



UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN  
Facultad de Informática y Matemática  
UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y MATEMÁTICA

ALTERNATIVA METODOLÓGICA PARA EL PROCESO DE  
ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE MATRICES EN EL PRIMER  
SEMESTRE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA  
UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO MÁSTER EN  
EDUCACIÓN MATEMÁTICA UNIVERSITARIA

AUTOR:

Lic. CARLOS MAURICIO ZAMBRANO ROCA

HOLGUÍN

2017



UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN  
Facultad de Informática y Matemática  
UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y MATEMÁTICA

ALTERNATIVA METODOLÓGICA PARA EL PROCESO DE  
ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE MATRICES EN EL PRIMER  
SEMESTRE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA  
UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO MÁSTER EN  
EDUCACIÓN MATEMÁTICA UNIVERSITARIA

AUTOR:

Lic. CARLOS MAURICIO ZAMBRANO ROCA

TUTOR:

Ms. C. PEDRO ESCALONA ÁVILA

HOLGUÍN

2017

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirme vivir día a día con su bendición y por iluminar mi camino para enfrentar cualquier obstáculo que se presente en el camino.

A mi padre, madre, hermano y hermana, por su apoyo incondicional dándome ánimos y fortalezas para no decaer, con el objetivo de lograr alcanzar la meta propuesta.

A mi novia, demás familiares y amigos que me dieron su voz de aliento a la vez que me deseaban los mejores éxitos.

A mi tutor por haberme direccionado con sus conocimientos para lograr el objetivo propuesto.

A los profesores, autoridades de la prestigiosa Universidad de Holguín y compañeros de la maestría que compartimos grandes momentos ayudándonos unos a otros.

Carlos Mauricio Zambrano Roca

## **DEDICATORIA**

La dedico a mis padres Carlos y Grace, mis hermanos Marlon y Karla, por ser mi familia, por ser quienes me dieron todo su apoyo incondicional para no decaer siguiendo adelante con fuerza y perseverancia hasta cumplir con mi objetivo.

Carlos Mauricio Zambrano Roca

## **RESUMEN**

Desde los inicios de los tiempos, el ser humano se ha preocupado por conocer el porqué de las cosas, surge así el desarrollo de la humanidad a través de la ciencia y la tecnología que avanzan a pasos acelerados, entonces existiendo así la necesidad de transmitir dichos conocimientos a las nuevas generaciones, en donde la matemática aparece como una de las asignaturas donde mayor complejidad se presenta para la trasmisión de sus contenidos, por tal, emerge la necesidad de desarrollar métodos, estrategias, etc., lo cual logre hacer más fácil su comprensión y adquisición de contenidos.

Este trabajo investigativo busca incidir favorablemente en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Algebra Lineal, en lo que respecta al contenido de matrices en el primer semestre de la carrera de Ingeniería Industrial de la universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), mediante una alternativa metodológica que se sustentada en el aprendizaje significativo, el enfoque Histórico – Cultural y la resolución de problemas.

La alternativa metodológica que se elabora, posibilita mejorar los aprendizajes de la asignatura del Álgebra Lineal, que es fundamental para el desarrollo de los contenidos que se estudiaran en posteriores semestres de la carrera, contribuyendo con la formación profesional del Ingeniero Industrial, hecho que se evidencia con los resultados obtenidos en la aplicación del criterio de expertos.

# ÍNDICE

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1: ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA EN EL QUE SE SUSTENTA EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE MATRICES PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.....	7
1.1 Caracterización y fundamentación teórica del proceso de enseñanza aprendizaje.....	7
1. 2 Las matrices y la resolución de problemas. ....	22
1. 3 Las matrices en la carrera de Ingeniería Industrial. ....	28
CAPÍTULO 2: ALTERNATIVA METODOLÓGICA PARA EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE MATRICES EN LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL. ....	31
2.1 Fundamentación de la alternativa metodológica para el proceso de enseñanza aprendizaje de matrices. ....	31
2.2 Presentación de la alternativa metodológica propuesta. ....	35
2.3 Análisis de la factibilidad de la alternativa metodológica propuesta mediante el criterio de expertos. ....	46
CONCLUSIONES .....	48
RECOMENDACIONES .....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	50
ANEXOS.....	53

## INTRODUCCIÓN

La matemática no es un cuerpo fijo e inmutable de conocimientos, hechos y procedimientos que se aprenden a recitar. Hacer matemática no consiste simplemente en calcular las respuestas a problemas propuestos, usando un repertorio específico de técnicas probadas. En otras palabras, es una ciencia que exige explorar y experimentar, descubriendo patrones, configuraciones, estructuras y dinámicas como lo manifiesta Díaz, G. (2004). Se coincide con el planteamiento anterior pero además de lo mencionado, la enseñanza de la matemática no es solo la repetición de los mismo procesos, ya que forma solo alumnos mecanicistas, consiguiendo que, al variar en el planteamiento de algún problema ellos no sepan que hacer para encontrar la solución al mismo.

En los lineamientos curriculares del Ministerio de Educación (2013) se establece: La Matemática es una de las asignaturas que, por su esencia misma (estructura, lógica, formalidad, la demostración como su método, lenguaje cuantitativo, preciso y herramienta de todas las ciencias), facilita el desarrollo del pensamiento que posibilita al sujeto conocedor integrarse a equipos de trabajo interdisciplinario, para resolver los problemas de la vida real, los mismos que actualmente, no pueden ser enfrentados a través de una sola ciencia. Los estudiantes requieren desarrollar su habilidad matemática, obtener conocimientos fundamentales, contar con destrezas que les servirán para comprender analíticamente el mundo, ser capaces de resolver los problemas que surgirán en sus ámbitos profesionales y personales.

Para el autor de este trabajo, la matemática es la asignatura en la que los estudiantes presentan mayores problemas para su aprendizaje, y en especial las matrices que forman parte del Álgebra Lineal, son un contenido de un alto nivel de complejidad para muchos, cuyas causas generalmente son por una inadecuada metodología en su explicación, o se lo hace de una forma muy compleja, como consecuencia frecuentemente los estudiantes al desarrollar ejercicios no se acuerdan de un determinado proceso, ya que además de saber comprender y analizar, es muy importante la memoria deductiva, no como en la mayoría de los casos, emplean una memoria de corto plazo debido a que solo estudian uno o dos días antes de la evaluación.

Páez, C. (2013) manifiesta que las matrices juegan un papel importante en áreas como: las ciencias sociales y naturales, los negocios, diversas ingenierías, computación y, además, matemática pura y aplicada. El autor de este trabajo coincide con este planteamiento pero también sostiene que los docentes deben llevar a los estudiantes la aplicación de estos contenidos en su vida profesional, pudiendo así captar el interés por querer aprender la asignatura.

Ruiz, A. (2003) en su texto de historia y filosofía de las matemáticas menciona que hasta el mismo siglo XIX, el Álgebra tenía como su problema central la resolución de ecuaciones algebraicas. Se trataba de encontrar raíces a ecuaciones utilizando las operaciones algebraicas básicas y la extracción de raíces. Los procedimientos obtenidos acumulados empujaron a modificaciones relevantes en este siglo. Y en particular nos interesa el desarrollo de la teoría de grupos, los hipercomplejos, y las matrices y los determinantes.

Los contenidos que se modificaban en este siglo, sirvieron para la evolución de la tecnología, fueron aprovechados también como bases del Álgebra Lineal, siendo empleados en el desarrollo y en la mejora de inventos que facilitan al desarrollo del ser humano en distintos ámbitos como educativos, recreativos, etc.

Como lo mencionan Kolman, B. y Hill, D. (2006), entre las aplicaciones que utiliza el Álgebra Lineal están la transmisión de información, el desarrollo de efectos especiales en películas y video, la grabación de sonido, el desarrollo de motores (o máquinas) de búsqueda de internet, y el análisis económico, tiene el Álgebra Lineal, específicamente las matrices, una aplicación en la vida diaria mayormente usada en la contabilidad y en la informática. Se coincide con el planteamiento anterior, y además se encuentra el mundo actualmente manejando grandes cifras en las empresas, en un gran desarrollo tecnológico, donde los contadores e informáticos se han visto en la necesidad de utilizar las matrices y el cálculo matricial en sus respectivos ámbitos de desempeño.

Todos los problemas con los que el docente se encuentra a la hora de enseñar ciencias, han provocado que surjan numerosos intentos de renovación de la enseñanza de las mismas, lo que ha llevado a un rápido desarrollo de la investigación específica en torno a los problemas de enseñanza y aprendizaje de



estas. Lo cual es una realidad que se vive actualmente a nivel mundial y específicamente en la Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí, donde se busca constantemente que su personal docente se actualice frecuentemente, que obtengan títulos de cuarto nivel o superior, que participen en talleres y seminarios, para de esa forma ofrecer a la población una educación de calidad en beneficio del progreso del Ecuador.

La teoría del aprendizaje como asimilación frente al aprendizaje como acomodación establece que los alumnos aprenden mediante asimilación cuando incorporan información nueva a sus conocimientos previos, siendo ésta a veces incompleta al no incluir las formas más profundas de cambio conceptual (Mayer, R. 2010).

Es común encontrar estudiantes de las diferentes especialidades de nivel superior como en las ingenierías, donde se les dificulta mucho los contenidos más avanzados del Álgebra Lineal y en específico la carrera de Ingeniería Industrial donde se detectan deficiencias corroboradas por los instrumentos de diagnóstico aplicados, los cuales se resumen a continuación: un 59% de los encuestados manifiesta que la asignatura se le dificulta, el 75% no sabe para qué le servirán los contenidos de la asignatura en su vida profesional, un 70% de los estudiantes sostienen que no se trabajan los contenidos con resolución de problemas basados en su futuro como profesionales, y un 66% expresa que tiene poco interés o no se siente motivado por aprender la asignatura.

Todo lo anterior ha permitido, en este trabajo investigativo, poder definir el siguiente **problema científico**:

¿Cómo favorecer el proceso de enseñanza - aprendizaje del contenido de matrices correspondiente a la asignatura Algebra Lineal, en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí?

Como **objeto de estudio** se tiene el proceso de enseñanza - aprendizaje del Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería Industrial.

Este trabajo tiene como **objetivo** diseñar una alternativa metodológica para favorecer el proceso de enseñanza - aprendizaje del contenido de matrices en el primer semestre de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí.

Su **campo de acción** es el proceso de enseñanza - aprendizaje del contenido de matrices correspondiente a la asignatura Algebra Lineal en el primer semestre de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí.

Para desarrollar la presente investigación se plantean las siguientes **preguntas científicas** que permitirán evidenciar y detectar las causas y posibles soluciones a la problemática en estudio:

- ¿Cuáles son los fundamentos teóricos en que se sustenta el proceso de enseñanza - aprendizaje para adecuarse a los contenidos que se desarrollan en las operaciones con matrices?
- ¿Cuáles son las características del proceso de enseñanza – aprendizaje del contenido de matrices correspondiente a la asignatura Algebra Lineal en la carrera de Ingeniería Industrial?
- ¿Cómo diseñar una alternativa metodológica que contribuya al proceso de enseñanza - aprendizaje del contenido de matrices?
- ¿Es factible la alternativa metodológica propuesta?

Las **tareas científicas** que se desarrollaran en la presente investigación son:

- Sistematizar los fundamentos teóricos en que se sustenta el proceso de enseñanza - aprendizaje, adecuándolos al estudio de los contenidos que se desarrollan en las operaciones con matrices.
- Caracterizar los sustentos teóricos que se pueden incorporar en el proceso de enseñanza - aprendizaje del contenido de matrices de la asignatura Algebra Lineal, en el primer semestre de la carrera Ingeniería Industrial.
- Elaborar de una alternativa metodológica que mejore del proceso de enseñanza - aprendizaje del Algebra Lineal, al tratar el contenido de matrices en el primer semestre de la carrera de Ingeniería Industrial.
- Analizar la factibilidad de la alternativa metodológica elaborada mediante el criterio de expertos.

Los métodos que se llevaron a cabo para poder realizar este trabajo investigativo son:

### **Métodos teóricos.**

**Método histórico lógico:** Para estudiar las características de la enseñanza de los contenidos de Álgebra Lineal en el Ecuador y valorar la necesidad de la aplicación de una alternativa metodológica para el proceso de enseñanza - aprendizaje del Algebra Lineal, al tratar el contenido de matrices, en el primer semestre de la carrera de Ingeniería Industrial.

**Método de análisis y síntesis:** Para el análisis de la información sobre el tema y de los diferentes criterios al respecto, la estructuración de la alternativa metodológica, basadas en la aplicación de la enseñanza por problemas, a partir de la estructuración de las etapas de actuación cognoscitiva de los estudiantes para asimilar los contenidos de matrices, correspondientes a la asignatura Álgebra Lineal, del primer semestre de la carrera de Ingeniería Industrial, así como el análisis de los resultados para valorar la efectividad de la alternativa metodológica.

**Método de inducción y deducción:** Para el estudio de elementos particulares para lograr la elaboración de conclusiones generales y viceversa, durante el proceso de estructuración y validación de las orientaciones metodológicas elaboradas por el autor.

**Modelación sistémica:** Para el diseño del modelo de la alternativa metodológica requeridas en el proceso de enseñanza - aprendizaje de matrices.

### **Métodos empíricos.**

**Observación:** Se usó a manera de diagnóstico, observando al grupo de estudiantes del primer semestre de la carrera de ingeniería industrial durante el proceso de enseñanza - aprendizaje de matrices.

**Entrevista:** Se realizó a los profesores de Álgebra Lineal de la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, con carácter diagnóstico, para conocer sus puntos de vista sobre cómo desarrollan el proceso de enseñanza - aprendizaje.

**Encuesta:** Se aplicó a una muestra de estudiantes de los primeros semestres de ingeniería industrial, para conocer sobre su nivel de satisfacción por la asignatura y en particular por el profesor que la imparte, y valorar el proceso de enseñanza aprendizaje de matrices.

**Criterio de expertos:** Para determinar la factibilidad entre profesionales sobre la alternativa metodológica elaborada para el proceso de enseñanza - aprendizaje de matrices.

