

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
MAESTRÍA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA



**“DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS Y SUS EFECTOS EN EL  
DESARROLLO DEL RAZONAMIENTO MATEMÁTICO DEL  
ESTUDIANTE DE INGENIERÍA”**

(Estudio realizado en el área común de las carreras de Ingeniería del Centro Universitario de Occidente, Universidad San Carlos de Guatemala)

**TESIS**

PRESENTADA POR:

**WALTER ARTURO QUIJIVIX JOCOL**

PREVIO A OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL QUE LO ACREDITA COMO:

**MAESTRO EN DOCENCIA UNIVERSITARIA**

Quetzaltenango, mayo de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
MAESTRÍA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA



**“DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS Y SUS EFECTOS EN EL  
DESARROLLO DEL RAZONAMIENTO MATEMÁTICO DEL  
ESTUDIANTE DE INGENIERÍA”**

(Estudio realizado en el área común de las carreras de Ingeniería del Centro Universitario de Occidente, Universidad San Carlos de Guatemala)

**TESIS**

PRESENTADA POR:

**WALTER ARTURO QUIJIVIX JOCOL**

PREVIO A OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL QUE LO ACREDITA COMO:

**MAESTRO EN DOCENCIA UNIVERSITARIA**

Asesor: M sc. Nery Edgar Saquimux Canastuj

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE**

**AUTORIDADES**

RECTOR MAGNIFICO	Dr. Carlos Estuardo Gálvez Barrios
SECRETARIO GENERAL	Dr. Carlos Guillermo Alvarado C.

**CONSEJO DIRECTIVO**

DIRECTORA GENERAL DEL CUNOC	M Sc. María del Rosario Paz Cabrera
SECRETARIO ADMINISTRATIVO	M Sc. César Haroldo Milian Requena

**REPRESENTANTES DE DOCENTES**

Dr. Oscar Arango Benecke  
M Sc. Teódulo Cifuentes Maldonado

**REPRESENTANTE DE EGRESADOS DEL CUNOC**

Dr. Luis Emilio Búcaro

**REPRESENTANTES DE ESTUDIANTES**

Br. Luis E. Rojas Menchú  
Br. Víctor Lawrence Díaz Herrera

**DIRECTOR DE POSTGRADOS**

M Sc. Osberto A. Maldonado de León

**COORDINADORA MAESTRIA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA**

M Sc. Betty Argueta Chun

**TRIBUNAL QUE PRÁCTICO EL EXAMEN PRIVADO DE TESIS**

Presidente:	M Sc. Osberto A. Maldonado de León
Secretario:	M Sc. Benito Rivera García
Examinador:	M Sc. René López Cotí
ASESOR DE TESIS:	M Sc. Nery Edgar Saquimux Canastuj

**NOTA:** *Únicamente el autor es responsable de las doctrinas y opiniones sustentadas en la presente tesis (artículo 31 del Reglamento de Exámenes Técnicos y Profesionales del Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala).*

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Mario Arturo Quijivix Tucux y María Consuelo Jocol Coyoy, por haberme brindado la oportunidad de vivir y educarme.

A mí amada y querida esposa, Amalia Catalina Racancoj Alonzo, flor hermosa, fuente de inspiración y luz divina que guía y acompaña mi existencia.

A mis hermosas hijas, Juliana Bellali y Andrea Mariangel, suspiros de amor hechos realidad.

A mis Hermanos Edwin Giovany, Josué Wiliam, Ludwing Alexander, María Consuelo, Brenda Dinora y Cristian Santos por su apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Maestro Nery Edgar Saquimux Canastuj; por sus sabias enseñanzas y perspicaces directrices señaladas en la elaboración del diseño e investigación de esta obra académica.

A Maestro Humberto Hernández, coordinador de área matemática de las carreras de Ingeniería del Centro Universitario de Occidente, por su apoyo incondicional en la investigación de esta tesis.

