir a que los estudiantes perciban su utilidad y se estimulen a continuar esforzándose. Para esto es importante:

- ✓ Evaluar no solo el estado actual, sino las potencialidades de los educandos, lo cual requiere que la evaluación sobrepase el nivel reproductivo; atender a la integralidad de lo que debe ser evaluado (no solo lo cognitivo) y a la diversidad de los estudiantes, utilizando variados métodos y técnicas de evaluación, de acuerdo con los objetivos.

- ✓ Orientar a los estudiantes acerca de los objetivos de la evaluación, cómo se deben preparar, cómo y cuándo se van a evaluar, qué criterios, parámetros e indicadores se van a utilizar. Esto fortalece la autoconciencia de los estudiantes que se reconoce sujeto de su aprendizaje y sienta las bases para la autoevaluación y coevaluación.
- ✓ Comunicar y orientar los resultados de la evaluación dentro de los marcos de la ética y el respeto mutuo, profundizando en las posibles causas de las dificultades, para que puedan incidir favorablemente en la consecución de los objetivos.
- ✓ Propiciar el intercambio de criterios, la autoevaluación, y la coevaluación, a partir de la autovaloración sistemática del trabajo realizado y el ejercicio de la crítica y la autocrítica.
- ✓ Velar por la calidad y el carácter sistemático del control, de manera de poder garantizar la retroalimentación continua de los avances de los estudiantes, así como del diseño y la marcha del proceso, para inferir, en particular, la forma en que surten efecto las estrategias del profesor.

El PEA del Álgebra Lineal en el PEA del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería, debe favorecer 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. Luego, no se trata solo de saber en qué medida el estudiante domina ciertos conocimientos o habilidades básicas de acuerdo con las exigencias curriculares, sino de establecer en qué medida es capaz de utilizar esos conocimientos y de saber lo que hace, por qué lo hace. Atendiendo a ello y a la dinamización de este componente desde la relación competencias-problemas profesionales se justifica la utilización de técnicas propias de la evaluación por competencias, entre las que se reconoce el portafolio, la rúbrica y el proyecto.

La utilización de estas técnicas de evaluación va a permitir que se identifiquen y registren los atributos de la competencia que se pretende desarrollar a través de los procesos y evidencias generadas por los estudiantes, con la intención de valorar la evolución del dominio y la transferencia de estas. Esto posibilita al docente hacer juicios basados en el proceso y en las evidencias por medio de la observación y el análisis de la evaluación del dominio de los niveles de pensamiento de orden superior.

Todo ello permite, entonces, que la evaluación sea participativa y negociada, que se adapten las estrategias didácticas a los progresos del estudiante e igualmente posibilita que este reflexione sobre su propio desempeño.

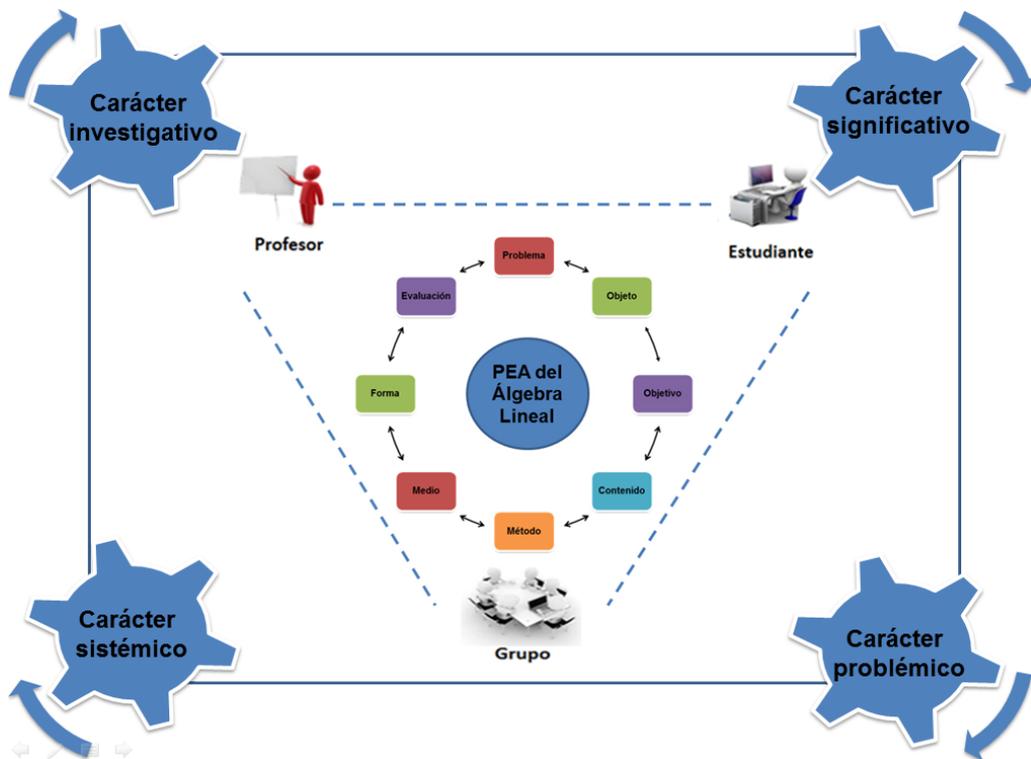


Ilustración 9: Dinamización de los componentes didácticos a partir de las características que adquiere el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en las carreras de ingeniería.

Idea 3: El proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en las carreras de la Ingeniería de las IES, se concreta en el desarrollo del diagnóstico de problemas, la modelación y algoritmización de la solución de problemas, como tareas docente-profesionales.