**Revisión de documentos:** Porque se acudió a la bibliografía existente para fundamentar teóricamente el tema en estudio, además de ampliar los diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre la problemática, basándose de documentos o revistas como fuentes secundarias.

**Métodos estadísticos.**

Para recopilar información necesaria verás y contundente, para determinar la muestra y para hacer inferencias.

**Población y muestra.**

Se usó una población de 150 estudiantes, se empleó la fórmula estadística del cálculo de la muestra aleatoria simple, donde arrojó una muestra de 28 estudiantes, y 2 docentes que imparten la asignatura.

$$n = \frac{P*Q}{\left(\frac{E}{Z}\right)^2 + \frac{P*Q}{N}}$$

n= tamaño de la muestra.

P= proporción de éxito.

Q= proporción de fracaso.

E= error muestral.

Z= valor para confianza.

N= tamaño de la población.

El contenido se conformó por el sustento teórico que se empleó como fundamento para analizar los resultados de esta investigación, se muestra también la metodología adoptada durante el desarrollo de dicho trabajo. Las conclusiones son la síntesis de los resultados fundamentales obtenidos y el criterio del investigador en cuanto a la realidad de lo investigado, y la bibliografía está conformada por el listado de las fuentes de investigación que se necesitó para la elaboración de la teoría.

## **CAPÍTULO 1: ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA EN EL QUE SE SUSTENTA EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE MATRICES PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.**

En este capítulo se realiza un análisis de contenidos en que se sustenta el proceso de enseñanza aprendizaje según varios autores, adecuándolos al estudio de los contenidos que se desarrollan en las operaciones con matrices y su importancia para la carrera de ingeniería industrial.

### **1.1 Caracterización y fundamentación teórica del proceso de enseñanza aprendizaje.**

Según Vigotsky, L. (1988), citado por Zilberstein, J. (1998), la enseñanza debe trabajar para estimular la zona de desarrollo próximo en los escolares, que es la que designa a las acciones que el individuo puede realizar al inicio exitosamente con la ayuda de un adulto o de otros compañeros, y luego puede cumplir en forma autónoma.

Según Bravo, B. (2004), quien cita varias definiciones sobre el aprendizaje con respecto a los planteamientos de Petrovsky, A. (1985), el cual sostiene que el aprendizaje es una variación estable y oportuna de la actividad, que aparece como consecuencia de la actividad precedente, que no es suscitada por las reacciones fisiológicas congénitas del organismo. Para Bruner, J. (1969), aprender consiste en descubrir cómo utilizar lo que uno ya sabe para avanzar más allá, al poner en una nueva relación lo ya conocido.

Pero por ser de mayor actualidad, para el presente trabajo investigativo se asume la definición de Talizina, N. (1988), el cual menciona que el aprendizaje es la actividad de asimilación de un proceso especialmente organizado con ese fin, la enseñanza.

La metodología es un cuerpo de conocimiento consolidado en la actualidad a partir de todos los desarrollos generados a lo largo de todo el siglo XX. A diferencia de otros cuerpos de conocimiento que se hallan en permanente evolución (tecnología, administración, economía, medicina, etc.), la metodología por ser la herramienta para desarrollar conocimiento, es más bien estable, convencional con criterios estandarizados y transversales que permiten que el conocimiento sea comunicable en diferentes campos disciplinares, contextos y regiones del planeta. Es el idioma

universal de la ciencia que posibilita el avance en todos los campos, el intercambio y transferencia de tecnología, el consenso y el trabajo multidisciplinario como tal esencial para el avance del conocimiento según Vidal, A. (2012).

En la actualidad se está buscando dejar atrás, en determinada medida, ciertos métodos tradicionales en la enseñanza de nivel superior, pero la necesidad de profesionales de excelencia, la sociedad se ha preocupado por emplear estrategias en el proceso de enseñanza aprendizaje que se puedan aplicar en el aula de clases con el fin de mejorar el mismo. Es por esto que a continuación se detalla algunas estrategias que se pueden emplear en el proceso de enseñanza – aprendizaje, según lo planteado por varios autores que servirán como fundamento a la investigación, y que se citan a continuación.

Aprendizaje Basado en Problemas.- Guerrero, L. & Terrones, D. (2003), mencionan que una estrategia basada en problemas consiste en proponer a los alumnos un problema desafiante, que carece de solución conocida o de información suficiente para elaborar una. Requiere organizarse en grupos para analizarlo, hacer predicciones, indagaciones y poner en práctica nociones, datos, técnicas. Exige así mismo poner en juego todas las habilidades del grupo, para construir soluciones colaborativamente a partir de la información reunida.

Esta estrategia prepara para enfrentar la complejidad de la vida personal, social, y productiva, pues desarrolla la capacidad de poner en juego actitudes, conocimientos, estrategias y habilidades, tanto sociales como intelectuales, para adaptarse a las nuevas circunstancias o para transformarlas.

El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores, (2003) define al aprendizaje basado en problemas como una estrategia de enseñanza aprendizaje en la que tanto la adquisición de conocimientos como el desarrollo de habilidades y actitudes resulta importante, en el Aprendizaje Basado en Problemas (Esclareció o definió este acrónimo anteriormente) un grupo pequeño de alumnos se reúne, con la facilitación de un tutor, a analizar y resolver un problema seleccionado o diseñado especialmente para el logro de ciertos objetivos de aprendizaje.

Durante el proceso de interacción de los alumnos para entender y resolver el problema se logra, además del aprendizaje del conocimiento propio de la materia,

que puedan elaborar un diagnóstico de sus propias necesidades de aprendizaje, que comprendan la importancia de trabajar colaborativamente, que desarrollen habilidades de análisis y síntesis de información, además de comprometerse con su proceso de aprendizaje.

El autor de este trabajo ha podido constatar que actualmente existe un número significativo de docentes universitarios que carecen de formación pedagógica, debido a que simplemente se han dedicado a enseñar como aprendieron, es decir, a través de clases expositivas. Esta estrategia de enseñanza normalmente está centrada hacia los contenidos, dando prioridad a los conceptos abstractos sobre los ejemplos concretos y las aplicaciones.

Las técnicas de evaluación se limitan a comprobar la memorización de información y de hechos, ocupándose muy rara vez de desafiar al estudiante a alcanzar niveles cognitivos más altos de comprensión. De esta manera, tanto profesores como alumnos refuerzan la idea de que en el proceso de enseñanza - aprendizaje el profesor es el responsable de transferir contenidos y los estudiantes son receptores pasivos del conocimiento como lo mencionan Morales, P. & Landa, V. (2004).

Se asume lo planteado por estos autores y se añade que la evaluación de los conocimientos adquiridos por los estudiantes es una parte fundamental del proceso de enseñanza aprendizaje, es aquí donde alrededor de los años se viene fallando debido a las técnicas empleadas por el docente, por lo tanto se debe tener mucho cuidado al momento de evaluar una vez aplicada esta o alguna otra estrategia.

El ABP no se plantea como objetivo prioritario la adquisición de conocimientos de la especialidad, sino un desarrollo integral del profesional en formación. Por tanto, la misión primera y principal del ABP debe ser la de facilitar a este profesional en formación la creación de sus propias categorías intelectuales. Y para ello, nada mejor que crear una atmósfera en la cual el aprendizaje resulte inevitable según Font, A. (2004).

La resolución de problemas.- esta estrategia se debe diferenciar de otras aunque son basadas según los estudios de Polya (1975). En este caso con el objetivo de dar más herramientas al estudiante para dar solución a problemas Hechavarría, N. (2011) cita

a Schoenfeld, A. (1985); quien propone las siguientes acciones para resolver problemas:

1. Analizar y comprender el problema.
  - Dibujar un diagrama,
  - Examinar un caso especial,
  - Intentar simplificarlos.
2. Diseñar y plantear solución.
  - Planificar la solución y explicarla.
3. Explorar soluciones.
  - Considerar una variedad de problemas equivalentes,
  - Considerar ligeras modificaciones del problema original,
  - Considerar amplias modificaciones del problema original.
4. Verificar soluciones.

También se encuentra la estrategia llamada IDEAL que surge como otro elemento para la resolución de problemas teniendo como autores a Bransford y Stein, (1987); citado por Hechavarría, N. (2011):

I: Identificación del problema.

D: Definición y presentación del problema.

E: Elaboración de posibles estrategias.

A: Actuación fundada en esa estrategia.

L: Logros, observación, evaluación de los efectos de la actividad.

Campitrous, L. y Rizo, C. (2001) manifiestan que Schoenfeld tuvo el aporte más significativo a partir de reconocer las ideas de Polya, las desarrolla y define, cuatro dimensiones que influyen en el proceso de resolver problemas:

- Dominio del conocimiento o recursos: Representan un inventario de lo que un individuo sabe y de las formas que adquiere ese conocimiento. Aquí incluye, entre otras cosas, los conocimientos informales e intuitivos de la disciplina en cuestión, hechos y definiciones, los procedimientos rutinarios, y otros recursos útiles para la solución.



- Los métodos heurísticos: En esta dimensión se ubican las estrategias generales que pueden ser útiles en la resolución de un problema, como, por ejemplo, las aisladas por Polya.
- Las estrategias metacognitivas o el monitoreo o autoevaluación del proceso utilizado al resolver un problema.
- El sistema de creencias en la cual se ubica la concepción que tenga el individuo acerca de las matemáticas. Según Schoenfeld, las creencias establecen el contexto dentro del cual funcionan las restantes tres dimensiones.

También Delgado, R. (1998), sostiene que la resolución de problemas es como una habilidad matemática y señala que resolver es encontrar un método o vía de solución que conduzca a la solución de un problema.

Para Orton, A. (1996), la resolución de problemas se concibe como generadora de un proceso a través del cual quien aprende combina elementos del conocimiento, reglas, técnicas, destrezas y conceptos previamente adquiridos para dar solución a una situación nueva.

Y según Llivina, M. (1999), la resolución de problemas matemáticos es una capacidad específica que se desarrolla a través del proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática y que se configura en la personalidad del individuo al sistematizar, con determinada calidad y haciendo uso de la metacognición, acciones y conocimientos que participan en la resolución de estos problemas.

Aprendizaje por Proyectos.- Guerrero, L. & Terrones, D. (2003), manifiesta que consiste en proponer a los alumnos la elaboración de un producto en forma planificada y concentrada. El producto puede ser un objeto o una actividad que responde a un problema o atiende una necesidad. Los proyectos permiten desarrollar habilidades específicas para planificar, organizar y ejecutar tareas en entornos reales. Exige equipos de trabajo, distribución de responsabilidades individuales y grupales, indagaciones, solución de problemas y colaboración mutua durante todo el proceso.

En esta estrategia resulta fundamental el trabajo en equipo, siendo en gran medida la importancia de responsabilidades asignadas a cada miembro para llevar a cabo las

diferentes tareas, todos deben cumplir con las exigencias para poder dar solución al problema o atender a la necesidad planteada.

Los proyectos pueden ser de varios tipos: los relacionados con situaciones problemáticas reales, con hechos de actualidad, con actividades escolares o con intereses particulares de los alumnos. Todos permiten el aprendizaje interdisciplinario, pues los alumnos hacen su uso de capacidades y contenido de diversas áreas durante el proceso según manifiesta Guerrero, L. & Terrones, D. (2003).

El Aprendizaje Basado en Proyectos es un modelo de aprendizaje en el que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula de clase (Blank, W. 1997). Por lo general cuando en el aula de clases se plantean problemas que van más allá, que van a una aplicación en la vida diaria los estudiantes tienden a sentir más interés por la asignatura.

Galeana, L. (2006) en su artículo sobre el aprendizaje basado en proyectos, menciona que este modelo tiene sus raíces en el constructivismo, que evolucionó a partir de los trabajos de psicólogos y educadores tales como Lev Vygotsky, Jerome Bruner, Jean Piaget y John Dewey. El constructivismo se apoya en la creciente comprensión del funcionamiento del cerebro humano, en cómo almacena y recupera información, cómo aprende y cómo el aprendizaje acrecienta y amplía el aprendizaje previo.

Así mismo Galeana, L. (2006) afirma que el Aprendizaje Basado en Proyectos apoya a los estudiantes a: primero a adquirir conocimientos y habilidades básicas, segundo a aprender a resolver problemas complicados y tercero a llevar a cabo tareas difíciles utilizando estos conocimientos y habilidades. Sin embargo, como todos los modelos y estrategias de enseñanza y aprendizaje tienen desventaja para su implementación, como serían las siguientes:

Requiere de un diseño instruccional bien definido.

En su diseño deberán participar el profesor como experto de contenidos, el pedagogo y el tecnólogo si es que se van a incorporar las tecnologías de información y comunicación. Todos ellos deberán tener conocimientos básicos sobre diseño de proyectos.

Es costoso en todos los sentidos.

Dificultad para integrar y coincidir los diferentes horarios para comunicarse entre los equipos participantes.

Se requiere tiempo y paciencia para permanecer abierto a ideas y opiniones diversas.

Estas desventajas que se pueden presentar al momento de la aplicación de esta estrategia en el proceso de enseñanza aprendizaje, se pueden tratar de que no tengan mayor influencia en el transcurso de la realización del proyecto, teniendo la predisposición de cada integrante del equipo de trabajo, siendo así de mayor beneficio las ventajas que se obtienen al aplicar dicha estrategia en el aula de clases. Además de los conocimientos propios que de cada materia o disciplina aprenden los alumnos, adquieren y desarrollan un cúmulo de habilidades y actitudes como lo menciona el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores (2003):

Solución de problemas.

Entendimiento del rol en sus comunidades.

Amor por aprender.

Responsabilidad.

Hacer y mejorar preguntas.

Debatir ideas.

Diseñar planes y/o experimentos.

Recolectar y analizar datos.

Establecer conclusiones.

Comunicar sus ideas y descubrimientos a otros.

Manejo de muchas fuentes de información y disciplinas.

Manejar los recursos disponibles, como el tiempo y los materiales.

Trabajo colaborativo.

Usar herramientas cognitivas y ambientes de aprendizaje que motiven a los participantes a representar sus ideas (laboratorios computacionales, hipermedios, aplicaciones gráficas y telecomunicaciones).