A Universidad San Carlos de Guatemala y Centro Universitario de Occidente, por brindarme la experiencia académica de la educación superior.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
Introducción . . . . .	01
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>TEORÍAS PEDAGÓGICAS . . . . .</b>	<b>05</b>
1.1 Didáctica general . . . . .	12
1.2 El acto didáctico . . . . .	16
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>MÉTODO DIDÁCTICO . . . . .</b>	<b>21</b>
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>DIDÁCTICA MATEMÁTICA . . . . .</b>	<b>27</b>
3.1 Pensamiento matemático . . . . .	33
3.2 Neurociencia y el razonamiento . . . . .	37
3.3 Razonamiento matemático . . . . .	39
3.4 Estrategias de razonamiento matemático . . . . .	44
3.5 Modelos didácticos aplicados en la enseñanza de la matemática . . . . .	47
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICA EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA . . . . .</b>	<b>51</b>
4.1 Características de la muestra . . . . .	53
4.2 Aspecto sociológico . . . . .	54
4.3 Estatus académico matemático . . . . .	55
4.4 Frecuencia de tiempo efectivo de estudio . . . . .	56
4.5 Didáctica de los cursos matemáticos . . . . .	58
4.6 Problemas en el aprendizaje de las matemáticas . . . . .	59
4.7 Caracterización del perfil del profesor de matemáticas desde la perspectiva del estudiante . . . . .	60
4.8 Autoevaluación del perfil del estudiante de Ingeniería . . . . .	61
4.9 Razonamiento matemático del estudiante de Ingeniería . . . . .	62
4.9.1 Ficha técnica de instrumento de medición . . . . .	62
4.10 Caracterización de los profesores de matemática de la carrera de Ingeniería . . . . .	67
4.11 Dificultades que poseen los estudiantes para el aprendizaje de las matemáticas . . . . .	67

## CAPÍTULO V

<b>VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS</b>	71
Conclusiones	77

## CAPÍTULO VI

<b>PROPUESTA</b>	79
6.1 Descripción de la propuesta	80
6.2 Metodología	82
6.3 Acciones docentes que garantizan el éxito de la propuesta	83
6.4 Proceso didáctico	86
6.5 Contenido	93
6.6 Principios de la evaluación	94
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	97
Páginas Web consultadas	98

## ANEXOS

I.	Diseño de investigación
II.	Encuesta a estudiantes
III.	Encuesta a profesores
IV.	Prueba psicométrica
V.	Datos estadísticos comparativos nivel de razonamiento/didáctica

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

01: Población de la muestra	54
02: Población que ha repetido al menos un curso matemático	56
03: Frecuencia y horario de estudio efectivo	56
04: Aplica consejos teóricos - procedimentales	57
05: Caracterización de los cursos de matemáticas	58
06: Didáctica del profesor según criterio del estudiante	59
07: Problemas detectados en el aprendizaje de las matemáticas	59
08: Perfil del profesor de matemáticas según criterio del estudiante	61
09: Perfil del estudiante de Ingeniería	62
10: Clasificación Psicométrica	65
11: Comparación valorativa de la prueba psicométrica	65
12: Valoración por áreas	66
13: Formación académica de los profesores de matemática en Ingeniería	67

## *INTRODUCCIÓN*

Esta obra constituye el último requisito curricular para optar al título de postgrado de Maestro en Docencia Universitaria y aborda la caracterización de la didáctica de las matemáticas en las carreras de Ingeniería del Centro Universitario de Occidente de Universidad San Carlos de Guatemala para verificar en qué medida se desarrolla el razonamiento matemático en el estudiante de esta carrera.

El objetivo primordial de esta tesis es fortalecer el proceso de formación del Ingeniero Civil, Industrial, Mecánico y Mecánico Industrial de dicho centro universitario y propiciar un cambio de actitud en la práctica docente de los cursos de matemática. La hipótesis del estudio se orientó a comprobar si la didáctica aplicada en la impartición de los cursos de matemática estimula el razonamiento matemático en el estudiante de Ingeniería.