El desarrollo de la tarea docente se constituye en núcleo central del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en el PEA en las carreras de Ingeniería, en tanto en ella se concretan todos los

componentes didácticos y expresa la acción del docente como orientador del aprendizaje y de los estudiantes como sujeto activo dentro del proceso, con el fin de alcanzar el objetivo y resolver un problema de forma creativa e innovadora.

La tarea docente es portadora, por tanto, de las exigencias que le permiten lograr un aprendizaje que no sea reproductivo, sino significativo, problémico, sistémico e investigativo, propiciando el desarrollo de las competencias profesionales.

El protagonismo del estudiante en la tarea docente, tanto en la orientación, como en su ejecución y control, estará dado por el nivel de interacción en la búsqueda del conocimiento y las exigencias de las tareas para adquirirlo y utilizarlo.

Lo anterior revela el papel que la tarea docente juega como vía de concreción de estas aspiraciones. Es en la tarea donde se concretan las acciones y operaciones a realizar por el alumno, tanto en la clase, como fuera de esta, y su profundización en el estudio autónomo.

Se considera, además, que el estudiante tiene siempre un potencial vivencial sobre la problemática que se enfrenta consistente en

experiencias, criterios valorativos y contradicciones que la sitúan entre sus intereses y motivaciones inmediatos. Estas vivencias constituyen un elemento a revelar en la interacción, situándoseles como punto de partida de la interacción en la zona de desarrollo próximo, el cual será enriquecido con los elementos informativos que van facilitando el proceso de la problematización.

En la problematización como punto de partida en el desarrollo de la tarea, se parte de que la formación del profesional en la carrera es un proceso intencionado, que pretende apropiarse al estudiante de competencias para que actúe acorde con una necesidad socialmente reconocida.

Sin embargo, de acuerdo, a las exigencias de la interacción, se requiere de una intencionalidad compartida, planteada en el diálogo y la negociación y originada en contraste con los niveles vivenciales ya existentes o en construcción. El papel del problema se ha venido subrayando de manera reiterada y queda claro su rol central en la interacción en la zona y en la propuesta en general. En este presupuesto se enfatiza el carácter problémico del objeto de apropiación, lo que tiene

un alto nivel de coincidencia con los preceptos que se han venido defendiendo sobre el problema como punto de partida, y ahora también, como medio en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal.

Es en este punto donde la **función diagnóstica** juega su justo rol, para lograr los niveles necesarios de determinación del problema lo que permitirá que el estudiante se incorpore con su rol activo en el propio proceso de solución; participando en el diagnóstico enriquece sus posibilidades de ofrecer la solución.

De igual forma, la existencia de un instrumento virtual objeto de apropiación en el acercamiento al aspecto instrumental en la interacción en la zona, reviste un papel importante en la concepción didáctica, la **función modelante**, en tanto el modelo implica una representación de un objeto realizada para poder resolver un problema, constituye un sistema de signos (García, 1988), que expresa una relación de interpretación entre dos sistemas: uno real: el problema propiamente, y otro simbólico o ideal: el modelo en sí.

El proceso de apropiación del modelo, entonces, está en correspondencia con la naturaleza y complejidad del problema, la del sistema

simbólico conveniente y el recurso de interpretación propiamente dicho. Esta precisión enfatiza el hecho de que la presentación de antemano del modelo todavía no asegura su interiorización efectiva respecto a quien lo utiliza.

En el proceso de resolución de problemas, la modelación recae sobre objetos de tipo constructivo o sea "objetos accesibles a una observación directa y que pueden ser reconocidos, o bien que se someten a una construcción efectiva" (La Dialéctica y los Métodos Científicos Generales de Investigación, T.II, p.272), los que tienen una fuerte representación en el campo de estudio de las carreras de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la UTEQ. A estos objetos, se les denomina algoritmos y a la función asociada a esta como **función algorítmica**.

Por otro lado, buscando un nivel de organización en los elementos desarrollados, se considera necesario que los sistemas reales mencionados antes se constituyan por núcleos, que se llamarán núcleos vivenciales, en términos de los cuales, brotarán, por la vía del diagnóstico los problemas.

Estos núcleos vivenciales encerrarán a aquellas relaciones que con carácter tendencial o de regularidad expresen el estado actual del fenómeno educativo. Con ellos, se construiría el banco de problemas que mejor oriente el PEA del Álgebra Lineal en las carreras de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la UTEQ. De igual forma, se determinarán los núcleos informativos, que, en correspondencia con los núcleos vivenciales, expresarán el conjunto de sistemas simbólicos o modelos que previamente se pueden determinar como sostén del componente académico.

El desarrollo de estas funciones dentro del Álgebra Lineal implica el desarrollo explícitamente no sólo las relaciones de los sujetos con el problema, sino también las que surgen entre ellos mismos en la solución del problema. Lo anterior lleva a plantear que el desarrollo de esas funciones demande además de procesos metacognitivos por parte de docentes y estudiantes.

Para enriquecer la caracterización del desarrollo de la tarea, se tuvieron en consideración un grupo de antecedentes metodológicos para que por

la vía genética determinar las invariantes de contenidos del Álgebra Lineal:

- El objeto de estudio del Álgebra Lineal (estructuras que forman espacios vectoriales) como ciencia y su PEA en las carreras universitarias.
- El método fundamental de investigación del Álgebra Lineal y su presencia necesaria en las concepciones didácticas correspondientes.
- La naturaleza de la formación algebraica en las carreras de ingeniería, en su rol facilitador para la solución de problemas profesionales.
- El análisis de las condiciones histórico-concretas del Álgebra Lineal para las carreras de ingeniería.