Formar sus propias representaciones de tópicos y cuestiones complejas.

Aprender ideas y habilidades complejas en escenarios realistas.

Aplicar sus habilidades a una variedad de contextos.

Construir su propio conocimiento, de manera que sea más fácil para los participantes transferir y retener información.

Habilidades sociales relacionadas con el trabajo en grupo y la negociación.

Habilidades profesionales y estrategias propias de la disciplina (por ejemplo: investigaciones históricas, antropología, crítica literaria, administración de negocios, arquitectura, investigación en el campo científico, coreografía).

Habilidades y estrategias asociadas con la planeación, la conducción, el monitoreo y la evaluación de una variedad de investigaciones intelectuales; incluyendo resolución de problemas y hacer juicios de valor.

Habilidades para "aprender a aprender" (por ejemplo: tomar notas, cuestionar, escuchar).

Iniciativa propia.

Persistencia.

Autonomía.

Habilidades meta cognitivas (por ejemplo: autodirección, autoevaluación).

Integrar conceptos a través de áreas de diferentes materias y conceptos.

Ligar metas cognitivas, sociales, emocionales y personales con la vida real.

Habilidades para la vida diaria (por ejemplo: conducir una junta, hacer planes, usar un presupuesto).

Habilidades tecnológicas (por ejemplo: saber usar el teclado, utilizar software, hacer mediciones).

Habilidades para procesos cognitivos (por ejemplo: tomar decisiones, pensamiento crítico, resolución de problemas).

Habilidades personales (por ejemplo: establecer metas, organizar tareas, administrar el tiempo).

Aprendizaje Colaborativo.- González, G. & Díaz, L. (2005) manifiestan que las primeras aplicaciones del aprendizaje colaborativo datan de finales de la década de 1950, cuando M. L. J. Abercrombie (1950), aplicó un nuevo método para la realización del diagnóstico de casos clínicos por parte de estudiantes residentes de medicina, a quienes se les indicó que, en vez de realizar este procedimiento de

forma individual, lo hicieran en grupos, estableciendo el diagnóstico a través del consenso al que llegaran. Como resultado, los alumnos lograron ser más certeros en esta labor.

El surgimiento de esta estrategia resulta de gran importancia para el proceso de enseñanza aprendizaje, ya que cuenta con grandes ventajas en su aplicación en el aula de clases si se lo ejecuta de forma correcta, fomentando así un mayor interés por la asignatura. Es muy fácil de adaptar a casi cualquier contenido de cualquier asignatura ajustándola a sus propias necesidades a fin de lograr adquirir los resultados esperados.

Según Guerrero, L. & Terrones, D. (2003) el aprendizaje colaborativo consiste en formar equipos de trabajo para lograr aprendizaje común; pero asumiendo cada miembro del grupo la responsabilidad por el aprendizaje de sus demás compañeros. Esto exige intercambiar entre cada equipo, información, ayudarse mutuamente y trabajar juntos en una tarea, hasta que todos le hayan comprendido y terminado, construyendo sus aprendizajes a través de la colaboración. Esta estrategia consiste en hacer trabajar a los alumnos en pequeños equipos para alcanzar una meta de aprendizaje común, que puede ser el desarrollo de competencias específicas o la comprensión de un tema vinculado a estas competencias.

Lillo, F. (2013) en su artículo “Aprendizaje Colaborativo en la Formación Universitaria de Pregrado”, cita a varios autores sobre definiciones del aprendizaje colaborativo, entre las que se destacan las siguientes por ser de mayor actualidad:

Iborra e Izquierdo (2010), menciona que el aprendizaje colaborativo es un tipo de metodología docente activa, en la que cada alumno construye su propio conocimiento y elabora sus contenidos desde la interacción que se produce en el aula. En un grupo colaborativo existe, pues, una autoridad compartida y una aceptación por parte de los miembros del grupo de la responsabilidad de las acciones y decisiones del grupo. Cada miembro del equipo es responsable total de su propio aprendizaje y, a la vez, de los restantes miembros del grupo.

Barkley, Cross & Major (2007), sostiene que los estudiantes trabajan por parejas o en pequeños grupos para lograr unos objetivos de aprendizaje comunes. Es aprender mediante el trabajo en grupo, en vez de hacerlo trabajando solo.

Scagnoli (2006); menciona que el aprendizaje colaborativo es la instancia de aprendizaje que se concreta mediante la participación de dos o más individuos en la búsqueda de información, o en la exploración tendiente a lograr una mejor comprensión o entendimiento compartido de un concepto, problema o situación.

Los autores coinciden en que, como su nombre lo dice, hay que colaborar ya sea en parejas o en equipos trabajos para poder construir el conocimiento. Según Lucero, M. (2003) las ventajas del aprendizaje colaborativo con respecto a la ejecución de tareas grupales son:

- Promueve el logro de objetivos cualitativamente más ricos en contenido, pues reúne propuestas y soluciones de varias personas del grupo.
- Se valora el conocimiento de los demás miembros del grupo.
- Incentiva el desarrollo del pensamiento crítico y la apertura mental.
- Permite conocer diferentes temas y adquirir nueva información.
- Fortalece el sentimiento de solidaridad y respeto mutuo, basado en los resultados del trabajo en grupo.

Aumenta:

- El aprendizaje de cada uno debido a que se enriquece la experiencia de aprender.
- La motivación por el trabajo individual y grupal.
- El compromiso de cada uno con todos.
- La cercanía y la apertura.
- Las relaciones interpersonales.
- La satisfacción por el propio trabajo.
- Las habilidades sociales, interacción y comunicación efectivas.
- La seguridad en sí mismo.
- La autoestima y la integración grupal.
- Disminuye:
  - Los sentimientos de aislamiento.
  - El temor a la crítica y a la retroalimentación.

Esta forma de aprender falla cuando existen diferencias o dificultades en el entendimiento entre los miembros del grupo, cuando un alumno manifiesta estar de

acuerdo, sin necesariamente tratar de entender el punto de vista del otro, o un alumno persuade a otro sin que este último haya entendido por completo la idea. Dando como resultado espacios de colaboración que no conducen a un aprendizaje como se espera (Cabrera, E., 2008, citado por Lillo, F., 2013).

Aprendizaje Basado en Investigación.- El Instituto Tecnológico Superior de Cajame (2012), define al aprendizaje basado en investigación (ABI) es un enfoque didáctico que permite hacer uso de estrategias de aprendizaje activo para desarrollar en el estudiante competencias que le permitan realizar una investigación creativa en el mundo del conocimiento. Su propósito es vincular los programas académicos con la enseñanza. Esta vinculación puede ocurrir ya sea como parte de la misión institucional de promover la interacción entre la enseñanza y la investigación, como rasgo distintivo de un programa curricular, como parte de la estrategia didáctica en un curso, o como complemento de una actividad específica dentro de un plan de enseñanza.

Guerrero, L. & Terrones, D. (2003), expresan lo siguiente; el aprendizaje por investigación consiste en realizar procesos de investigación en ámbitos de interés para los alumnos; construyendo respuestas a interrogantes basándose en hechos o vivencias.

En el mismo menciona cinco pasos que el estudiante debe seguir siempre con la guía del docente:

- Identificar la pregunta o problema.
- Formular hipótesis.
- Recolectar y presentar datos.
- Evaluar la hipótesis.
- Sacar conclusiones.

Algunas de las ventajas que ABI puede desarrollar en los estudiantes que trabajan con estas estrategias son, entre otras, el que desarrolla la capacidad de innovar a través de la interdisciplinariedad; desarrolla el pensamiento crítico, favoreciendo la objetividad y la tolerancia, así como la capacidad de investigar y aprender de forma auto-dirigida. Mediante la investigación, el estudiante desarrolla habilidades que le

permiten construir su conocimiento, convirtiéndose en una parte activa de su propio proceso de aprendizaje (Instituto Tecnológico Superior de Cajame, 2012).

Esta estrategia prepara a los niños para afrontar retos de la vida cotidiana, pues a diario enfrentan problemas cuya solución no vendrá del cielo, sino de sus esfuerzos de búsqueda, reflexión e imaginación, de su habilidad para utilizar todo lo que saben y toda la información que sepan encontrar. Y es que investigar no es solo realizar experimentos científicos en el aula. Son infinitos los problemas que se pueden investigar con interés. Sólo se recomienda al docente seleccionar con cuidado estos problemas y presentarlos, además, de manera motivadora, para despertar el interés y la curiosidad (Guerrero, L. & Terrones, D. 2003).

La investigación formativa en el proceso de aprendizaje está orientada a que el estudiante, sea una persona reflexiva y dinámica, capaz de desempeñar un papel protagónico en la concepción de "Asumir los problemas pedagógicos y de proponer alternativas de solución y de transformación de la realidad escolar" en pro de producir conocimiento y la aventura crítica a través del desarrollo de las diferentes disciplinas del saber, con el propósito de cimentar el espíritu investigativo y darle fuerza y sentido al trabajo didáctico que se ejecuta en el aula y fuera de ella; resumiendo, la investigación entendida como una aventura crítica en la cual se remueven convicciones y todo tipo de obstáculos conscientes o inconscientes, se examinan ideas y procedimientos, se proponen nuevas miradas y se construyen nuevos objetos - como un medio o recurso de formación , la cual, enriquecida con otros medios, favorece el acceso a nuevas posturas hermenéuticas y críticas (Díaz, 2000, citado por Rojas, G. 2009).

Así pues, la investigación en la institución se concibe como una estrategia metodológica que conlleva a la indagación, la interrogación y el cuestionamiento de las prácticas desarrolladas al interior de cada disciplina, con el propósito de ir inculcando en docentes y estudiantes el espíritu investigativo como herramienta básica para fomentar la curiosidad y el afán por conocer la realidad educativa de forma racional y objetiva. En tal sentido, convertir la escuela en un escenario para la investigación y la producción de conocimiento, es uno de los propósitos y retos más



importantes para lograr el mejoramiento de la calidad educativa en los diferentes niveles de la educación pública y privada Rojas, G. (2009).

Aprendizaje por Discusión o Debate.- Consiste en defender un punto de vista acerca de un tema controversial, bajo la conducción de una persona que hace de interrogador. Permite aprender a discutir y convencer a otros, a resolver problemas y reconocer que los conflictos pueden ayudarnos a aprender cosas nuevas y mejorar nuestros puntos de vista. Enseña a ponerse en el lugar del otro, a escuchar y respetar opiniones diferentes a las propias. Guerrero, L. & Terrones, D. (2003).

El debate como método de enseñanza y aprendizaje o como praxis cotidiana, compromete no sólo el manejo de un conjunto de directrices teórico metodológicas, sino que por sobre todo, pone en juego el núcleo y sustancia misma de los procesos que posibilitan la emergencia del sujeto humano. El debate viene a reponer el vacío dialógico existente en las interacciones educativas. Se ha hecho frecuente escuchar en muchos estudiantes el juicio sobre la importancia de participar. Y hablan de una forma de participación relevante; siendo argumentativamente competentes, estando debidamente informados y protegidos de las inyectivas del poder aplastante de la cultura. (MINEDUC, 2004).

Para que un debate en clase resulte de utilidad, es necesario prepararlo y organizarlo previamente: acorde el tema sobre el que se va a tratar, con el fin de que los grupos que debatan tengan tiempo de prepararlo, establecer la duración del debate, elegir el moderador, que será uno de los alumnos propuestas por el grupo, cuya actitud debe ser imparcial. Este será el encargado de ordenar los turnos de cada palabra, encauzar la discusión y evitar divagaciones; también se elegirá entre los alumnos al secretario, para tomar apuntes de las ideas contrapuestas y de las conclusiones.

Guerrero, L. & Terrones, D. (2003), menciona que dicha estrategia se puede emplear desde los primeros grados, siendo cada vez menor la intervención de docente como monitor o facilitador de la discusión. No es una técnica de comprensión del aprendizaje, es más bien una pedagogía que promueve el aprendizaje a través de la participación activa en el intercambio y elaboración de ideas, así como en la información múltiple.

Ventajas:

- Observar habilidades del alumno para argumentar sobre el tema a discutir.
- Permite abordar el problema desde diferentes perspectivas.
- Obliga a tomar diferentes posturas sobre un tema.

Desventajas:

- Necesidad de atención total por parte del maestro y de organización de observadores.
- Fácilmente el grupo se puede salir de control.

Aprendizaje por Inducción.- Consiste en formular y/o analizar conceptos o principios, partiendo de hechos reales. A partir de ejemplos o experiencias, hacemos preguntas que llevan a reflexionar, discutir y comprender ideas o nociones o demostrar ciertas capacidades. El éxito depende de la calidad de los ejemplos o experiencias elegidas, y del arte para formular preguntas y crear un clima de diálogo. Exige más tiempo que la enseñanza directa, pero posibilita altos niveles de motivación, concentración y comprensión del alumno. (Guerrero, L. & Terrones, D. 2003).

Según Chalmers, F. (2000), lo atractivo del inductivismo es que las leyes y teorías que constituyen el conocimiento científico se derivan por inducción a partir de una base de hechos suministrada por la observación y la experimentación (inducción). Una vez que se cuenta con este conocimiento general, se puede recurrir a él para hacer predicciones y ofrecer explicaciones (deducción).

El problema de la Inducción es que la validez y la justificabilidad de su principio pueden ponerse en duda. En relación a la validez, se sostiene que las argumentaciones lógicas válidas se caracterizan por el hecho que si la premisa es verdadera, la conclusión debe ser verdadera. Esto es lo propio en las argumentaciones deductivas. Pero las argumentaciones inductivas no son argumentaciones lógicamente válidas. Podría darse el caso de conclusiones falsas con premisas verdaderas, sin que esto constituya una contradicción. Respecto a la justificabilidad, los inductivistas emplean la inducción para justificar la inducción, lo que constituye una definición circular Pagot, M. (2005).

Esta estrategia aporta al desarrollo de competencias porque favorece la comprensión de cierta información, sea que resulte indispensable para la solución de un problema; sea que requiera para mejorar el actual desempeño. Obviamente, el

desarrollo pleno de una competencia requiere ser complementada con otro tipo de experiencias de aprendizaje (Guerrero, L. & Terrones, D. 2003).