El método de investigación compara la opinión de dos grupos de informantes: el primero integrado por estudiantes de matemática de los dos primeros años de la carrera de Ingeniería y el segundo grupo conformado por los profesores de matemáticas. Para ello se analizaron los casos de la didáctica aplicada por profesores en la impartición de los cursos de matemática I y II, matemática intermedia I y matemática V y VI, de los primeros dos años de las carreras de Ingeniería Civil, Industrial, Mecánica y Mecánica Industrial del Centro Universitario de Occidente. El universo utilizado fue 990 estudiantes, inscritos en los cursos mencionados para el año 2012, en función de dicho universo se estructuró una muestra estratificada simple con un nivel de confianza del 90% y una cota de error de la muestra estratificada del 10%.

Para realizar la investigación de campo se utilizaron las técnicas de observación directa, la cual permitió estar inmerso en el contexto didáctico de las carreras de Ingeniería y comprender la percepción de profesores y estudiantes respecto al proceso de aprendizaje de matemática. Para complementar la investigación se

utilizaron técnicas de revisión y análisis de documentos, que permitieron reflexionar sobre el que hacer didáctico del profesor. Como herramientas primordiales para la recolección de información de campo se utilizaron boletas de encuesta que se aplicaron al grupo de estudiantes y cédulas de entrevista que fueron aplicadas al grupo de profesores de matemáticas.

La boleta dirigida a estudiantes agrupó 8 ejes de discusión: aspecto sociológico, estatus académico matemático, horarios de estudio, caracterización del curso de matemática, perfil del profesor de matemáticas, auto- caracterización del perfil como estudiante de ingeniería y la medición de la percepción que tienen sobre la didáctica del profesor de matemáticas.

En la cédula de entrevista aplicadas a profesores de matemática se compilaron en los ejes temáticos de: estatus académico, actualización didáctica de la matemática, dificultades que enfrentan los estudiantes en el aprendizaje de la matemática, metodología didáctica que utilizan, tareas de aprendizaje que se planifican y asignan, recursos que utilizan para el logro del aprendizaje del conocimiento matemático y el proceso de evaluación que utilizan.

Finalmente se utilizó una prueba psicométrica de razonamiento matemático que validó el nivel de razonamiento de los estudiantes de Ingeniería, utilizando una boleta Otis Gamma Modificada; los ejes considerados son: razonamiento lógico, series numéricas, algebraicas, aritméticas, espaciales y directas. Para crear la boleta se consideró como contenido base, el programa de curso de matemática 1.

El mayor problema detectado en esta investigación sobre el aprendizaje de las matemáticas en el estudiante de Ingeniería, es el modelado; los estudiantes no logran vincular y plasmar hechos reales a procesos abstractos sistematizados matemáticamente al momento de resolver un problema; y se complica la situación con procesos procedimentales y algorítmicos equívocos al momento de ejecutar la estrategia de solución. El estudiante se cataloga como observador y analítico, sin

embargo esta situación no es aprovechada por los profesores de matemáticas quienes deberían utilizar técnicas que potencian estas características y mejorar la adquisición del conocimiento matemático.

La didáctica de los cursos matemáticos en la carrera de Ingeniería es considerada por los estudiantes de dinámica y aceptable, pero el aspecto pedagógico didáctico, no rompe la monotonía de la clase de carácter expositiva. El profesor de matemática es considerado una persona analítica que domina los temas, pero que innova muy poco su práctica docente, denotando que planifica escasamente su tarea. Ningún profesor de matemáticas posee especialidad en Docencia Universitaria.

Las tareas más comunes asignadas a los estudiantes en los cursos de matemática son ejercicios de los libros de texto para resolver en casa. Para ello los profesores asignan libros de texto evidenciando que no existe una planificación contextualizada de tareas que acompañen el proceso educativo de la enseñanza aprendizaje de la matemática del estudiante.