Estas invariantes soportan la actividad general del estudiante en una lógica integrada que sintetiza a la formación del Álgebra Lineal para las carreras de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la UTEQ, suficiente para estos efectos en un cuerpo único: **conceptos - definiciones; problemas - modelos; problemas - modelos - algoritmos.** Estas

tres relaciones guardan una conexión inmediata con el conjunto de funciones determinado anteriormente.

Teniendo en consideración lo anterior, el conjunto de las tareas docentes del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal quedó determinado por tres clases de tareas representadas por las correspondientes actividades básicas generalizadas: **diagnosticar problemas, modelar la solución de problemas, algoritmizar la solución de problemas.**

Lo anterior presupone que la actividad diagnóstica es la que juega el papel fundamental para lograr los niveles necesarios de determinación de los diferentes problemas que se manifiestan en la formación profesional.

Por diagnóstico de un problema en el PEA, se entiende el proceso de toma de decisiones concebido sobre la base del análisis y valoración de un cúmulo de información conscientemente recopilada y cuyo objetivo es diseñar una estrategia de intervención que satisfaga las necesidades específicas del sujeto con respecto al objeto.

El diagnóstico, desde la lógica abordada, transita de un problema preliminar, tentativo, a un problema de certeza. En este tránsito debe gestarse,

enriquecerse y perfeccionarse el propio proceso de ejecución de la manera en que se va a intervenir.

De esta manera, el diagnóstico se puede concretar en dos planos:

- como actividad a desarrollar en el propio estudiante en formación,
- como vía de establecer para cada segmento determinado del PEA del Álgebra Lineal, el nivel de correspondencia de las estructuras de contenidos que se estudian con las del correspondiente aprendizaje, lo que constituye la base del proceso de evaluación.

De acuerdo con estas precisiones, se considera la siguiente estructura interna de la actividad diagnóstica:

- Reconocer el problema preliminar.
- Expresar los rasgos esenciales del objeto (relación o fenómeno)
- Categorizar teóricamente.
- Recopilar información.
- Interpretar la información.
- Formular el problema.

Una vez transitado por la etapa de diagnosticar, el estudiante está en capacidad de modelar la situación a partir de que la modelación como actividad básica ya se empezó a esbozar asociada a la búsqueda y hallazgo de la solución de los problemas profesionales presentes en la formación y manifestados en el desarrollo del PEA.

La teoría matemática está compuesta por el sistema de reglas, principios y leyes que rigen la ciencia matemática y de las que se derivan los objetos eminentemente matemáticos con su sistema conceptual, las proposiciones matemáticas (en especial los teoremas) y los métodos y procedimientos que representan lo esencial de la matemática, entre los que se destaca por su trascendental importancia en esta ciencia los procedimientos de cálculo, los algorítmicos o heurísticos, con sus símbolos y signos correspondientes, acompañados de sus técnicas del trabajo mental y práctico.

Se considera que la actividad modelante en el Álgebra Lineal está dirigida, también, a la solución de problemas, donde el modelo matemático se pone en función de interpretar y transformar a otro objeto matemático como sucede en la interpretación matricial de los sistemas de ecuaciones lineales, la interpretación como espacio vectorial del conjunto solución de una

ecuación diferencial lineal, la interpretación funcional de las ecuaciones, el tratamiento con elementos algebraicos de situaciones de la geometría. En particular:



Ilustración 10: La modelación en el Álgebra Lineal

La estructura interna de la actividad modelante es: (Castro, 2000, pp. 53)

- Determinación del modelo.
- Ejecución del modelo.
- Evaluación del modelo.

Finalmente se concluye con la tarea algoritmizar para los cuales son válidos los aportes realizados por Landa (1974), (1977); Gerlach, Reiser y Brecke (1977); Schmid y Gerlach (1977); Vázquez-Abad y Larocque (1981, 1982) y Ballester (1992). Desde estas posiciones se determinaron los criterios que caracterizan al concepto algoritmo:

- Es un modelo para la resolución de problemas.
- Es una prescripción que implica el desarrollo de un sistema de acciones que realizadas en un orden determinado, permite resolver una colección de problemas de una clase determinada.
- Se determina por un conjunto de datos iniciales o de entrada, una prescripción y un resultado esperado.
- Está sujeto a tres exigencias generales: generalidad, que implica su aplicabilidad a la solución de un conjunto de problemas y no a uno aislado; resultabilidad, que implica que el procedimiento debe conducir a un resultado correcto; finitud, lo que significa que el procedimiento se determina por una sucesión finita de pasos.
- El algoritmo es identificable con objetos constructivos.
- En la enseñanza pueden ser aplicados con varios fines: instrumentos facilitadores del aprendizaje de reglas (aritméticas, gramaticales, de selección o clasificación, etc.); instrumentos de planificación y prescripción; instrumentos metodológicos para la resolución de problemas.

- Implica un estado de representación en lenguaje semiformalizado, en forma pseudocodificada de la prescripción que lo representa.
- Implica el análisis explícito de su eficiencia en la obtención de los resultados previstos.

Los procedimientos de solución en la enseñanza de la Matemática se clasifican en dos grandes grupos: los procedimientos algorítmicos y los procedimientos heurísticos. Ambos tipos de procedimientos tienen en común que se aplican en la solución de ejercicios y problemas de diversos tipos. Su diferencia radica en que el primero se utiliza cuando para una determinada clase de ejercicios se conoce de antemano un algoritmo de solución y en el segundo no se conoce o no se dispone de un algoritmo de solución para un determinado ejercicio o clase de ejercicio, pero pueden utilizarse los procedimientos heurísticos mediante la utilización de las reglas y principios heurísticos, que por su naturaleza no serán objeto de atención en este trabajo.