El método inductivo se conoce como experimental y sus pasos son:

- Observación,
- Formulación de hipótesis,
- Verificación,
- Tesis,
- Ley,
- Teoría.

Las conclusiones inductivas sólo pueden ser absolutas cuando el grupo a que se refieran sean pequeño: por ejemplo, si uno advierte que todos los alumnos de pelo rizado de un grupo escolar lograron en ortografía calificaciones superiores a las del promedio, una conclusión legítima será que todos los morenos de ese grupo muestran calificaciones superiores a las del promedio. Pero no es legítimo extraer conclusiones acerca de las calificaciones en ortografía de los pelirrojos en otros grupos ni en grupos futuros Dávila, G. (2006).

Las diferentes estrategias presentadas, tienen en común la tarea de contribuir favorablemente al proceso de enseñanza aprendizaje, teniendo en sí, elementos que, según el contexto donde se desarrollen, una es de mayor utilidad que la otra.

Después de haber considerado diferentes tipos de estrategias para el proceso de enseñanza aprendizaje, y al analizar las encuestas realizadas a los alumnos del primer semestre de la Facultad de Ingeniería Industrial, se detectó que el 43% de estudiantes no se siente cómodo con la forma de enseñar del docente, que el 60% manifiesta que no se trabaja en el aula de clases con problemas aplicados a la carrera, ocasionando que solo el 29% de los encuestados sientan agrado hacia la asignatura y hacia las diferentes operaciones con matrices.

De acuerdo con el sustento teórico presentado y de la realidad que se muestra en los estudiantes del primer semestre de la carrera de Ingeniería Industrial surge la necesidad de la elaboración de una alternativa metodológica, el autor de este trabajo se basará fundamentalmente en el aprendizaje basado por problemas ya que se

detectó que se está fallando en la aplicación de matrices a la resolución de problemas enfocados la carrera de Ingeniería Industrial.

## **1. 2 Las matrices y la resolución de problemas.**

Luzardo, D. & Peña, A. (2006) menciona que el primero en usar el término “matriz” fue el matemático inglés James Joseph Sylvester (1814-1897) en 1850, quien definió una matriz como un “*oblong arrangement of terms*” (arreglo cuadrilongo de términos). A su regreso a Inglaterra en 1851, luego de un periodo migratorio en América, Sylvester establece contacto con Cayley, un joven abogado quien compartía su interés por la Matemática y que pronto se dedicaría exclusivamente a ella.

Cayley rápidamente entendería la importancia del concepto de matriz y por el año de 1853 publica una nota en donde aparece por vez primera la inversa de una matriz. Más tarde, en 1858, publica su “*Memoir on the theory of matrices*”, la cual contiene la primera definición abstracta de matriz y donde se muestra que los arreglos de coeficientes estudiados anteriormente para las formas cuadráticas y las transformaciones lineales son casos especiales de este concepto general.

Asimismo, Cayley desarrolla el Álgebra Matricial definiendo las operaciones básicas de suma, multiplicación y multiplicación por escalares, así como la inversa de una matriz invertible, junto con una construcción de la inversa de una matriz invertible en términos de su determinante y prueba que, en el caso de matrices  $2 \times 2$ , una matriz satisface su propia ecuación característica. Además, señala que tiene chequeado este resultado para matrices  $3 \times 3$ , indicando su demostración (Luzardo, D. & Peña, A. 2006).

Luzardo, D. & Peña, A. (2006) menciona que en 1870, el matemático francés Camille Jordan (1838-1922) publica su “*Traité des substitutions et des équations algébriques*”, en donde estudia una forma canónica para sustituciones lineales sobre cuerpos finitos de orden primo. En este contexto aparece por vez primera lo que hoy conocemos como la forma canónica de Jordan. Una presentación clásica de este importante resultado sobre un cuerpo arbitrario.

Arthur Cayley es considerado como el fundador de la teoría de matrices, aunque históricamente fueron los matemáticos chinos los pioneros en esta materia y el término matriz es debido a Sylvester. Uno de los principales méritos de Cayley fue la

introducción de las operaciones básicas de suma y multiplicación de matrices, aunque indicios de estas ya aparecen en trabajos anteriores de Euler, Lagrange y Gauss. Cayley probó además que la multiplicación de matrices es asociativa e introduce las potencias de una matriz, así como las matrices simétricas y antisimétricas. Por tanto, siendo fiel a la Historia de la Matemática, Cayley merece ser considerado como el fundador del Álgebra de Matrices según Luzardo, D. & Peña, A. (2006).

Las operaciones con matrices es fundamental en el Álgebra Lineal, debiendo así los futuros ingenieros adquirir todos los conocimientos para poder avanzar con los contenidos posteriores de la asignatura. Por todas sus aplicaciones en los contenidos más avanzados del mismo, y en las demás asignaturas que se verán, es por esto que, resulta ser las matrices, el cimiento de una buena formación matemática para los ingenieros industriales.

Para Ortega, P. (2002), la enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal está frecuentemente asociada con procesos de aprendizaje memorístico que ofrecen una pobre visión de estos contenidos, lo cual obliga a realizar una fuerte revisión de su concepción, encaminada a ofrecer una visión más global y más profunda de la misma. Además, es muy frecuente que los conceptos del Álgebra Lineal se adquieran como formas sin contenido, es decir, un conjunto de relaciones simbólicas vacías de significado. De ahí, que los problemas algebraicos a veces carezcan del sentido necesario para la adquisición de un aprendizaje significativo.

En el proceso de enseñanza aprendizaje del contenido de matrices correspondiente a la asignatura Algebra Lineal, resulta de gran importancia la aplicación de métodos algorítmicos en la resolución de problemas, ya sea como parte de la consolidación de los contenidos o la adquisición de los mismos. Bien así para el proceso de resolución de problemas, los autores Bados, A. & García, E. (2014) en su texto “Resolución de Problemas”, mencionan que se han distinguido dos componentes en este proceso que son:

Primero la orientación o actitud hacia los problemas, que refleja una actitud general hacia los problemas. Segundo las habilidades básicas de resolución de problemas: definición y formulación del problema, generación de soluciones alternativas, toma de

decisión, aplicación de la solución y comprobación de su utilidad. A continuación se presentan los elementos de estos componentes:

Orientación o actitud hacia los problemas:

- Percepción del problema.
- Atribución del problema.
- Valoración del problema.
- Control personal.
- Compromiso de tiempo y esfuerzo.

Habilidades básicas de resolución de problemas:

Fase 1. Definición y formulación del problema.

- Recogida de información pertinente.
- Comprensión del problema.
- Establecimiento de metas.
- Reevaluación del problema.

Fase 2. Generación de soluciones alternativas.

- Especificidad.
- Principio de cantidad.
- Principio de dilación de la crítica.
- Principio de variedad.
- Mejora de las soluciones mediante combinaciones, modificaciones e imaginación.
- Búsqueda de ayuda en caso necesario.

Fase 3. Toma de decisión.

- Criba preliminar.
- Anticipación de los resultados de las posibles soluciones.
- Evaluación (juicio y comparación) de las posibles soluciones.
- Elección de un plan de solución.
- Elaboración de un plan de acción.

Fase 4. Aplicación de la solución y comprobación de su utilidad.

- Aplicación o puesta en práctica de la solución.
- Autorregistro.

- Autoevaluación.

Existen varios autores que a lo largo de la historia han dado sus definiciones como los citados por Riverón, O. & Martín, J. (2000) donde mencionan que Halmos (1980) sugirió que resolver problemas es el corazón de las matemáticas. Kleiner (1986) enfatizó que el desarrollo de conceptos y teorías matemáticas se originan a partir de un esfuerzo por resolver un determinado problema. En el análisis de " la historia de las matemáticas" se puede constatar que los avances matemáticos casi siempre se originan en un esfuerzo por resolver un problema específico. En la didáctica de la matemática, el uso de los diversos problemas se representa en las tareas, los ejemplos de clase y los exámenes.

Hernández, V. & Villalba, M. (1994) en su texto "George Pólya: El Padre de las Estrategias para la Solución de Problemas" manifiestan que la más grande contribución de Pólya en la enseñanza de las matemáticas es su Método de Los Cuatro Pasos para resolver problemas, también presentan un breve resumen de estos cuatro pasos:

Paso 1: Entender el Problema:

¿Entiendes todo lo que dice?

¿Puedes replantear el problema en tus propias palabras?

¿Distingues cuáles son los datos?

¿Sabes a qué quieres llegar?

¿Hay suficiente información?

¿Hay información extraña?

¿Es este problema similar a algún otro que hayas resuelto antes?

Paso 2: Configurar un Plan:

¿Puedes usar alguna de las siguientes estrategias? (Una estrategia se define como un artificio ingenioso que conduce a un final).

- Ensayo y Error (Conjeturar y probar la conjetura).
- Usar una variable.
- Buscar un Patrón.
- Hacer una lista.
- Resolver un problema similar más simple.

- Hacer una figura.
- Hacer un diagrama.
- Usar razonamiento directo.
- Usar razonamiento indirecto.
- Usar las propiedades de los números.
- Resolver un problema equivalente.
- Trabajar hacia atrás.
- Usar casos.
- Resolver una ecuación.
- Buscar una fórmula.
- Hacer una simulación.
- Usar un modelo.
- Usar análisis dimensional.
- Identificar sub-metas.
- Usar coordenadas.
- Usar simetría.

### Paso 3: Ejecutar el Plan:

Implementar la o las estrategias que escogiste hasta solucionar completamente el problema o hasta que la misma acción te sugiera tomar un nuevo curso.

Concédete un tiempo razonable para resolver el problema. Si no tienes éxito solicita una sugerencia o haz el problema a un lado por un momento (¡puede que "se te prenda el foco" cuando menos lo esperes!).

No tengas miedo de volver a empezar. Suele suceder que un comienzo fresco o una nueva estrategia conducen al éxito.

### Paso 4: Mirar hacia atrás:

¿Es tu solución correcta?

¿Tu respuesta satisface lo establecido en el problema?

¿Adviertes una solución más sencilla?

¿Puedes ver cómo extender tu solución a un caso general?

En el aula de clases el docente puede, una vez teniendo pleno conocimiento de los pasos planteados para resolver problemas, aplicarlos en la clase de Álgebra Lineal,



específicamente en las matrices y sus diferentes operaciones, para así dejar de lado los métodos tradicionalista que ocasionaron que solo el 21% de los estudiantes encuestados no se le dificulte la asignatura.

Una vez planteado un problema, cómo el docente podrá saber que el mismo estará bien formulado, pues para eso se presentará a continuación unas características básicas de un problema bien formulado que Guerrero, L. & Terrones, D. (2003), en su texto “Repertorio de Estrategias Metodológicas” mencionan lo siguiente:

- Es un desafío interesante para los estudiantes: Es imprescindible que el problema planteado sea sentido por los alumnos como un desafío, despierte su interés por analizar todos sus aspectos, active su capacidad creativa. El problema debe conectarse a sus intereses y necesidades, pues no todo lo interesante para el docente lo es para los alumnos.
- Parte de hechos de la vida real: Basarse en problemas reales no sólo ayuda a que los estudiantes vean la importancia de su actividad, sino que permite vivenciar la manera como los profesionales analizan y diseñan soluciones a sus problemas. Estos hechos pueden referirse a eventos locales, nacionales, internacionales o a experiencias de los estudiantes.
- Promueve la investigación: No toda la información que se necesita para resolver el problema está en su enunciado ni en uno o dos textos. El problema debe motivar a los estudiantes a investigar, explorar nuevas fuentes de información, seleccionar los datos más importantes, formular juicios y acordar decisiones en base a la información elegida.
- Posibilita el aprendizaje de conceptos y el manejo de información básica: El proceso de solución de problemas no posterga el aprendizaje de conceptos o información. Por el contrario, es muy necesario proponer problemas cuya solución haga necesaria la búsqueda de nueva información, conceptos, teorías, principios o postulados básicos.
- Genera soluciones a nivel de ideas y/o productos: La solución de los problemas puede expresarse en ideas o en productos concretos. Las ideas que se proponen como solución, pueden confirmar o contradecir las hipótesis iniciales. No es un requisito llegar a una sola solución, el problema puede

tener más de una. Los productos que se proponen como solución pueden ser artículos, objetos, publicaciones o materiales creados por los alumnos como resultado de su investigación.

### **1. 3 Las matrices en la carrera de Ingeniería Industrial.**

En la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, en la carrera de Ingeniería Industrial, según la malla curricular de la misma, en el primer semestre se encuentra la asignatura de Álgebra Lineal, con un total de 5 créditos que deberán ser cumplidos por los estudiantes para aprobar la misma. Aquí es donde los futuros profesionales adquirirán las bases para las próximas asignaturas que verán a lo largo de la carrera las cuales se presentarán con procedimientos mucho más complejos.

La asignatura de Álgebra Lineal, pertenece al eje de formación profesional de los ingenieros industriales, y se enmarca en el área de conocimiento de las ciencias exactas porque intenta describir y explicar fenómenos, en alguno de los casos abstractos, que requieren de cálculos y procedimientos numéricos. Incluye componentes teóricos y prácticos para proporcionar al estudiante conceptos básicos, razonamientos y precisión que le servirán de marco en su desempeño profesional para identificar, plantear y resolver problemas. El Álgebra Lineal es parte del desarrollo del ingeniero, invitándolo a salir de lo que se le ha enseñado, pero a partir de las mismas bases, y resolver lo que se le pone de frente.

En la primera unidad del Álgebra Lineal de la carrera de Ingeniería Industrial contempla los sistemas lineales y determinantes, donde los estudiantes aprenderán a resolver sistemas lineales a través de la regla de Cramer y a graficar con precisión, también podrán aplicar los diversos métodos numéricos para resolver sistemas lineales de 3 variables y de n-número de variables.