La hipótesis propuesta que sostenía que la didáctica aplicada por los profesores en la impartición de los cursos matemáticos estimula el razonamiento matemático del estudiante, fue rechazada, los modelos estadísticos aplicados en ningún momento evidenciaron la existencia de correlación entre la didáctica del profesor y el estímulo del razonamiento en el estudiante.

Las pruebas de razonamiento matemático evidenciaron que si existe un nivel de razonamiento matemático proporcional al avance de los estudiantes en sus cursos matemáticos, sin embargo las valoraciones obtenidas en la pruebas reflejan un nivel de razonamiento que no sobrepasa el 60%.

Como propuesta a esta investigación se plantea la creación dentro del pensum de estudios de la carrera, de una asignatura que permita introducir métodos y

técnicas que generen un conjunto de conocimientos matemáticos, considerados bases del razonamiento matemático que permitan minimizar los problemas de modelado y procedimiento matemático.

Esta tesis es el producto de más de diez años de experiencia del maestrante en temas matemáticos a nivel superior, escrito en un estilo simple, directo, conversacional y bajo un idioma matemático comprensible, esperando que los lectores disfruten de esta obra y sobre todo apliquen los conocimientos adquiridos en su quehacer docente generado en esta investigación.

El documento se ha dividido en cinco capítulos, el primero hace referencia a las teorías del aprendizaje que se manifiestan durante el proceso de adquisición y aplicación del conocimiento, estas directrices brindarán el soporte teórico para analizar, reflexionar, interpretar y ubicar la didáctica aplicada por los profesores de matemática en la actualidad, el segundo teoriza la didáctica general como un proceso de inter-aprendizaje que relaciona al docente y al dicente para alcanzar un conocimiento matemático; el tercero describe el concepto de didáctica de la matemática en términos organizacionales que describe, explica, argumenta y justifica la práctica docente en este tema; en el cuarto capítulo se da a conocer los resultados de la investigación en torno a la didáctica de los profesores de matemática y sus efectos en el razonamiento matemático del estudiante de Ingeniería, el capítulo cinco despliega el proceso operativo para aceptar o rechazar la hipótesis. Finalmente, en el capítulo seis plantea la propuesta de una asignatura que se denomina **técnicas de modelado y resolución de problemas matemáticos**, con el cual se espera paliar las diferentes problemáticas que enfrentan los estudiantes de Ingeniería del Centro Universitario de Occidente.

## *CAPÍTULO I*

### **TEORÍAS PEDAGÓGICAS**

Al iniciar esta investigación, que tiene como objeto de estudio la didáctica matemática, es importante hacer referencia a las teorías del aprendizaje que se manifiestan durante el proceso de adquisición y aplicación del conocimiento, estas directrices brindan el soporte teórico, para analizar, reflexionar, interpretar y ubicar la didáctica aplicada por los profesores de matemática actualmente en la carrera de Ingeniería del Centro Universitario de Occidente CUNOC.

Se define como teoría pedagógica la construcción intencional que explica y predice como aprende el ser humano. Es así como todas las teorías, desde una perspectiva general, contribuyen al conocimiento y proporcionan fundamentos explicativos desde diferentes enfoques, en distintos aspectos, bajo ciertas necesidades o intereses definidos claramente por sus métodos y técnicas propuestas por diferentes autores y utilizadas de forma consciente e inconscientemente por los docentes.

En sus comienzos, la educación se regía por un modelo didáctico que se centraba en enseñar sin importar demasiado en su metódica, no se estudiaban los métodos alternos que facilitarían el conocimiento a fondo, ni los contextos en los que se intentaba impartir el conocimiento, el sustento de esta situación lo resalta Marco Fabio Quintiliano (30 – 95) quien en su obra *De Instituciones Oratoria*, habla de un proceder didáctico, basado en los principios de educabilidad, interés, juego, motivación moral, confianza, emulación, alabanza y recompensas como labor docente, esta labor se basa en el ejercicio de la imitación. S. Agustín (354 – 430) en su *De Magistro* (primer trabajo de didáctica racional), desarrolla el modelo de enseñanza catequética, basado en la forma interrogativa con una respuesta prevista y dogmática, definiendo los pasos de la lección sistemática.