Los procedimientos algorítmicos tienen en su base, como la palabra lo indica, un algoritmo de trabajo, definido como: "...regla exacta sobre la ejecución de cierto sistema de operaciones, en un determinado orden, de

modo que resuelvan todos los problemas de un tipo dado”. (Ballester, 1992, pp. 246)

Los procedimientos algorítmicos son concebidos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática como Sucesión de Indicaciones con Carácter Algorítmico (S.I.C.A.) la que es entendida como: “una sucesión de órdenes o indicaciones para realizar un cierto sistema de operaciones en un orden determinado que inducen a operaciones unívocas, rigurosamente determinadas y del mismo tipo en aquellos individuos hacia los cuales están dirigidas”. (Ballester, 1992, pp. 246)

Para caracterizar la propia actividad algorítmica, se plantea que su **estructura interna** es: (Castro, 2000, pp. 49)

- Determinación de los datos de entrada.
- Determinación de la prescripción.
- Representación en pseudocódigo de la prescripción.
- Análisis de la eficiencia del algoritmo.

Teniendo en consideración estas etapas del desarrollo de la tarea docente para el Álgebra Lineal y su relación con las funciones desde el Álgebra

Lineal y las invariantes del contenido, la representación gráfica de la idea se presenta a continuación:



Ilustración 11: Tareas docente-profesionales del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería

Del análisis realizado y la esencia de los principios e ideas de la concepción didáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en las carreras de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, se presenta la representación gráfica.

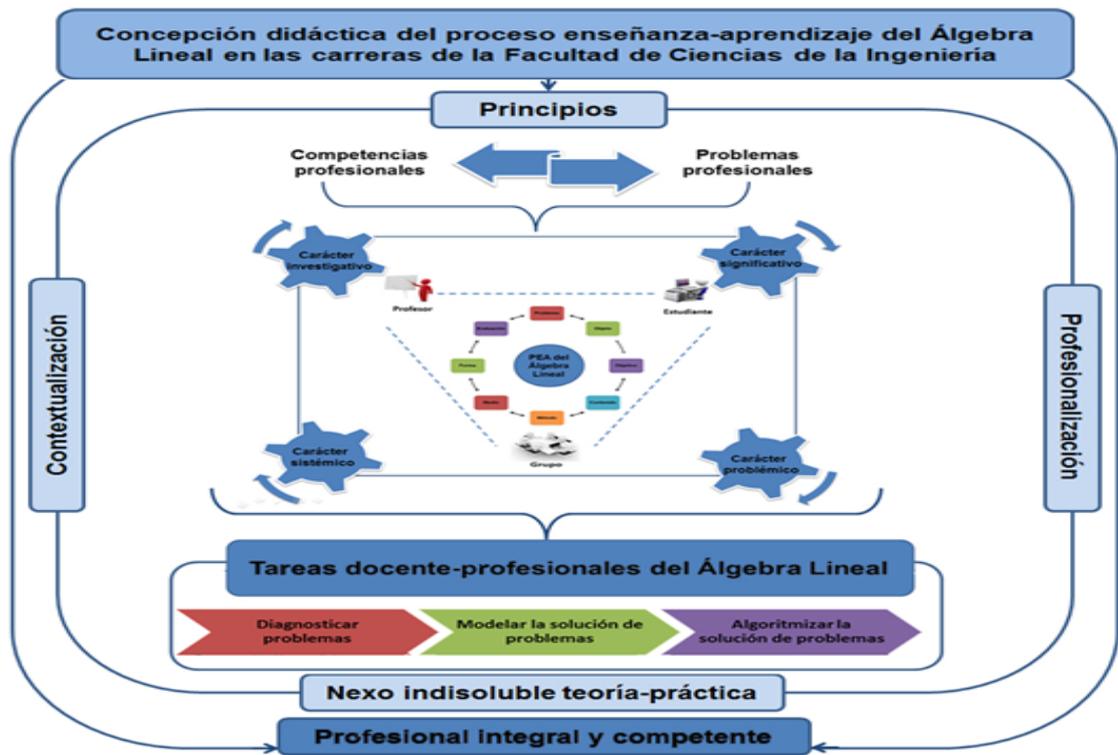


Ilustración 12: Representación gráfica de la concepción didáctica del PEA del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería . (Fuente: Elaboración propia)

Conclusión

La concepción didáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal se rige por los principios de profesionalización, contextualización y nexo indisoluble teoría-práctica. Además, el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal a partir de las relaciones entre las competencias y los problemas profesionales del Ingeniero de las carreras de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, adquiere un carácter significativo, problémico, sistémico e investigativo, los mismos que dinamizan los componentes didácticos en este proceso y se concreta en el desarrollo del diagnóstico de situaciones problémicas, la modelación y la algoritmización de problemas como tareas docente-profesionales.

Preguntas de autoevaluación del capítulo III

1.- Señale cuál es el Verdadero o Falso de los siguientes enunciados sobre el PEA:

“...se asume como el sistema de acciones que se desarrolla mediante la interacción de la enseñanza y el aprendizaje...”

“...se asume como el sistema de interacciones que se desarrolla mediante la acción de la enseñanza y el aprendizaje.”

2.- Complete los espacios en blanco, considerando la lectura del presente Capítulo, según Valle (2010) “Es así, que en ellas se deben ---
----- hipotético representado por el sistema de fundamentos -----
--- que explican la realidad del objeto o fenómeno desde un punto de vista --
----- y el carácter operacional dado por las ----- generales de ese
objeto o fenómeno que permitan trazar ciertas formas de actuar en el
futuro.”

3.- ¿A partir de qué relación el PEA tiene las siguientes características: significativo, problémico, sistémico e investigativo?