En la segunda unidad es donde los estudiantes aprenderán sobre el Álgebra de Matrices y Matrices Inversas, es aquí donde ellos podrán realizar las diferentes operaciones matriciales como lo son la suma, la resta, el producto, y cálculo de inversa de matrices y sus diferentes axiomas, también podrán aplicar la inversa de una matriz en la resolución de sistemas lineales de ecuaciones.

En la tercera unidad una vez habiendo aprendido lo antes mencionado, procederán a aplicar dichos conocimientos en los vectores en  $R^2$  y  $R^3$ , donde estudiarán las

propiedades de dichos vectores y los diferentes axiomas de los espacios vectoriales. Por último en la cuarta unidad según los contenidos de la malla curricular, los estudiantes aprenderán lógica matemática.

La ingeniería industrial hoy en día se encuentra como una de las carreras más solicitadas ya que tiene una amplia bolsa de trabajo y muchas opciones de dirección profesional. El Álgebra Lineal para resolver ecuaciones lineales se usa en muchísimos problemas por ejemplo resolver un circuito eléctrico, un sistema de cargas sobre vigas o una regresión lineal.

En control industrial se usa para expresar y solucionar modelos de estado, en problemas de producción se utiliza para optimizar sistemas logísticos y productivos para que sean más eficientes, en el área de cálculo de estructuras, mecánica de fluidos y transferencia de calor se utiliza para solucionar los modelos por las técnicas de elementos finitos.

El Instituto Tecnológico De Tuxtla Gutiérrez (2014), manifiesta que un ingeniero industrial se encarga de analizar y establecer estrategias de optimización en cualquier operación, es por ello que lleva a la práctica la investigación de operaciones que consiste en utilizar modelos matemáticos, estadísticos, hasta temas algebraicos como matrices, con objeto de encontrar solución óptima a un determinado problema.

También el ingeniero industrial desempeña muchos cargos en el mundo laboral desde industria pesada hasta bancos y hospitales, en el caso de la industria es necesario tener los conocimientos de la demanda del mercado para poder maximizar sus utilidades, es por ello que para obtener dichos datos es necesario saber temas fundamentales como el manejo de matrices ya que en base a ello podremos obtener resultados que beneficien no sólo al vendedor sino también al consumidor.

El ingeniero industrial ubicado en el área de la logística está a cargo del abastecimiento, movimiento o distribución y venta del producto o servicio. Mediante matrices de incidencia (matrices donde sus elementos sólo pueden ser unos y ceros) de una red de transporte es posible determinar las diferentes rutas que pueden conectar un destino con otro u otros destinos, para poder programar la logística de

distribución de una empresa a sus consumidores que permita obtener una optimización sobre las variables que determina una ventaja competitiva.

La ingeniería industrial se ocupa del desarrollo de equipamiento, energía y procesos de distintos materiales para su fabricación, es por ello que para lograrlo se les indica qué operario debe trabajar, en qué máquina y cuál de ellos no será asignado a ninguna, para establecer esto se utiliza matrices la cual estará establecida por cuatro operarios y tres máquinas, cada cero que obtengamos en la matriz significará que puede ser asignada esa fila a esa columna, cuando se tacha es porque ya fueron asignadas y cuando todas quedan asignadas es porque el problema ha finalizado, llegando a una solución óptima según el Instituto Tecnológico De Tuxtla Gutiérrez (2014).

### **Conclusiones del capítulo.**

En este capítulo se analizaron los fundamentos teóricos según varios autores, las diferentes estrategias del proceso de enseñanza aprendizaje, lo cual permitió observar la importancia que resulta en dejar de emplear métodos tradicionales y aplicar diferentes estrategias para el proceso de enseñanza aprendizaje según las necesidades del contexto en que se desarrolle.

Se identificó lo importante que resulta en la carrera de Ingeniería Industrial la aplicación de problemas para el proceso de enseñanza - aprendizaje relacionado con el contenido de matrices correspondiente a la asignatura Álgebra Lineal, que se presentan en la vida diaria como profesionales. Se pudo observar aplicaciones del Álgebra Lineal para un ingeniero industrial y en específico las matrices que sirven de base para la misma, por eso resulta muy importante para la carrera.

Del estudio realizado se evidenció que la resolución de problemas sirve a los estudiantes para que desarrollen su razonamiento, a reflexionar y a aprender a pensar en un nivel más productivo aplicativo, sirve como fundamento esencial para el desarrollo de una alternativa metodológica en el primer semestre de la carrera de ingeniería industrial que se desarrollará en el siguiente capítulo.

## **CAPÍTULO 2: ALTERNATIVA METODOLÓGICA PARA EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE MATRICES EN LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.**

En este capítulo se presenta inicialmente la fundamentación teórica que forma parte de la construcción de la alternativa metodológica ya valorados en epígrafes anteriores. A continuación se presenta la alternativa metodológica propuesta para el proceso de enseñanza aprendizaje del contenido de matrices correspondiente a la asignatura Álgebra Lineal en el primer semestre de la carrera de Ingeniería Industrial. Finalizando con el análisis de la factibilidad de la misma a través del criterio de expertos.

### **2.1 Fundamentación de la alternativa metodológica para el proceso de enseñanza aprendizaje de matrices.**

La investigación realizada mediante los diferentes procesos a lo largo de la misma, se pudo lograr identificar un conjunto de insuficiencias: deficiente metodología de enseñanza, no se vincula la asignatura del Álgebra Lineal con la vida profesional del ingeniero industrial, falta de predisposición por aprender la asignatura, entre otras, durante el proceso de enseñanza aprendizaje en la asignatura, específicamente en los contenidos de matrices en el primer semestre de la carrera de Ingeniería Industrial, las cuales no permiten que los estudiantes alcancen tener los conocimientos de forma sólida y sostenible a lo largo de los estudios de la carrera.

Las insuficiencias mencionadas se toman como punto de partida, teniendo en cuenta las diferentes estrategias que se pueden emplear en el proceso de enseñanza aprendizaje identificadas en el capítulo I, para la elaboración de una alternativa metodológica que conlleve, a que el proceso de enseñanza aprendizaje de las matrices se realice con la aplicación de resolución de problemas aplicados a la vida laboral, contribuyendo a la formación integral de profesionales en Ingeniería Industrial.

Por alternativa se asume la definición del diccionario de la Real Academia Española de la Lengua quien la define como las opciones entre dos o más cosas, o cada una de las cosas entre las cuales se opta. Así mismo Advine, R. (2004), contribuye

mencionando que cualquier alternativa debe centrar sus exigencias didácticas en integrar acciones que logre entre otras cosas potenciar el papel activo del estudiante, estimulando el pensamiento crítico y reflexivo, para lograr vincular los contenidos con la vida laboral.

La alternativa metodológica propuesta se sustenta en los siguientes fundamentos pedagógicos, psicológicos y filosóficos que a continuación se presentan:

- El enfoque histórico – cultural de Vigotsky, L.
- El aprendizaje significativo propuesto por Ausubel, D.
- La resolución de problemas basados en Polya, Schoenfeld, Campitrous y Rizo.

El enfoque histórico – cultural de Vigotsky, L., resulta esencial como sustento teórico para la elaboración de la alternativa metodológica propuesta para el proceso de enseñanza aprendizaje del contenido de matrices correspondiente a la asignatura Álgebra Lineal, debido a su concepción psicológica con implicación pedagógica aportando al desarrollo integral de la personalidad.

Durante el proceso de enseñanza aprendizaje es donde se debe poner mayor énfasis el desarrollo de las esferas de la personalidad, es donde la enseñanza guía al desarrollo, a la vez que proporciona a los estudiantes conocimientos para tener mejor y mayor comprensión del mundo en general.

Una de las nociones del enfoque histórico – cultural que más aplicaciones tiene en la educación es la noción de la Zona del Desarrollo Próximo, que según Vigotsky, L. (1987), es la distancia entre el nivel de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía del adulto en colaboración con otro compañero más capaz.

Se debe afirmar que el profesor debe procurar, en el proceso de enseñanza aprendizaje, la zona del desarrollo potencial de sus estudiantes, es aquí donde debe emplear las herramientas más eficientes para favorecer al plano intrapsicológico que representa lo que el sujeto puede realizar por sí mismo, y al plano interpsicológico que es el espacio en el cual el sujeto realiza las tareas con ayuda de otros, que de alguna manera las dominan mejor que él.

En cuanto al aprendizaje significativo que tiene como referente a Ausubel, D. (1976), quien lo define como el proceso según el cual se relaciona un nuevo conocimiento o una nueva información con la estructura cognitiva de la persona que aprende de forma no arbitraria y sustantiva o no literal. Esa interacción con la estructura cognitiva no se produce considerándola como un todo, sino con aspectos relevantes presentes en la misma, que reciben el nombre de subsumidores o ideas de anclaje.

Entonces el autor de este trabajo, sostiene que se puede decir que el aprendizaje del alumno depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información. Aunque de dicha estructura cognitiva, no se trata de solo conocer sobre la cantidad de información que posee, sino de cuáles son, en este caso, los conceptos y procesos algebraicos que maneja.

Por tanto, el trabajo del profesor ya no se verá como una labor que debe desarrollarse con aprendizajes de los estudiantes que comienzan sin conocimientos previos, ya que ellos tienen una serie de experiencias y conocimientos que influyen en su aprendizaje, para poder ser aprovechados para su beneficio.

Según Ausubel, D. (1976) citado por Pozo, J. (2006), afecta Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente. Esto indica claro que para Ausubel lo más relevante es conocer sobre lo que ya sabe el estudiante y a partir de dicho conocimiento continuar en el avance de los contenidos.

También para que el estudiante pueda realizar aprendizajes significativos Ausubel plantea dos condiciones relevantes: en cuanto al material y en cuanto al estudiante:

- En cuanto al material menciona que debe existir significatividad lógica de la materia, es decir que los contenidos tengan una secuencia lógica, que el material utilizado sea relevante y la terminología sea adecuada al nivel del alumno.
- En cuanto al estudiante sostiene que debe existir significatividad psicológica es decir que en la estructura cognitiva existan conocimientos previos para poder relacionar los conocimientos nuevos, y predisposición es decir que el alumno tenga una predisposición para construir significados que si no la tiene,

no estará motivado, no habrá mucho que hacer; ni siquiera servirá el material utilizado.

Lo anterior deja claro que si no se logra dar un equilibrio entre el conocimiento previo y el nuevo, el aprendizaje significativo no tendrá éxito. Otro aspecto a destacar aquí es que se infieren dos cosas importantes de las condiciones planteadas por Ausubel, la primera se centra en la actividad del profesor y la segunda actividad en la del estudiante.

Por lo cual el autor de esta investigación considera necesario la incorporación de estos estudios en la elaboración de la alternativa metodológica propuesta, para el proceso de enseñanza aprendizaje de matrices, y así se pueda construir bases sólidas en los conocimientos de los estudiantes, ya que dichos contenidos son fundamentales en la formación de un ingeniero industrial.

Finalmente la resolución de problemas, con aportes importantes de varios autores a lo largo de los años han propuesto estrategias y métodos para una correcta resolución de los mismos, mostrando la importancia que tiene el incluir la aplicación de resolución de problemas en los procesos de enseñanza aprendizaje, ya sea para la adquisición de los mismos o como una forma de consolidar los contenidos ya previamente estudiados.

Para Polya, G. (1994), resolver un problema es encontrar un camino allí donde no se conocía camino alguno, encontrar la forma de salir de una dificultad, de sortear un obstáculo, conseguir el fin deseado que no es conseguible de forma inmediata utilizando los medios adecuados. Siendo Polya el propulsor de los estudios en cuanto a la resolución de problemas, no fue el único, pero el referente para sus continuadores.

El aprendizaje basado en problemas con los cuatro pasos de resolución propuesto por Polya, G. (1975), expuestos en la presente investigación en el capítulo 1, fue el sustento para que Schoenfeld, A. (1985), propusiera su propio método para resolver problemas que también consta de cuatro pasos pero de una forma más explícita y acabadas en el orden de aplicación, ya presentados en el capítulo anterior. El mismo que sostiene que la resolución de problemas como: el uso de problemas o proyectos



difíciles por medio de los cuales los estudiantes aprenden a pensar matemáticamente.

Para Polya, J. (1954), citado por Ferrer, M. (2005), menciona que para un matemático, que es activo en la investigación, la matemática puede aparecer algunas veces como un juego de imaginación: hay que imaginar un teorema matemático antes de probarlo; hay que imaginar la idea de la prueba antes de ponerla en práctica. Entonces si el aprendizaje de la matemática tiene que ver con el descubrimiento, a los estudiantes se les debe brindar la oportunidad de resolver problemas en los que primero imaginen y luego prueben alguna cuestión matemática adecuada a su nivel.

También como sustento teórico para la elaboración de la alternativa metodológica propuesta se toma en consideración los aportes de Campistrous, L. y Rizo, C. (1997) quienes plantean que un problema es toda situación en la que hay un planteamiento inicial y una exigencia que obliga a transformarlo. La vía para pasar de la situación o planteamiento inicial a la nueva situación exigida tiene que ser desconocida y la persona debe querer hacer la transformación.

Por lo consiguiente la solución de un problema no debe entenderse como un momento final, más bien como todo un complejo proceso de búsqueda, encuentros, avances y retrocesos en el trabajo mental. Este complejo proceso de trabajo mental se materializa en el análisis de la situación ante la cual uno se halla: en la elaboración de hipótesis y la formulación de conjeturas; en el descubrimiento y selección de posibilidades; en la previsión y puesta en práctica de procedimientos de solución según Labarrere, A. (1988).

Según lo analizado el autor de esta investigación resalta lo necesario que resulta la inclusión de la resolución de problemas en el proceso de enseñanza aprendizaje de matrices, aunque los problemas que se planteen deban ser difíciles para que atraiga, no deben ser inalcanzables para que no ridiculicen sus esfuerzos.

## **2.2 Presentación de la alternativa metodológica propuesta.**

Para la elaboración de la alternativa metodológica propuesta para el proceso de enseñanza aprendizaje de matrices se toma como base la estructura de la Teoría de

la Actividad propuesta por Leontiev, A. (1959), la cual contempla tres etapas: Orientación, Ejecución, y Control.