La **pedagogía tradicional** tiene sus inicios en Francia en los siglos XV y XVII, ésta se caracteriza por la consolidación de la presencia de los jesuitas en la institución escolar, fundada por San Ignacio de Loyola (1491 – 1556). La pedagogía es eclesiástica y surge para afianzar el poder del Papa y fortificar la iglesia amenazada por la reforma protestante. Su objetivo fundamental era educar hombres al servicio de la Iglesia Católica. Wolfgang Ratke (1571-1635) en su obra *Aphorismi Didactici Praecipui* (1613), utiliza, por primera vez, el término “didáctica”, refiriéndose a ella como un aprendizaje intuitivo de la realidad, basado en la inducción, la psicología, la ausencia de coacción y la experiencia. Por su parte, Jan Amos Komenský en latín Comenio (1592-1670) es considerado como el padre de la didáctica y fue quien la estructuró como ciencia autónoma y estableció sus primeros principios fundamentales. Su obra *Didáctica Magna* (1640) se considera como el punto de partida de la construcción de la didáctica. En ella plantea algunos principios clásicos como: la didáctica es una técnica y un arte, la enseñanza debe tener como objetivo el aprendizaje de todo por parte de todos, los procesos de enseñanza y aprendizaje deben caracterizarse por la rapidez y la eficacia, así como por la importancia del lenguaje y de la imagen.

En la escuela tradicional la tendencia didáctica hace del maestro el centro del proceso de enseñanza (magistrocentrismo), la escuela es la principal fuente de información para el educando, es el agente esencial de la educación y la enseñanza, jugando el rol de transmisor de información y sujeto del proceso de enseñanza, es el que piensa y transmite de forma acabada los conocimientos con poco margen para que el alumno elabore y trabaje mentalmente por sí solo.

La relación alumno profesor está basada en el predominio de la autoridad del profesor exigido una actitud receptiva y pasiva en el alumno. Los principios educativos que rigen la labor del profesor son bastante inflexibles, en ocasiones tienen un carácter impositivo y coercitivo, que no considera cómo ocurre el proceso de aprendizaje en los alumnos, no se modelan acciones que el estudiante

debe realizar, ni controla como va ocurriendo ese proceso de adquisición del conocimiento. La evaluación del aprendizaje está dirigida al resultado.

El **enfoque Conductista** de enseñanza aprendizaje está determinado a través del mecanismo de estímulo, respuesta y reforzamiento. En el modelo conductista hay una fijación y control de logro de los objetivos, trasmisión limitada o conveniente de saberes técnicos, mediante un adiestramiento experimental siendo la finalidad modelar la conducta. El maestro será el intermediario que ejecuta el aprendizaje por medio de las instrucciones que aplicará al alumno, la meta del modelo es moldear la conducta técnico productiva del individuo como un receptor programado e instruccional esto cobra relevancia porque los conocimientos y las conductas propuestas estaban previamente seleccionados y organizados para el logro de determinada conducta.

Esta tendencia pedagógica resulta entonces descontextualizada de su original marco de referencia o peor aún, reducidas a meros componentes didácticos tecnocráticos, inventarios decisionales o diseños instruccionales que a toda costa se pretenden aplicar en los campos de enseñanza para el beneficio de un determinado sector de poder. Sus precursores son: George Romanes (1848 - 1894), Conwy Lloyd Morgan (1852 - 1936), Edward Lee Thorndike condicionamiento clásico, Iván Petrovich Pavlov (1849 - 1936), John B. Watson (1878 - 1958), condicionamiento operante B. F. Skinner (1904 – 1990).

Los precursores de la **escuela Nueva** Rousseau (1712-1778) aboga por la individualización de la enseñanza, el funcionalismo y el paidocentrismo junto con Pestalozzi (1746-1827), Froëbel (1782-1852), y establece los principios de intuición, gradación, aplicación y actividad lúdica que incidirán posteriormente en el concepto actual de la didáctica.