4. ¿Cuál es la competencia a formar en la unidad de aprendizaje Álgebra Lineal, que se da a partir de la definición de las competencias generales de cada una de las carreras en relación con los problemas profesionales, permiten a los autores, de acuerdo con el contexto y con el objeto de estudio del Álgebra Lineal?

5.- Señale cómo se expresa el carácter Significativo en la motivación del estudiante.

6.- Indique a qué está condicionado el carácter Problémico.

7.- Describa en qué relaciones se expresa el carácter Sistémico.

8.- Identifique en qué relación se da el carácter Investigativo.

9.- ¿La relación competencia-problemas profesionales a dónde lleva al docente? Explique.

10.- ¿En función a qué se da el objetivo de los componentes no personales del PEA del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería?

Glosario de términos

Dialéctica

Arte de disputar y discurrir en forma dialogada; en Platón, método que a través del diálogo procede a la división lógica de los conceptos en especies y géneros para llegar a las ideas generales o primeros principios.

Coetáneos

Del latín coetaneus, es un adjetivo que permite nombrar dos cosas o seres vivos de la misma edad o contemporáneos. Por ejemplo: “Ambos pensadores fueron coetáneos pero vivieron a miles de kilómetros de distancia”, “Juan es coetáneo de Mariano, pero parece mucho mayor”, “Los investigadores creen que los fósiles hallados son coetáneos”.

Cognitiva

El desarrollo cognitivo (también conocido como desarrollo

cognoscitivo), por su parte, se enfoca en los procedimientos intelectuales y en las conductas que emanan de estos procesos. Este desarrollo es una consecuencia de la voluntad de las personas por entender la realidad y desempeñarse en sociedad, por lo que está vinculado a la capacidad natural que tienen los seres humanos para adaptarse e integrarse a su ambiente.

Didácticos

En términos más tecnicistas la didáctica es la rama de la Pedagogía que se encarga de buscar métodos y técnicas para mejorar la enseñanza, definiendo las pautas para conseguir que los conocimientos lleguen de una forma más eficaz a los educados.

Método

Se conoce como método el conjunto de procedimientos, reglas y operaciones previamente fijados, que permiten llegar a una determinada meta, fin o conocimiento.

También se aplica al conjunto de actos que una persona lleva a cabo

de forma más o menos estructurada en la realización de una tarea.

Función

Una función es una relación o correspondencia entre dos magnitudes, de manera que a cada valor de la primera le corresponde un único valor de la segunda (o ninguno), que llamamos imagen o transformado.

Algorítmicos

Se denomina algoritmo a un grupo finito de operaciones organizadas de manera lógica y ordenada que permite solucionar un determinado problema. Se trata de una serie de instrucciones o reglas establecidas que, por medio de una sucesión de pasos, permiten arribar a un resultado o solución.

Transferencia

Del latín transferens, transferencia es un término vinculado al verbo transferir (trasladar o enviar una cosa desde un sitio hacia otro, conceder un dominio o un derecho). El término es muy habitual en el

ámbito del comercio y los negocios para nombrar a la operatoria que consiste en transferir una suma de dinero de una cuenta de un banco a otra.

Planificación

La planificación supone trabajar en una misma línea desde el comienzo de un proyecto, ya que se requieren múltiples acciones cuando se organiza cada uno de los proyectos. Su primer paso, dicen los expertos, es trazar el plan que luego será concretado.

Sistémico

La primera serie de vocablos, y en particular 'sistémico', se emplea en todo tratamiento de sistemas dentro de la llamada «teoría general de sistemas». Puede emplearse asimismo en los análisis de las características de sistemas formales, pero, salvo algunas excepciones, los lógicos, matemáticos y filósofos que han desarrollado la metateoría de sistemas formales no han usado mucho el adjetivo «sistémico».

Bibliografía

- Addine, F. (2004). *Didáctica: teoría y práctica*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Addine, F., Calzado, D., & Páez, V. (1998). *Aproximación y contextualización de los contenidos didácticos y sus relaciones*. Informe de investigación. ISPEJV.
- Agendas Zonales. (2013-2017). *<http://www.buenvivir.gob.ec/objetivo-10.-impulsar-la-transformacion-de-la-matriz-productiva>*. Recuperado el 08 de 09 de 2015
- Algebra Curriculum Study Group Recommendations for the First Course in Linear Algebra volumen 42, Mathematica Association of America 119–134.
- Álvarez de Zayas, C. (1990). *Fundamentos teóricos de la didáctica de la Educación Superior*. Apuntes para un libro de texto.
- _____. (1996). *Hacia una escuela de excelencia*. Editorial Academia. La Habana
- _____. (1998). *La pedagogía como ciencia*. Epistemología de la Educación). La Habana, Editorial Pueblo y Educación, 23.
- _____. (1999). *La escuela en la vida*. Didáctica. Ciudad de La Habana: Pueblo y Educación.

Álvarez, M. (2004). La interdisciplinariedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. En Interdisciplinariedad: Una aproximación desde la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Ed. Pueblo y Educación. La Habana. Cuba, p. 2; 6.

_____. (2005). Las causas de los errores matemáticos de los alumnos. En: La enseñanza – aprendizaje de Español, Matemática e Historia. Molinos Trade, S. A., La Habana, pp.85-89.

_____. (2011): El desarrollo de la comprensión matemática. Curso 6. En: Didácticas de las Ciencias. Nuevas perspectivas. Tercera parte. Sello editor Educación Cubana, pp.198-205.

Álvarez, M. (Compiladora) (2004). Interdisciplinariedad. Una aproximación desde la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Editorial Pueblo y Educación, La Habana.

Añino; MM. et al .(2012) Mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática en Bioingeniería: Un desafío asumido desde la investigación-acción. Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería / Año 1 / N° 1 / Marzo / 2012

Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República*. Montecristi - Manabí. Ecuador.