**Primera etapa: Orientación.**

La primera etapa, según la estructura de la misma, es la **Orientación**, las actividades que corresponden se describen a continuación:

Primer momento: se toma como punto de partida el diagnóstico, el mismo que se puede realizar en base a la elaboración de un instrumento de evaluación, que le permita al profesor conocer la realidad en cuanto a los conocimientos del grupo de estudiantes, para tomarlo como punto de partida para el avance de los nuevos contenidos.

En este momento es que comienza la preparación que realiza el profesor para el tratamiento metodológico del sistema de clases, que comienza con el análisis del plan de estudio, perfil profesional entre otros.

Segundo momento: se procede ahora con la planificación, en este momento se debe prestar mucha atención por parte del profesor con relación a los contenidos a impartirse en la asignatura, para ello se deberá tener en cuenta algunos documentos de la carrera como por ejemplo la misión, visión, malla curricular, entre otros, y así poder lograr una secuencia lógica en los contenidos, partiendo de lo que el estudiante ya conoce para direccionarlo hacia lo que debe aprender. La bibliografía de los contenidos y materiales que vayan a emplear en cada clase, deben ser relevantes para que tengan significatividad en el futuro profesional de la carrera.

Tercer momento: aquí se procede con el análisis, una vez realizado el diagnóstico y la planificación de los contenidos a emplear durante el desarrollo de los contenidos, el profesor debe analizar teniendo en cuenta ambos aspectos, las posibles alternativas o acciones que contribuyan al proceso de enseñanza aprendizaje.

El profesor teniendo conocimiento claro de los contenidos, de los componentes a emplear y de las vías que le permita a los estudiantes alcanzar aprendizajes significativos, está en condiciones de continuar con la siguiente etapa de la alternativa propuesta.

Esta etapa consiste fundamentalmente en el diagnóstico, el cual permite conocer el nivel de partida de los estudiantes para determinar el estado deseado que queremos

en los estudiantes, el mismo en ocasiones es conocido parcialmente por el docente, toda vez que constituye una situación que tiene un comportamiento aproximadamente similar.

Además permitirá planificar en la ZDP las acciones que deben desarrollarse para lograr el objetivo o meta trazada, para lo que se debe tener en cuenta acciones que impliquen repetición activa de los contenidos o centrarse en partes claves de él, hacer conexiones entre lo nuevo y lo conocido, agrupar la información para que sea más fácil recordarla, estructurar los contenidos de aprendizaje, dividiéndolo en partes e identificando relaciones y jerarquías.

### **Segunda etapa: Ejecución.**

La segunda etapa es la **Ejecución**, siguiendo el orden secuencial de la estructura de la alternativa, las actividades que se proponen son:

Primer momento: en este primer momento se propone comenzar la presentación del tema, continuando dando a conocer el objetivo que se quiere lograr con dicho tema, pero relacionándolo con la importancia que tendrá el mismo vinculándolo con los contenidos posteriores que se desarrollarán, de asignaturas que se estudian en posteriores semestres y las aplicaciones que tendrán en el campo profesional del ingeniero industrial.

En sí, este primer momento trata de que el profesor, a través de una introducción teórica, dé a conocer a los estudiantes lo que se espera lograr en la clase, logrando saber para qué van a necesitar los contenidos que el profesor les impartirá, para que ellos de ese modo se motiven y adquieran mayor interés hacia la asignatura.

También, antes de iniciar de cada clase, y antes de comenzar el planteamiento de un problema a resolver, se recomienda dar a conocer o recordar al grupo de estudiantes, los significados de términos que se van a emplear en los mismos, para lograr así, un mejor entendiendo e interpretación de lo que se les enseña o se pide resolver.

Además para este momento se necesitará que los estudiantes tengan predisposición a aprender durante el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje, ya que si no lo existiera se volvería difícil el desarrollo de los contenidos por más que el docente utilice el mejor método de enseñanza.

Segundo momento: aquí se recomienda dar las herramientas necesarias que los estudiantes necesitarán para dar solución a los problemas que se plantearán. Consiste en la presentación de los procesos algebraicos necesarios en el cuál los estudiantes se apoyarán, teniendo claro dichos procesos, para la resolución de problemas aplicados a su vida profesional.

El profesor antes de continuar, se recomienda emplear preguntas y respuestas con los estudiantes, para que se aclaren cada uno de los procesos algebraicos de resolución que no se hubiesen captado. Se recomienda también, la identificación de estudiantes más capaces o más avanzados de la clase, para formar grupos de trabajo y/o estudio aplicando el aprendizaje colaborativo que contribuya a mejorar el aprendizaje de los estudiantes que se quedan atrás en los contenidos.

Tercer momento: una vez cumplidos los momentos anteriores, se continúa con el planteamiento de problemas aplicados a la profesión para captar mayor interés y dar solución a los mismos, se recomienda que los problemas a utilizar vayan de menos a más en cuanto a la complejidad de los mismos.

Para la resolución de los problemas propuestos, se aconseja emplear los cuatro pasos propuestos por Polya, G., los cuales son:

Paso 1: Entender el Problema:

¿Entiendes todo lo que dice?

¿Puedes replantear el problema en tus propias palabras?

¿Distingues cuáles son los datos?

¿Sabes a qué quieres llegar?

¿Hay suficiente información?

¿Hay información extraña?

¿Es este problema similar a algún otro que hayas resuelto antes?

Paso 2: Configurar un Plan:

¿Puedes usar alguna o algunas de las siguientes estrategias?

- Usar una variable.
- Buscar un Patrón.
- Hacer una lista.
- Resolver un problema similar más simple.

- Hacer una figura.
- Usar razonamiento directo.
- Usar razonamiento indirecto.
- Usar los procesos algebraicos estudiados.
- Trabajar hacia atrás.
- Resolver una ecuación.
- Buscar una fórmula.

En esta etapa se permite brindar al estudiante métodos que faciliten la eficacia en el estudio y alcanzar con menor esfuerzo un rendimiento mayor con mayor satisfacción personal (saber), a la vez la que la capacidad del estudiante en el estudio se explota adecuadamente (poder), garantizando que el estudiante conozca el esfuerzo que requiere una actividad y que utilice los recursos para realizarla. Consigue buenos resultados y esto produce que (al conseguir más éxitos) esté más motivado.

Paso 3: Ejecutar el Plan:

Implementar la o las estrategias que escogiste con los procesos algebraicos aprendidos, hasta solucionar completamente el problema o hasta que la misma acción te sugiera tomar un nuevo curso.

Concédete un tiempo razonable para resolver el problema. Si no tienes éxito solicita una sugerencia o haz el problema a un lado por un momento (¡puede que "se te prenda el foco" cuando menos lo esperes!).

No tengas miedo de volver a empezar. Suele suceder que un comienzo fresco o una nueva estrategia conducen al éxito.

Paso 4: Mirar hacia atrás:

¿Es tu solución correcta?

¿Tu respuesta satisface lo establecido en el problema?

¿Advirtes una solución más sencilla?

¿Puedes ver cómo extender tu solución a un caso general?

**Tercera etapa: Control.**

La tercera etapa de la alternativa metodológica propuesta es el **Control**. Aunque no aparece explícitamente en cada una de sus etapas, cada una de ellas la contempla,

ya que permite conocer al profesor el momento propicio de continuar con cada una de las etapas.

El control en la etapa de Orientación se incluye desde el primer momento, en el cual trata sobre el diagnóstico, porque es la forma de conocer sobre el estado actual de los estudiantes, y finaliza la etapa de tal forma que el profesor analice si está seguro de lo que planteó o formuló para el desarrollo de la clase es lo más adecuado para el proceso de enseñanza aprendizaje.

En la etapa de Ejecución aparece al momento de finalizado de resolver el problema, donde el estudiante puede comprobar sus resultados con los de la clase, dándole seguridad de que los procedimientos que realizó fueron acordes obteniendo la solución adecuada, sintiendo satisfacción personal, que le sirve de motivación para interesarse más por la clase y querer resolver más problemas.

Campistrous, L. y Rizo, C. (1997), sostienen que el autocontrol propicia desarrollo cognoscitivo del alumno y que constituye una de las formas más importantes de control del aprendizaje. El autor de esta investigación coincide con el enunciado y además sostiene que gracias al control, el estudiante conoce su propio progreso cognoscitivo, el profesor puede comparar, en su medida, los conocimientos con que iniciaron con los que terminaron, para así analizar si se logró alcanzar los objetivos propuestos.

En la presente etapa, se evalúa la asimilación de los contenidos por parte de los estudiantes, lo cual puede ser realizado a través de los diferentes métodos o formas de evaluación existente. En esta etapa se propone la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación:

Heteroevaluación.- es la evaluación que puede ser realizada de forma escrita, con un instrumento evaluativo realizado en base a los contenidos estudiados, por parte del docente o cualquier otro que no esté implícito en el desarrollo de la alternativa metodológica aplicada durante el proceso de enseñanza aprendizaje, valorando con objetividad los aportes que brinda la implementación de la alternativa propuesta.

Coevaluación.- se trata de la evaluación que se realiza en forma cruzada, es decir entre los miembros que son partícipes de la aplicación de la alternativa metodológica, ya sea entre estudiante hacia estudiante, o estudiante hacia el profesor. Pudiendo

así dar criterios en base a la predisposición que tuvo el grupo de estudiantes para adquirir los nuevos conocimientos, y de la puesta en práctica de la alternativa metodológica por parte del docente, según criterios de los estudiantes.

Autoevaluación.- se refiere a que se debe tomar una actitud reflexiva, en cada uno de los miembros partícipes del proceso, para conocer si se cumplió con la función que debía realizar, ya sea como profesor o como estudiante. Ser consciente de forma personal que error o errores cometió durante cada etapa, para evitar seguir cometiéndolos y así contribuir con la mejora de cada proceso de enseñanza aprendizaje.

Así, a través de la etapa de control, se puede ir evaluando el estado del aprendizaje de los estudiantes, es decir comparar la situación inicial conocida desde el diagnóstico y el estado esperado (ZDP), mejorando el trabajo con la alternativa metodológica propuesta para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje de matrices en el primer semestre de la carrera de Ingeniería Industrial. Cada aspecto negativo que se identifique, que no permita alcanzar los objetivos planteados, contribuye a que se aplique la misma corrigiendo los errores o modificándola de acuerdo a cada una de las necesidades, y así lograr desarrollar aprendizajes significativos en los estudiantes.

**Ejemplificación de la propuesta:**

ETAPAS	MOMENTOS	PROFESOR	ESTUDIANTE
<b>ORIENTACIÓN</b>	Diagnóstico	Realiza un instrumento de evaluación diagnóstica al grupo de estudiantes en base a lo que ellos ya conocen de sistemas de ecuaciones y matrices.	Resuelve la evaluación diagnóstica con honestidad.
	Planificación	Desarrolla la planificación de la clase teniendo como punto de partida el diagnóstico y documentos importantes de la carrera.	Participa de la planificación dando a conocer necesidades propias e inquietudes.
	Análisis	Expone al grupo de estudiantes la planificación realizada para escuchar sugerencias decidiendo que corregir atendiendo a	Expone al profesor las posibles dudas o inconformidades

		necesidades de ellos en la misma.	con la misma para lograr una planificación más acorde a sus necesidades.															
<b>EJECUCIÓN</b>	Introducción	Antes de plantear el problema es necesario conocer que el acero es la combinación entre el hierro y el carbono, se encuentra en rollos y en láminas. Los aceros especiales también tienen otros compuestos que hacen que mejoren sus propiedades. Las aleaciones son la unión de dos o más compuestos al menos uno de ellos debe ser un metal.	Realiza preguntas sobre inquietudes de la introducción teórica. ¿Qué significa? ¿Para qué me sirve? ¿Cómo lo puedo aplicar?, etc.															
	Contenidos	<p>En una empresa se fabrican tres productos, acero en láminas, aceros en rollo y aceros especiales. Para cada uno de estos se requiere por unidad producida hierro, chatarra y aleaciones como lo indica la siguiente tabla:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>En lámina</th> <th>En rollo</th> <th>Especiales</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Chatarra</td> <td>8kg</td> <td>6kg</td> <td>6kg</td> </tr> <tr> <td>Carbón</td> <td>6kg</td> <td>6kg</td> <td>4kg</td> </tr> <tr> <td>Aleaciones</td> <td>2kg</td> <td>1kg</td> <td>3kg</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>a) Si durante el próximo mes se desea fabricar 6 unidades de acero en láminas, 4 unidades de acero en rollo y 3 unidades de aceros especiales, halle la matriz que indique las cantidades de chatarra, carbón y aleaciones que serán necesarias.</b></p> $A = \begin{bmatrix} 8 & 6 & 6 \\ 6 & 6 & 4 \\ 2 & 1 & 3 \end{bmatrix}$ $B = \begin{bmatrix} 6 \\ 4 \\ 3 \end{bmatrix} \text{ Matriz de unidades a producir}$ <p>Para dar solución al primer literal se debe realizar el producto de matrices A x B:</p>		En lámina	En rollo	Especiales	Chatarra	8kg	6kg	6kg	Carbón	6kg	6kg	4kg	Aleaciones	2kg	1kg	3kg
	En lámina	En rollo	Especiales															
Chatarra	8kg	6kg	6kg															
Carbón	6kg	6kg	4kg															
Aleaciones	2kg	1kg	3kg															



$$A \times B = \begin{bmatrix} 48 + 24 + 18 \\ 36 + 24 + 12 \\ 12 + 4 + 9 \end{bmatrix}$$

$$A \times B = \begin{bmatrix} 90 \\ 72 \\ 25 \end{bmatrix}$$

Siendo 90kg de chatarra, 72kg de carbón y 25kg de aleaciones.

**b) Si se dispone de 34kg de chatarra, 28kg de carbón y 9kg de aleaciones ¿Cuántas unidades de cada tipo de acero se pueden fabricar a partir de estos materiales?**

Procedemos a establecer las incógnitas:

X= Cantidad de unidades producidas de acero en láminas.

Y= Cantidad de unidades producidas de acero en rollos.

Z= Cantidad de unidades producidas de aceros especiales.