Herbart (1776-1811) fundamenta la construcción científica de la pedagogía y reubica la didáctica, como una dimensión instructiva que permite el dominio por

medio de la aplicación praxis, potenciando, por tanto, el papel del profesor. Así se constituye en una verdadera corriente pedagógica, en una propuesta educativa de nuevo perfil, quizás cuando al finalizar la primera guerra mundial, la educación fue nuevamente considerada esperanza de paz.

La escuela nueva pretende crear un ambiente estimulante en función las necesidades del contexto, en función del interés de sus alumnos y en función de los objetos que son capaces de satisfacerlos. El objetivo es facilitar al estudiante su acceso a las estructuras cognoscitivas, la meta de este modelo, es lograr que el estudiante acceda progresiva y secuencialmente a la etapa superior del desarrollo intelectual de acuerdo a las necesidades de cada uno. El estudiante construirá sus propios contenidos de aprendizaje. El maestro será un facilitador de experiencias a través de una adecuación curricular.

La propuesta de la **escuela Liberadora** define claramente que toda cultura contiene una forma de dominación y que es finalidad de la educación facilitar conocimientos a los estudiantes para que interpreten la realidad, apliquen los conocimientos obtenidos y transformen el contexto según sus intereses. Los fundamentos de esta propuesta pedagógica se basan en que el proceso educativo ha de estar centrado en el entorno de los alumnos (padoicentrismo).

Los precursores Manuel Zúñiga Camacho (1871 - 1932) y Paulo Freire (1921 – 1997) recurrieron a ciertas nociones básicas y hasta entonces escasamente utilizadas en el lenguaje de la pedagogía, como es el caso del poder, deshumanización, educación bancaria, educación problematizadora y dialogicidad para descubrir y aplicar soluciones liberadoras por medio de la interacción y la transformación social, gracias a un proceso de concientización.

Freire en el sentido de haber concebido y experimentado un sistema de educación, así como una filosofía educativa, se centró en las posibilidades

humanas de creatividad y libertad en medio de estructuras político-económicas y culturales opresivas de la época.

La **escuela Cognitiva** en su conjunto que han contribuido a un entendimiento multidisciplinario de la mente y de la cognición en general, su diversidad teórica y metodológica ha sido un punto fundamental para enriquecer los avances.

En este proceso los temas de investigación cobra relevancia, y utilizando esta técnica se de descifrar lo que ocurría en la mente del sujeto entre el estímulo y respuesta.

Los inicios del cognitivismo como corriente pedagógica contemporánea pueden situarse en los trabajos de Jean Piaget (1896 – 1980) quién propuso en 1977 una teoría en donde la conclusión más importante fue la resolución de problemas en la mente humana era simulación y prueba de hipótesis que permitieran alcanzar ciertas metas.

En la **escuela Constructivista** el estudiante no es visualizado como un ente pasivo o bancario sino como un ente activo y con capacidad de hacerse responsable de su propio aprendizaje, el cual él debe construir por sí mismo.

De acuerdo a las ideas constructivistas, en educación, todo aprendizaje debe empezar en ideas a priori que se convierten en el material primordial que el docente necesita para crear más conocimiento.

El constructivismo es un proceso epistemológico de cómo los humanos aprenden a resolver los problemas que en el contexto que se les presenta, es una teoría que intenta explicar cuál es la naturaleza del conocimiento humano.

El constructivismo asume que todo conocimiento previo da nacimiento a conocimiento nuevo, el término de conocimiento es un concepto generalizado que

incluye a toda experiencia y no solo conocimiento formal o académico. El constructivismo aparece como metáfora del conocimiento en un mundo donde la explosión del mismo rebasa por mucho la capacidad del cerebro humano dando lugar a la creencia.