Ballester, S et al. (1992). Metodología de la enseñanza de la matemática tomo I. Ciudad de La Habana: Editorial, Pueblo y Educación.

- _____. (1992). Metodología de la enseñanza de la matemática tomo II. Ciudad de La Habana: Editorial, Pueblo y Educación.
- Ballester, S. (1992). Metodología de la enseñanza de la Matemática. Pueblo y Educación
- _____. (1995) La sistematización de los conocimientos matemáticos. PROMET. Propositiones Metodológicas. Editorial Academia, La Habana.
- _____. (1999). Enseñanza de la Matemática y dinámica de grupo. Editorial Academia, La Habana.
- _____. (s/f). La flexibilidad del pensamiento y la sistematización de los conocimientos matemáticos. Software Elementos Matemático. Colección El Navegante.
- Benítez, E. M. G. (2012). Una alternativa didáctica para la estructuración del proceso de enseñanza-aprendizaje en las clases de la asignatura Matemática en la Educación Secundaria Básica. Universidad de Ciencias Pedagógicas " Enrique José Varona".
- Bravo, M; Curbiera, D; Morales, YC; Torres, MM (2013). Resultados de un proyecto investigativo en Matemática para ingeniería. I CEMACYC, República Dominicana
- Brito Abrahantes, D. M. (1994). Cómo desarrollar las asignaturas técnicas con un enfoque problémico. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.

- Calzado, D. (2004). Un modelo de formas de organización del proceso de enseñanza-aprendizaje en la formación inicial del profesor. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, La Habana. (p13)
- Campistrous, L., & Rizo, C. (2006). El criterio de expertos como método en la investigación educativa. Instituto Superior de Cultura Física “Manuel Fajardo”. Ciudad de La Habana.
- Candau, V. M. (1983). A Didática em que?tao. Editora Vozes Ltda. Brasil, p.13.
- 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

- Castro, F: (2000). Caracterización del modo de actuación del profesor de Matemática y Computación. Una aproximación curricular. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Ciencias de la Educación. Pinar del Río, Cuba
- CES. (2016). Dominios científicos, tecnológicos y humanísticos para la educación superior ecuatoriana. CES. Quito - Ecuador.
- Chávez Rodríguez, J. (2001). La investigación científica desde la escuela. Desafío Escolar. Revista Iberoamericana de Pedagogía, 5.
- CNDP. (2013). Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. SENPLADES. Quito- Ecuador.
- Colectivo de autores (2015): Didáctica de la Matemática. Tomo I. Formato digital.
- Consejo de Educación Superior (CES). (2013). Reglamento de Carrera y Escalafón del Profesor e Investigador del Sistema de Educación Superior (codificación 22 de marzo de 2016). CES. Quito - Ecuador.
- Davidov, V. (1981). Los problemas fundamentales del desarrollo del pensamiento en el proceso de enseñanza. Antología de la psicología evolutiva y Pedagogía. Moscú.
- de Armas Nerely, J. L. (2004). Caracterización y diseño de los resultados científicos como aportes de la investigación educativa. Manuscrito no publicado.

- de la Lengua, R. A. E. (2004). Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua, DRAE, [software de computadora en disco].
- Deiros Fraga, B., Calderón Ariosa, R. M., & Hernández Rabell, L. (2002). Apuntes sobre la didáctica de la matemática para ingeniería. Recuperado el 10 de marzo de 2008, de <http://www.monografias.com/trabajos11/monogrr/monogrr.shtml>
- Del Canto Colls, C. (2000). Concepción Teórica acerca de los Niveles de Manifestación de las Habilidades Motrices Deportivas en la Educación Física de la Educación General Politécnica y Laboral. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. pp. 173
- Delgado Rubí, 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.
- _____. (1999). La enseñanza de la resolución de problemas Matemáticos. La Habana.
- Díaz, T.; Alfonso, P (2016). Didáctica desarrolladora en la Educación Superior: Un enfoque para la formación de COmpetencias profesionales. Editorial UNISAN. pp 7.
- 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.
- Dujet, C. (2007): "Matemática para ingenieros", <<http://www.m2real.org/spip.php?article2&lang=fr>> [3/6/2015].
- Falsetti, M., Carnelli, G., Formica, A., & Rodríguez, M. (2007). Matemática para el aprestamiento universitario. UNGS. Colección: Textos Básicos. Buenos Aires.
- Función Ejecutiva. (2011). Reglamento General a la Ley Orgánica de Educación Superior. Registro Oficial No. 526, 2 de septiembre de 2011. I. Quito - Ecuador.

- Galperin, P. Y. (1983). Sobre la formación de los conceptos y de las acciones mentales. Rojas LQ, Solovieva Y (2009 b). Las funciones psicológicas en el desarrollo del niño. México: Trillas.
- Galperin, P. Y., & Bustamante, A. (1979). Introducción a la psicología: un enfoque dialéctico. Pablo del Rio.
- Gerlach, V. S., Reiser, R. A., & Brecke, F. H. (1977). Algorithms in education. *Educational Technology*, 17(10), 14-18.
- Gibert, E. (2012): Una alternativa didáctica para la estructuración del proceso de enseñanza-aprendizaje en las clases de la asignatura Matemática en la Educación Secundaria Básica. Tesis doctoral, pp.21-31
- González Rey, F. (1994). Personalidad, sujeto y psicología social. *Construcción y crítica de la psicología social*, 149-176.
- Harel G. (1998). Two Dual Assertions: The First on Learning and The Second on Teaching (or viceversa). *American Mathematical Monthly*, 105 (6)
- Héctor, J. M. M. (2000). Propuesta para mejorar la referencia y aplicación de los saberes del Análisis Matemático en la formación de profesores (Doctoral dissertation, Tesis doctoral. Ciudad de La Habana).
- Hernández Fernández, H. (1989). El perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática en la Educación Superior Cubana, experiencias en el Álgebra Lineal (Doctoral dissertation, Tesis de grado).