Con la tabla anterior que nos da la empresa se forma el siguiente sistema de ecuaciones lineales:

$$\begin{cases} 8x + 6y + 6z = 34 \\ 6x + 6y + 4z = 28 \\ 2x + y + 3z = 9 \end{cases}$$

Se procede a expresarlo en forma de matriz para resolverlo mediante el método de eliminación de Gauss Jordan:

$$\begin{bmatrix} 8 & 6 & 6 & = & 34 \\ 6 & 6 & 4 & = & 28 \\ 2 & 1 & 3 & = & 9 \end{bmatrix} \begin{array}{l} \\ 1/8 * F1 \\ \end{array}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 3/4 & 3/4 & = & 17/4 \\ 6 & 6 & 4 & = & 28 \\ 2 & 1 & 3 & = & 9 \end{bmatrix} \begin{array}{l} \\ F2-6F1; F3-2F1 \\ \end{array}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 3/4 & 3/4 & = & 17/4 \\ 0 & 3/2 & -1/2 & = & 5/2 \\ 0 & -1/2 & 3/2 & = & 1/2 \end{bmatrix} \begin{array}{l} \\ 2/3 * F2 \\ \end{array}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 3/4 & 3/4 & = & 17/4 \\ 0 & 1 & -1/3 & = & 5/3 \\ 0 & -1/2 & 3/2 & = & 1/2 \end{bmatrix} \begin{array}{l} \\ F1-3/4 * F2; \\ F3+1/2 * F2 \end{array}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & = & 3 \\ 0 & 1 & -1/3 & = & 5/3 \\ 0 & 0 & 4/3 & = & 4/3 \end{bmatrix} \begin{array}{l} \\ 3/4 * F3 \\ \end{array}$$

		$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 = 3 \\ 0 & 1 & -1/3 = 5/3 \\ 0 & 0 & 1 = 1 \end{bmatrix} F1-F3; F2+1/3F3$ $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 = 2 \\ 0 & 1 & 0 = 2 \\ 0 & 0 & 1 = 1 \end{bmatrix} X=2; Y=2; Z=1$ <p>Solución: La empresa con dichos materiales puede crear 2 unidades de acero en láminas, 2 unidades de acero rollo y 1 unidad de aceros especiales.</p> <p>Para verificar se sustituyen los valores obtenidos en cada variable de las ecuaciones del sistema.</p>	
	<p>Aplicación</p>	<p>Propondrá nuevos problemas aplicados a la profesión de un Ingeniero Industrial.</p> <p>Monitoreará el trabajo del grupo de estudiantes.</p> <p>Despejará dudas e inquietudes que surjan al resolver los problemas.</p>	<p>Deberá entender el problema planteándose preguntas como:</p> <p>¿Entiendo todo lo que dice?</p> <p>¿Comprendo lo que pide el problema?</p> <p>¿Qué datos tengo para resolverlo?</p> <p>¿Es similar a otro problema resuelto?</p> <p>Ya entendido el problema procedo a identificar los procesos a desarrollar para resolver el problema:</p> <p>¿Puedo aplicar</p>

			<p>suma, resta o producto de matrices?</p> <p>¿Necesito obtener la inversa de matriz, el método de Gauss Jordan?</p> <p>Una vez que se va resolviendo cada paso del problema revisar si lo hecho está correcto:</p> <p>¿Se planteó bien las ecuaciones?</p> <p>¿Se realizó correctamente los procesos algebraicos?</p> <p>¿Se dio respuesta a las interrogantes?</p> <p>¿Se verificaron las respuestas?</p>
<b>CONTROL</b>	Heteroevaluación	<p>Se plantea un problema con un mayor grado de dificultad distinto para resolver en equipos de dos o tres estudiantes.</p> <p>Pide que ya resuelto, por equipo lo resuelvan en la pizarra explicando cómo lo resolvieron.</p> <p>Calificará de acorde a cada paso realizado, la participación en su resolución y la respuesta dada.</p>	<p>Participará activamente en el equipo correspondiente para la resolución del problema planteado.</p>

	Coevaluación	Mediante un instrumento previamente elaborado medirá el grado de participación, agrado, predisposición, de la clase en general, desde el profesor, grupo de estudiantes del curso y del equipo formado para resolver el problema. Se puede aplicar la siguiente escala: 1=Malo 2=Regular 3=Bueno 4=Excelente	Cada uno de forma sincera dará respuesta al instrumento evaluativo presentado por el profesor.
	Autoevaluación	Propondrá actividades mediante las cuales el alumno reflexione propiamente de su desempeño en las diferentes actividades realizadas para la adquisición de los contenidos de la asignatura.	De forma honesta realizará una autoevaluación para reflexionar que hizo bien o que hizo mal durante el proceso de enseñanza aprendizaje.

### **2.3 Análisis de la factibilidad de la alternativa metodológica propuesta mediante el criterio de expertos.**

Para realizar el análisis de la factibilidad por parte de los expertos de la alternativa metodológica que se presenta en esta investigación, se empleó algunos instrumentos a un grupo de profesionales con experiencia y conocimientos sobre el tema de investigación, donde se les presenta a los expertos seleccionados del grupo total, los aspectos principales de la alternativa metodológica elaborada.

En este aspecto, se tomará en consideración como expertos, aquellos profesores de la educación superior de matemática, en las diferentes carreras técnicas y en específico los de Ingeniería Industrial, que obtengan los mayores puntajes en el proceso de selección.

Como primera parte se pudo obtener a 34 expertos, los mismos que son profesores de matemática en universidades de todo el Ecuador, con años de experiencia en la enseñanza de nivel superior, a los cuales se les aplicó una encuesta (Ver Anexo 3) para seleccionar los más capacitados acorde a la presente investigación.

Luego de la aplicación de las encuestas, se tabularon los resultados permitiendo seleccionar a 30 de los 34 expertos, por tener el nivel de competencia más adecuado según se muestra en la tabla #1 del anexo 4, considerando sus años de experiencia y nivel de competencia (Tabla #2 del Anexo4).

La composición de los expertos con especialidades relacionada con la matemática y su enseñanza que fueron seleccionados es la siguiente:

- Doctores 13 que representa el 43,33%.
- Master 14 que representa 46,67%.
- Especialistas 3 que representa 10%.
- El promedio de años de experiencia como profesores es de 12,45 años.

A los 30 expertos seleccionados, se procedió a aplicarles un nuevo instrumento (Ver Anexo 5), donde deben calificar los aspectos puestos en consideración como: muy adecuado (MA), bastante adecuado (BA), adecuado (A), poco adecuado (PA) e inadecuado (I).

Cabe recalcar que este procedimiento se lo realizó en dos rondas, que fue cuando se logró un consenso, pero se tuvo que realizar modificaciones en elementos de la alternativa propuesta basados en las recomendaciones de los expertos dadas en la primera ronda. Los aspectos puestos en consideración de los expertos se muestran en el anexo 5, los cuales obtuvieron una puntuación de Muy Adecuado, los mismos que se reflejan en el análisis estadístico del anexo 7.

Una vez finalizada la aplicación de este análisis basada en consulta a expertos, se afirma que la alternativa metodológica elaborada es factible para el primer semestre de la carrera de Ingeniería Industrial de la ULEAM, la misma que favorece al proceso de enseñanza aprendizaje del contenido de matrices correspondiente a la asignatura Algebra Lineal.

## CONCLUSIONES

Actualmente continúa siendo una necesidad de buscar diferentes estrategias, métodos, entre otros, para aplicarlas en el proceso de enseñanza aprendizaje y así desarrollar significativamente los contenidos que se imparten a los estudiantes de Ingeniería Industrial. Esta necesidad demanda la revisión de cómo se trabaja en el aula de clases para la consecución de dicho propósito.

Se investigó sobre las aplicaciones del contenido de matrices para el Ingeniero Industrial, evidenciando que resulta dicho contenido fundamental para su aplicación en diferentes ámbitos laborales, resaltando la necesidad de alcanzar aprendizajes significativos en la asignatura de Álgebra Lineal, específicamente las matrices y los contenidos donde se las aplican.

Las insuficiencias que se detectaron en la investigación evidenció la necesidad de la elaboración de la alternativa metodológica propuesta, la misma que en su estructura consta de tres etapas basada en la Teoría de la Actividad de Leontiev.

El análisis de los fundamentos teóricos permitió la elaboración de una alternativa metodológica para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje de matrices, fundamentada en la teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel, en el enfoque de Histórico – Cultural relacionado con la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) de Vigotsky, en conjunto con la resolución de problemas de la bibliografía aportada por Polya, pero contextualizados a la vida profesional del Ingeniero Industrial.

El criterio de expertos evidencia como Muy adecuada la alternativa metodológica para el proceso de enseñanza aprendizaje de matrices en el primer semestre de la carrera de Ingeniería Industrial de la ULEAM, con lo que se corrobora que se cumple el objetivo de la investigación.

## **RECOMENDACIONES**

Seguir profundizando y encontrar nuevas aristas a la problemática que aborda la tesis. En esta dirección, dejamos planteada la propuesta para construir nuevas hipótesis y generar nuevas expectativas sobre el tema.

Divulgar los resultados teóricos del presente trabajo en eventos y publicaciones para su socialización.

Aplicar la alternativa metodológica a las restantes asignaturas de la carrera, que permita continuar su validación y comprobar su eficacia en las mismas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Advine, R. (2004). *Didáctica, teoría y práctica*. La Habana.

Ausubel, D. (1976). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Editorial Trillas. Traducción al español de Roberto Helier D., de la primera edición de Educational psychology: a cognitive view.

Bados, A., & García, E. (2014). *Dipòsit Digital*. Obtenido de <http://diposit.ub.edu/>

Blank, W. (1997). *Authentic instruction*. Tampa.

Bransford, J., & Stein, B. (1987). *Solución ideal de problemas*. Barcelona: Editorial Labor.

Bravo, B. (2004). *Propuesta metodológica para el trabajo con el mapa con una concepción desarrolladora en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Geografía de Cuba de 6to grado*. Pinar del Río.

Cajame, I. T. (2012). Aprendizaje Basado en la Investigación. *Entorno Académico*, 1-15.

Campistrous, L., & Rizo, C. (1997). *Aprende a resolver problemas aritméticos*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Campitrous, L., & Rizo, C. (2001). *Algunas técnicas de resolución de problemas aritméticos*. La Habana.

Chalmers, F. (2000). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* España: Argentina Editores.

Dávila, G. (2006). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. *Laurus*, 180-205.

Delgado, R. (1998). *La enseñanza de la resolución de problemas matemáticos: dos aspectos fundamentales para lograr su eficacia: la estructuración del contenido y el desarrollo de habilidades generales matemáticas*. La Habana: Tesis de Doctorado.

DÍAZ, G. J. (2004). *Didáctica de las matemáticas*. Granada.

Ferrer, M. (2005). *Resolución de problemas y calidad del aprendizaje*. La Habana: Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño.

Font, A. (2004). Líneas maestras del aprendizaje por problemas. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 79-95.



- Galeana, L. (2006). *Aprendizaje Basado en Proyectos*. Colima.
- González, G., & Díaz, L. (2005). Aprendizaje colaborativo: una experiencia desde las aulas. *Educación y Educadores*, 21-44.
- Guerrero, L., & Terrones, D. (2003). *Repertorio de estrategias pedagógicas*. Piura: PROMEB.
- Hechavarría, N. (2011). *Acciones metodológicas para favorecer la comprensión de textos en la solución de problemas matemáticos. Material docente en opción del grado académico de máster en ciencias de la educación*. Holguín.
- Hernández, V., & Villalba, M. (1994). *Fractus*. Obtenido de <http://fractus.uson.mx/>
- Instituto Tecnológico De Tuxtla Gutiérrez. (2014). *SlideShare*. Obtenido de <http://es.slideshare.net>
- Kolman, B. y. (2006). *Algebra Lineal*. México: Pearson Educación.
- Labarrere, A. (1988). *Cómo enseñar a los alumnos a resolver problemas*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Lillo, F. (2013). Aprendizaje Colaborativo en la Formación Universitaria de Pregrado. *Revista de Psicología*, 109-142.
- Llivina, M. (1999). *Una propuesta metodológica para contribuir al desarrollo de la capacidad para resolver problemas matemáticos*. La Habana: Tesis de Doctorado.
- Lucero, M. (2003). Entre el trabajo colaborativo y el aprendizaje colaborativo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1-20.
- Luzardo, D., & Peña, A. (2006). Historia del Álgebra Lineal hasta los Albores del Siglo XX. *Divulgaciones Matemáticas*, 153-170.
- Mayer, R. (2010). *Aprendizaje e Instrucción*. Alianza Editorial.
- Ministerio de Educación. (2004). *Debates estudiantiles, manual de apoyo a la docencia*. Santiago: Grafica Imprecom Ltda.
- Ministerio de Educación, (2013). *Lineamientos Curriculares para el Bachillerato General Unificado*. Quito.
- Morales, P., & Landa, V. (2004). Aprendizaje Basado en Problemas. *Theoría Vol. 13*, 145-157.
- Ortega, P. (2002). *La Enseñanza Del Álgebra Lineal Mediante Sistemas Informáticos De Cálculo Algebraico*. Madrid.

- Orton, A. (1996). *Didáctica de las matemáticas*. Madrid: Editorial Morata.
- Páez, C. (2013). Matrices, y Sistemas Lineales. *Revista digital Matemática Educación e Internet*, 2-3.
- Pagot, M. (2005). *Metodologías Inductivas Y Deductivas En Técnicas De Teledetección*. Cordova.
- Polya, G. (1994). *Cómo plantear y resolver problemas*. Madrid: Editorial Antillana S. A.
- Pozo, J. (2006). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Editorial Morata.
- Riverón, O., & Martín, J. (2000). Resolución de problemas: Una alternativa didáctica en el aprendizaje las matemáticas. *Contexto Educativo y Nueva Alejandría*.
- Rojas, G. (2009). La investigación como estrategia didáctica. *EDU-FISICA*, 1-7.
- Ruiz, Á. (2003). *Historia y Filosofía de las Matemáticas*. Costa Rica: EUNED.
- Schoenfeld, A. (1992). *Aprendiendo a pensar matemáticamente. Libro para investigaciones sobre la enseñanza aprendizaje de las matemáticas*. New York: Mac.Millan.
- Superiores, I. T. (2003). *El aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica*. Monterrey.
- Superiores, I. T. (2003). *El método de proyectos como técnica didáctica*. Monterrey: Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo.
- Vidal, A. (2012). *Metodología para desarrollar la interdisciplinariedad en las asignaturas de matemática y física en el décimo grado*. Holguín: Tesis presentada en opción al título de máster en ciencias de la educación.
- Vigotsky, L. (1987). *Pensamiento y Lenguaje*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Zilberstein, J. (1998). *Problemas actuales del aprendizaje escolar*. México: Ediciones CEIDE.