El papel del profesor es tomar su lugar como un estudiante más y reconocer que él está expuesto a los mismos peligros que los alumnos. Esta corriente vincula a las matemáticas, fruto de la reflexión sobre su naturaleza lo expone el matemático holandés Brouwer (1881 - 1966), o sobre la asimilabilidad del lenguaje matemático del británico Michael Dummett (1925 – 2011).

La **corriente Socio Histórica** considera que el conocimiento y el aprendizaje no son sistemas abstractos o procesos mentales anidados en nuestro cerebro, sino se encuentran en los procesos sociales que incansablemente enriquecen, atemorizan, oprimen o liberan nuestra existencia.

La teoría socio histórica no rechaza al cognitivismo sino lo incorporó dentro de ella y lanzó devastadoras críticas en sus limitaciones. Este fue un paso decisivo en la historia de la pedagogía.

Lev Vygotsky (1896 – 1934) generó un concepto concreto de la escuela socio histórica, definiendo que el aprendizaje de todo individuo está determinado por la escabrosa intersección de la genética, la sociedad y la historia.

La **educación Holista** es un nuevo paradigma educativo del siglo XXI, es una visión multipedagógica que incluye en su proceso educativo la generación de conocimiento relacionando tradición y novedad, ciencia y espiritualidad, lo global y lo local, etc. El corazón de la educación holista es la espiritualidad y es considerada como la verdadera naturaleza de esta metodología educativa es la esencia de lo que somos.

La educación holista obliga a reconocer que la educación mecanicista ya no es posible y que la inteligencia tradicional es limitada y unilateral y solamente forma parte de un sistema multidimensional de inteligencias. Esta corriente es una pedagogía del amor universal cuya finalidad es que todos ganen el bienestar de todos, sin distinción.

La educación holista es un proceso de evolución de la conciencia. El objetivo primordial de la educación en este nuevo siglo es ser un sistema educativo a través del cual la conciencia humana evolucione hacia estadios de mayor integridad, comprensión y complejidad a través de un aprendizaje integral, permanente y significativo, siendo tarea del docente integrar relaciones y conexiones por múltiples vías acompañado de un desarrollo moral que la UNESCO definió como aprender a ser.

La **educación Humanista** es la corriente pedagógica que da especial énfasis a la unicidad que posee cada ser humano, a la búsqueda y tendencia de su autorrealización como persona, corriente que fomenta la libertad y autodeterminación de todo individuo, integrando de esta forma sistemas cognitivos que permiten crear conciencia y solidaridad entre seres humanos, capacidad de originalidad y creatividad en un marco de valores y dignidad personal.

Esta corriente filosófica considera que la inteligencia, el uso de la razón y la lógica de toda persona son diferentes y si alguien procede de forma desafiante a este modelo es considerado irracional. Si se prescinde de la razón y la lógica, esta puede convertirse en un determinado momento en un simple hábito, una costumbre o una mera rutina que hace del ser humano desempeñarse creativamente en mayor o menor grado.

El concepto de **nuevo Paradigma** y su relación esencial con el pensamiento científico fue introducido en los inicios de los años sesenta por Thomas Kuhn (1922- 1997). Para este historiador de la ciencia, un paradigma es un logro

intelectual que subyace de misma ciencia y guía el transcurso de las investigaciones. Al igual que cualquier otro conocimiento humano, se supone que todo paradigma científico debe ser susceptible a modificaciones, refutaciones o convalidaciones.

No debemos olvidar que lo alternativo del nuevo paradigma, no es el método o la herramienta, sino la concepción misma, que posee las siguientes características: situarse en una nueva visión de la realidad, de los demás y de nosotros mismos, es fundamental un cambio radical en la forma de pensar y se debe cambiar profundamente nuestros valores y arraigarlos a la solidaridad, al cuidado, la compasión y compromiso ético.

Otros autores que han influido en los procesos didácticos son Bruner (1980) que aporta el aprendizaje por descubrimiento (heurística) y el aprendizaje por recepción verbal significativa de Ausubel (1986).