- _____. (1990). Salta a la vista lo evidente. En Revista cubana de Educación Superior. V. X, N° 1.
- _____. (1997). Vigotski y la estructuración del conocimiento matemático. Experiencia cubana/ Herminia Hernández. En Conferencia Magistral RELME 11. México.
- _____. (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.
- _____. (s/f). Estructurando el conocimiento matemático. Inédito.s/a.
- 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.
- Hoz, V. G. (1988). La práctica de la educación personalizada (Vol. 6). Ediciones Rialp.
- Jiménez Milián, M. (2000). Propuesta para mejorar la referencia y aplicación de los saberes del Análisis Matemático en la formación de profesores. Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en ciencias pedagógicas.

- _____. (2007). Aplicación de una propuesta metodológica que propicie un aprendizaje desarrollador de la matemática. En Memorias Pedagogía 2007. Simposio 14. Habana.
- Klingberg, L. (1980): Introducción a la didáctica general, Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 448 pp.
- la O, V. (2009). Modelo para el tratamiento didáctico del concepto manitud, en el proceso de formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
- Labarrere, A. (1997). Interacción en ZDP:¿ Qué puede ocurrir para bien y qué para mal. In Congreso ICCP-ARGOS, Ciudad de la Habana.
- Lenin, W.(1959). Obras completas t. 29, p.150; 152; 153.
- Leontiev, A. N. (1975). Actividad, Conciencia, Personalidad Habana: Editorial Pueblo e Educación. Trabajo original publicado em.
- _____. (1982). “Actividad, conciencia, personalidad”. Ed. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba.
- _____. (1982). El desarrollo mental del niño como un proceso de asimilación de la experiencia humana. Superación para profesores de Psicología. Editorial Pueblo y Educación, La Habana.
- Llivina, M. (1999). Una propuesta metodológica para contribuir al desarrollo de la capacidad para resolver problemas matemáticos. Universidad Pedagógica Enrique José Varona, La Habana, Cuba.

- López, D. V. (2009). Algunas experiencias que han contribuido a mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 112-128.
- Majmutov, M. I. (1983). *La enseñanza problemática*. Pueblo y educación.
- 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. Editorial Unisan, Universidad Santander, Estados Unidos Mexicanos.
- Neira, JA. (2008). *Modelo del profesional Ingeniero Agroindustrial*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador.
- Pampillo, L. (2001). *Estrategia para la formación de valores a través de la disciplina Álgebra*. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Ciencias de la Educación. Pinar del Río, Cuba
- Pérez, D. G., & de Guzmán Ozámiz, M. (1993). *Enseñanza de las ciencias y la matemática: tendencias e innovaciones*. Editorial popular.
- Pérez, R. A. (2012). *Pensar la estrategia*. Buenos Aires: La Crujía.
- Pupo, R. (1990). *La actividad como categoría filosófica*, Ed. Ciencias Sociales. La Habana, Cuba.
- Retana, JA. (2014). *Ingeniería, matemáticas y competencias*. *Revista electrónica Actualidades investigativas en educación* Volumen 14, Número 1, Año

- Ron Galindo J. (2006). Una estrategia didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la resolución de problemas en las clases de Matemática en la Educación Secundaria Básica. [Tesis doctoral]. Ciudad de La Habana: ISP "Enrique José Varona"
- Rosental, M. y Ludin, P. (1984). Diccionario filosófico. Editorial Ciencias Sociales, p. 332
- Rubio, I. (2005). Modelo para la gestión del proceso de formación y desarrollo de habilidades de estudio con enfoque profesional, en la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
- Ruiz, A. (2002). Metodología de la investigación. Editorial Pueblo y Educación. C. Habana.
- _____. (2003). La investigación Educativa. ICCP. Operacionalización del problema. Material en soporte magnético. Pp. 40
- Santaló, L. (1990). "Matemática para no matemáticos". En: Parra, C. y Saiz, I. (comps). (2001). Didáctica de matemáticas – Aportes y reflexiones . 21 – 38. Editorial Paidós Educador. Buenos Aires.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2012). Transformación de la matriz productiva. SENPLADES. Quito - Ecuador.

- Sierpinska A, Trgalova J., Hillel J., Dreyfus T. (1999). Teaching and Learning Linear Algebra with Cabri. Research Forum paper, Proceedings del PME 23, Haifa University, Israel, Vol 1, 119–134.
- Silvestre Oramas, M., & RICO, P. (2003). Compendio de pedagogia.
- Silvestre, M., & Zilberstein, J. (2000). Enseñanza y aprendizaje desarrollador. Ediciones CEIDE, México.
- _____. (2002). Hacia una didáctica desarrolladora. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 42-54.
- Silvestre. M. (2001). Aprendizaje, educación y desarrollo, pp. 53.
- Talízina, N. (1988). Características de las principales etapas del proceso de asimilación. Psicología de la Enseñanza.
- _____. (1988): Psicología de la enseñanza, Editorial Progreso, Moscú, p. 45, 35; 35.
- Torres, P. (1993). La enseñanza problémica de la matemática del nivel medio general. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
- _____. (1994). La didáctica de los matemáticos en la escuela cubana actual: origen y fundamento, estructura, proyecciones. Educación Matemática, 6(03), 82-89.
- Uzuriaga L., Vivian L; Arias M., Jhon Jairo. (2006). Una mirada al álgebra lineal. Scientia Et Technica, vol. XII, núm. 30, mayo, 2006,