## ANEXOS

### **Anexo 1: Entrevista a docentes de Álgebra Lineal de la carrera de Ingeniería Industrial.**

Estimado docente: Sus criterios serán de mucha utilidad y tomados en cuenta para el desarrollo de este trabajo encaminado a contribuir con la formación del estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial desde las potencialidades que tiene la Matemática. Esperamos de usted su mayor comprensión y colaboración. Gracias.

#### **Datos personales:**

Nivel de estudios alcanzado \_\_\_\_\_ Años de experiencia \_\_\_\_\_

1. Refiérase al dominio (Alto, Medio o Bajo) que Ud. considera tiene sobre los siguientes temas.

Didáctica de la Matemática \_\_\_\_\_

Métodos de resolución de problemas \_\_\_\_\_

Matemática \_\_\_\_\_

1.1 Justifique cada caso.

2. ¿Conoce usted la importancia de la asignatura de Álgebra Lineal a la formación del estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial?

3. ¿Cuál es su consideración acerca del estado actual del aprendizaje de la Matemática que evidencian los estudiantes para resolver las problemáticas de las demás asignaturas y de su futura profesión?

4. ¿Cuáles son los problemas de aprendizaje en Álgebra Lineal que se manifiestan en los estudiantes de Ingeniería Industrial?

5. ¿Qué documentos Ud. considera imprescindible para la planificación y/o impartición de la docencia? Justifique.

6. ¿Qué elementos Ud. considera fundamentales para la concepción y/o planificación de la asignatura y de sus clases, en qué medida planifica? Argumente.

7. ¿Cuáles son los aspectos que a su consideración limitan el aprendizaje de Álgebra Lineal en la formación del estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial?

8. ¿Qué recomendaciones pudiera ofrecernos para perfeccionar el proceso de enseñanza aprendizaje de Álgebra Lineal para mejorar la formación del Ingeniero Industrial en la ULEAM?

## **Anexo 2: Encuesta a estudiantes del primer semestre de la carrera de Ingeniería Industrial.**

Estimado (a) estudiante: La presente encuesta tiene como objetivo constatar las acciones desarrolladas en la asignatura de Álgebra Lineal relacionadas con su formación. La sinceridad con que respondas las preguntas será de mucha ayuda para mejorar tu formación. Gracias.

1.- ¿Se siente usted motivación en los estudios de la carrera?

- a.- Siempre ( )
- b.- A veces ( )
- c.- Nunca ( )

2.- ¿Te agradan las operaciones con matrices?

- Si ( ) No ( ) A veces ( )

3.- ¿Siente satisfacción con la forma de enseñar el profesor de la asignatura?

- Si ( ) No ( ) A veces ( )

4.- ¿Dispone de tiempo suficiente para estudiar?

- a.- Siempre ( )
- b.- A veces ( )
- c.- Nunca ( )

5.¿Cómo dirige la clase el profesor para la enseñanza de la asignatura?

- a.- Explicar ejercicios en la pizarra ( )
- b.- Dicta teoría y resuelve problemas pizarra ( )
- c.- Muchas tareas para la casa ( )
- d.- Enseña satisfactoriamente ( )

6.- ¿Trabajan en el aula de clases en la resolución de ejercicios de matrices aplicados a la carrera?

- Si ( ) A veces ( ) No ( )

7.-¿Considera fundamental el aprendizaje de matrices para la carrera de ingeniería industrial? Si ( ) No ( ) A veces ( )

8.- ¿Cuándo no entiendes la explicación del tema tratado en clases a quien recurre?

- a.- Pregunta al profesor ( )
- b.- Pregunta a los compañeros ( )
- c.- Consulta la bibliografía ( )
- d.- Nada ( )

9.- ¿Por qué se te hace difícil el aprendizaje de las distintas operaciones con matrices?

- a.- El profesor no se hace entender ( )
- b.- No tengo bases para comprender ( )
- c.- La asignatura es difícil ( )
- d.- No se me dificulta ( )

10.- ¿Cree usted que la asignatura de Álgebra Lineal es sólo para personas que tienen un mayor nivel intelectual?

Si ( ) No ( )

Porque:

---

---

---

### Anexo 3: Encuesta aplicada a los posibles expertos.

La presente encuesta es para una investigación relacionada con el proceso de enseñanza aprendizaje de matrices en la asignatura de Álgebra Lineal para la carrera de Ingeniería Industrial, en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí; y consideramos que usted posee todos los conocimientos necesarios para poder ofrecer las valoraciones precisas acerca del tema, para poder determinar la posible factibilidad de la Alternativa Metodológica que se ha elaborado. Se le pide su colaboración y honestidad en sus respuestas. Muchas gracias por su colaboración.

- 1- Marque con una X la casilla donde usted considere están sus conocimientos sobre el proceso de enseñanza aprendizaje de matrices.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- 2- En la siguiente tabla marque con una X en la cuadrícula donde usted considere en qué medida han influido en usted las fuentes de argumentación propuestas en la adquisición de los conocimientos sobre el tema en cuestión.

<b>Fuentes de argumentación</b>	<b>MA</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>B</b>	<b>MB</b>	<b>N</b>
Capacidad de análisis						
Comprensión del problema						
Amplitud de enfoques						
Conocimiento del estado actual del problema						
Nivel de motivación por resolver el problema						
Experiencia en el desarrollo de investigaciones teóricas						
Experiencia de orden empírico (práctica profesional)						

Donde: MA: Muy alto A: Alto M: Medio B: Bajo MB: Muy bajo N: Nulo

#### Anexo 4: Tablas utilizadas en la selección de los expertos.

Tabla #1: Valores para calcular el coeficiente de argumentación (Ka)

<b>Fuentes de argumentación</b>	<b>MA</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>B</b>	<b>MB</b>	<b>N</b>
Capacidad de análisis	.18	.14	.11	.07	.04	.00
Comprensión del problema	.12	.10	.07	.05	.02	.00
Amplitud de enfoques	.12	.10	.07	.05	.02	.00
Conocimiento del estado actual del problema	.13	.10	.08	.05	.03	.00
Nivel de motivación por resolver el problema	.14	.12	.09	.06	.03	.00
Experiencia en el desarrollo de investigaciones teóricas	.15	.12	.09	.06	.03	.00
Experiencia de orden empírico (práctica profesional)	.16	.13	.10	.07	.03	.00

Dónde: MA: Muy alto A: Alto M: Medio B: Bajo MB: Muy bajo N: Nulo  
Valores para calcular el coeficiente de argumentación (Ka)



Tabla #2: Nivel de competencia de los expertos escogidos.

Posible experto	Kc	Grado de influencia de las fuentes de argumentación en sus criterios							ka	k= 1/2(kc+ka)	k	¿Experto? (0,8 ≤ k ≤ 1,0)
		Capacidad de análisis	Comprensión del problema	Amplitud de enfoques	Conocimiento del estado actual del problema	Nivel de motivación por resolver el problema	Experiencia en el desarrollo de investigaciones teóricas	Experiencia de orden empírico				
1	0,8	0,14	0,12	0,12	0,13	0,14	0,12	0,13	0,9	0,85	Alto	Si
2	0,5	0,07	0,07	0,1	0,1	0,14	0,09	0,16	0,73	0,62	Medio	No
3	0,8	0,14	0,1	0,12	0,1	0,12	0,12	0,13	0,83	0,82	Alto	Si
4	0,8	0,11	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,16	0,86	0,83	Alto	Si
5	0,8	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,12	0,16	0,97	0,89	Alto	Si
6	0,8	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,16	0,89	0,85	Alto	Si
7	0,8	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,09	0,1	0,88	0,84	Alto	Si
8	0,8	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,16	0,89	0,85	Alto	Si
9	0,8	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,09	0,16	0,94	0,87	Alto	Si
10	0,8	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,13	0,86	0,83	Alto	Si
11	0,8	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,16	0,89	0,85	Alto	Si
12	0,9	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,12	0,16	0,97	0,94	Alto	Si
13	0,8	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,13	0,86	0,83	Alto	Si
14	0,9	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,09	0,1	0,88	0,89	Alto	Si
15	0,9	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,09	0,16	0,94	0,92	Alto	Si
16	0,8	0,14	0,12	0,12	0,13	0,14	0,09	0,13	0,87	0,84	Alto	Si
17	0,9	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,12	0,16	0,9	0,90	Alto	Si
18	0,5	0,04	0,02	0,02	0,1	0,14	0,03	0,13	0,48	0,49	Bajo	No
19	0,8	0,11	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,16	0,86	0,83	Alto	Si
20	0,9	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,12	0,16	0,97	0,94	Alto	Si
21	0,7	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,09	0,16	0,86	0,78	Medio	No
22	0,9	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,09	0,1	0,88	0,89	Alto	Si
23	0,8	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,16	0,89	0,85	Alto	Si
24	0,9	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,12	0,16	0,97	0,94	Alto	Si
25	0,7	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,09	0,16	0,86	0,78	Medio	No
26	0,9	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,09	0,1	0,88	0,89	Alto	Si
27	0,8	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,16	0,89	0,85	Alto	Si
28	0,9	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,09	0,16	0,94	0,92	Alto	Si
29	0,8	0,14	0,12	0,12	0,13	0,14	0,09	0,13	0,87	0,84	Alto	Si
30	0,8	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,13	0,16	0,91	0,86	Alto	Si
31	0,8	0,11	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,16	0,86	0,83	Alto	Si
32	0,8	0,14	0,1	0,1	0,13	0,14	0,09	0,16	0,86	0,83	Alto	Si
33	0,9	0,14	0,12	0,12	0,13	0,14	0,09	0,1	0,84	0,87	Alto	Si
34	0,7	0,18	0,1	0,1	0,13	0,14	0,12	0,16	0,93	0,82	Alto	Si

### Anexo 5: Cuestionario aplicado a los expertos seleccionados.

Estimado profesor, Ud. ha sido seleccionado como experto en el tema tratado, por lo que lo felicitamos y le informamos que sería de mucha importancia su valoración de los aspectos puestos a su consideración, así como de otros criterios o sugerencias que estime pertinente ofrecernos en aras de perfeccionar nuestra propuesta. A continuación le ofrecemos la relación de los aspectos y una tabla para su valoración atendiendo a las categorías: Muy adecuado, Bastante adecuado, Adecuado, Poco adecuado e Inadecuado. Al final se ofrece una tabla en blanco para que brinde otras opiniones o valoraciones.

#### Relación de los aspectos a considerar.

I1: Estructura de la Alternativa Metodológica.

I2: Fundamentación y sustentos teóricos de la Alternativa Metodológica.

I3: Primera etapa de Orientación.

I4: Segunda etapa de Ejecución.

I5: Tercera etapa de Control.

	MA	BA	A	PA	I
I1					
I2					
I3					
I4					
I5					

A continuación se ofrece una tabla para que usted pueda emitir sus sugerencias o recomendaciones para la perfección de la propuesta.

Algunas sugerencias y recomendaciones.

**Anexo 6: Tabla de los resultados de la evaluación realizada por los expertos a los aspectos propuestos.**

ASPECTOS	CATEGORÍAS EVALUATIVAS					TOTAL	RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO
	E1	E2	E3	E4	E5		
I1	28	1	1	0	0	28	Muy Adecuado
I2	28	2	0	0	0	28	Muy Adecuado
I3	28	2	0	0	0	28	Muy Adecuado
I4	27	3	0	0	0	27	Muy Adecuado
I5	27	2	1	0	0	27	Muy Adecuado

**Dónde: E1: Muy adecuado; E2: Bastante adecuado; E3: Adecuado; E4: Poco adecuado; E5: Inadecuado**

## Anexo 7: Tablas de la evaluación de los expertos a los aspectos propuestos.

**Tabla #1: Frecuencia absoluta.**

ASPECTOS	CATEGORÍAS EVALUATIVAS					TOTAL
	E1	E2	E3	E4	E5	
I1	28	1	1	0	0	30
I2	28	2	0	0	0	30
I3	28	2	0	0	0	30
I4	27	3	0	0	0	30
I5	27	2	1	0	0	30

**Tabla #2: Distribución de frecuencias acumulativas.**

ASPECTOS	E1	E2	E3	E4
I1	28	29	30	30
I2	28	30	30	30
I3	28	30	30	30
I4	27	30	30	30
I5	27	29	30	30

**Tabla #3: Distribución de frecuencias relativas acumulativa.**

ASPECTOS	E1	E2	E3	E4
I1	0,93333333	0,96666667	1	1
I2	0,93333333	1	1	1
I3	0,93333333	1	1	1
I4	0,9	1	1	1
I5	0,9	0,96666667	1	1

**Tabla #4: Análisis estadístico final.**

ASPECTOS	E1	E2	E3	E4	SUMA	P	N-P	
I1	1,501	1,834	4,768	4,768	12,872	3,218	-3,218	Muy Adecuado
I2	1,501	4,768	4,768	4,768	15,806	3,952	-3,952	Muy Adecuado
I3	1,501	4,768	4,768	4,768	15,806	3,952	-3,952	Muy Adecuado
I4	1,282	4,768	4,768	4,768	15,587	3,897	-3,897	Muy Adecuado
I5	1,282	1,834	4,768	4,768	12,652	3,163	-3,163	Muy Adecuado
Puntos corte	1,413	3,595	4,768	4,768	72,723	N=	2,909	Bastante Adecuado