- pp. 333-338 Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.
Disponibile en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920491066>
- Uzuriaga L., Vivian L; Martínez A., Alejandro (2006). Retos de la enseñanza de las matemáticas en el nuevo milenio. *Scientia Et Technica*, vol. XII, núm. 31, agosto, 2006, pp. 265-270. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84911639046>
- Valle Lima, A. (2007). *Metamodelos de la investigación pedagógica*. La Habana: Instituto Central de Ciencias Pedagógicas. Ministerio de Educación, Cuba.
- _____. (2010). *Algunos resultados científico pedagógicos. Vías para su obtención*. La Habana: IPLAC.
- Vázquez-Abad, J. & Larocque, G (1982). «La algoritmización en la enseñanza. Reflexiones hacia un posible desarrollo». *Revista de Tecnología Educativa*, 7, 131-151
- Vigotsky, L. S. (1978). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona. Ed. Crítica.
- _____. (1988). *Interacción entre enseñanza y desarrollo*. Selección de Lecturas de Psicología de las Edades I, 3.
- _____. (1995). *Interacción entre enseñanza y desarrollo*. En Selección de lecturas de Psicología Infantil y del Adolescente. Ed. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana.

- Zamora Rodríguez; 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.
- Zilberstein, J., & Silvestre, M. (1999). Una didáctica para una enseñanza y un aprendizaje desarrollador. IPLAC.
- Zilberstein, J., & Silvestre, M. (2001). Aprendizaje, enseñanza y desarrollo. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 10.
- Zilberstein, J., & Silvestre, M. (2002). Hacia una didáctica desarrolladora. Ciudad de la Habana, Editorial Pueblo y Educación.
- Zubiría, D. (1996). Miguel, Teoría de las seis lecturas, Fundación Alberto Mera.

Descubre tu próxima lectura

Si quieres formar parte de nuestra comunidad,
regístrate en <https://www.grupocompas.org/suscribirse>
y recibirás recomendaciones y capacitación



   @grupocompas.ec
compasacademico@icloud.com

Dra. Ernestina Clemencia Coello León

Doctora en Ciencias Pedagógicas en Enseñanza de la Matemática (Pinar del Río – Cuba), Magister en Gerencia de Proyectos Educativos y Sociales, Diplomado Superior en Práctica Docente Universitaria, Diplomado Superior en Diseños Pedagógicos Universitarios, Diploma Superior en Diseño de Proyectos, Geóloga y Licenciada en Ciencias Geológicas, Docente Universitaria, desde el año 1988 – 2004 en la Universidad Técnica de Babahoyo extensión en Quevedo y desde el año 2000 hasta la actualidad labora como docente titular principal en el área de Matemática en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo – Ecuador, donde ha sido Coordinadora del área de Ciencias Básicas, miembro de la comisión de la Unidad de Admisión y Nivelación, y por varias ocasiones encargada de la dirección de la carrera de Ingeniería Eléctrica, ha formado parte de la directiva de la Cooperativa de Ahorro y Crédito de la UTEQ y del Fondo de Jubilación, también ha sido representante suplente de la Universidad a la Asamblea del Sistema de Educación Superior en el año 2013 y es miembro de la Comisión de Bienestar Universitario ha publicado artículos científicos relacionados a la Matemática y participado en ponencias en esta área de conocimiento a nivel internacional. En la actualidad es docente de la Facultad de ciencias de la Ingeniería, coordinadora de la carrera de ingeniería en seguridad Industrial y salud Ocupacional y también Vicepresidenta de la Cooperativa de Ahorro y Crédito de la UTEQ.

Msc. Kenya Anmarit Guerrero Goyes

Magister en Conectividad y Redes de Ordenadores en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ingeniera en sistemas y Analista de Sistemas Docente de bachillerato (2006-2012) en el Instituto Técnico Superior Eugenio Espejo, Coordinadora Académica de la Unidad de Admisión y Registro UTEQ (2013-2015), Coordinadora de Área de la Carrera Ingeniería en Telemática, Coordinadora de Área de las Carreras Ingeniería en Sistemas y Diseño Gráfico y Multimedia de la Facultad Ciencia de Ingeniería UTEQ (2018- 2019), Docente Universitario en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (2015- hasta la actualidad), ha publicado artículos científicos relacionados a las Tecnologías de la Información y la Comunicación participado en ponencias en esta área de conocimiento a nivel internacional.

Msc. Jimmy Aldrin Cedeño Barzola

Magister en Desarrollo y Medio Ambiente en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Licenciado en Ciencias de la Educación en la especialidad de Físico-Matemáticas en la Universidad Técnica Particular de Loja.

Docente de educación básica y bachillerato (1985-2014) en la Unidad Educativa América de Quevedo; Rector de la Unidad Educativa América (1997-2002); Docente en el área de Matemática del preuniversitario (2007-2010) y de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería (2010 hasta la actualidad) en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo – Ecuador.

Coordinador de área básica y miembro del equipo de rediseño da la carrera de Ingeniería en Software de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Publicados artículos científicos relacionados a la Matemática y al Medio ambiente.

Msc. Luciana Vitalina Coello León

Magíster en Gerencia Educativa (UNESUM-Jipijapa); Economista (Univ. Guayaquil); Diploma Superior en Relaciones Económicas Internacionales (La Habana-Cuba), laboró 22 años en relación de dependencia en Empresas Privadas de la Ciudad de Guayaquil, actualmente tiene 12 años ejerciendo la docencia en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, y 13 años en Libre Ejercicio Profesional, ha publicado artículo científico y participado en ponencias en diversas áreas de conocimiento a nivel internacional.