### **1.1. DIDÁCTICA GENERAL**

En esta investigación, se define a la didáctica general como un proceso de inter/aprendizaje que relaciona al docente y al dicente para alcanzar un conocimiento, el papel del profesor consiste en facilitar información necesaria, organizar materiales, planificar métodos y direccionarlos pertinentemente, de una manera contextual para hacer eficiente el proceso educativo; además el docente y el estudiante deben proponer individual y conjuntamente actividades pertinentes para un aprendizaje integral que conlleve un desarrollo académico acorde a las exigencias del entorno, el dominio de conocimientos adquiridos en clase aplicados al contexto, complementado con la acción de evaluación tendiente a verificar, retroalimentar y complementar el aprendizaje en un marco de valores éticos y morales.

Actualmente todo modelo educativo debe estar encausado por un sistema curricular que formule objetivos o competencias, contenidos, criterios

metodológicos y técnicas de evaluación para orientar la actividad académica. El currículo permite planificar las actividades académicas de forma general, lo específico viene determinado por los planes y programas de estudio.

Mediante la construcción curricular la institución plasma su concepción de educación. De esta manera, el currículo permite la previsión de las cosas que hemos de hacer para posibilitar la formación de los educandos, se concuerda con Ginsburg (1989) que la *“meta principal de la educación es crear hombres que sean capaces de crear cosas nuevas no simplemente de repetir lo que otras generaciones han hecho; hombres que sean creativos, inventores y descubridores”*<sup>1</sup>

Como principio se considera que la didáctica no es un acto tradicional y mucho menos un recetario, es un ejercicio complejo que posee intereses, necesidades interacciones y relaciones intencionadas y concretas que posibilitan una formación integral en estudiantes y profesores.

El vocablo educación, etimológicamente procede del latín *educatio* o del griego *didaskhein* que quiere decir acto de criar, y por extensión, formación del espíritu, instrucción, enseñar, instruir y explicar, que derivan a su vez del verbo *“ducare”*, que significaba conducir o guiar. Lo define el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española como: crianza, enseñanza y doctrina que se da a los niños y a los jóvenes, y como instrucción por medio de la acción docente.

El concepto de didáctica varía según las necesidades, el contexto y las metas determinadas por las instituciones educativas, la didáctica como propone Smith (1971) significa *“el arte o la ciencia de la enseñanza, no la enseñanza en sí*

---

<sup>1</sup> GINSBURG, H y OPPER S. - Piaget y la teoría del desarrollo intelectual (1989). Edit. Hall Hispanoamérica. México D.F. p.p. 200-216. Citado en el informe de las conferencias dictadas por él en Universidad de Cornell y en Universidad de California, página 5.

*misma*<sup>2</sup>, por lo tanto se refiere a los objetivos curriculares, la metódica a utilizar en la transferencia y adquisición del conocimiento. La didáctica se puede considerar como una disciplina pedagógica que se refiere a las acciones y las normativas a utilizar a través de las técnicas de enseñanza y aprendizaje. Matos (1973) define la didáctica como *"la técnica de incentivar y orientar eficazmente a los alumnos en su aprendizaje"*<sup>3</sup>, la didáctica también se ocupa de motivar al estudiante organizadamente, Lavalice (1973) señala que la didáctica es la *"organización de las situaciones de aprendizaje que vive un educando para alcanzar un objetivo cognoscitivo afectivo"*<sup>4</sup>, esta organización intencional debe ser integral y busca la participación de todos los actores del acto didáctico para que desarrollen intelectualmente al estudiante, propiciado por un trabajo activo del docente conjuntamente con el estudiante.

En ese orden de ideas se define la didáctica como una disciplina pedagógica que se construye a partir de una teoría o corriente cognoscitiva que tiene por objeto desarrollar procesos de enseñanza aprendizaje en un determinado contexto para la formación integral de un individuo. Significa entonces que la didáctica es una disciplina científico/pedagógica que tiene como objeto de estudio los procesos y elementos existentes en la enseñanza y el aprendizaje. Es por tanto, la parte de la pedagogía que se ocupa de las técnicas y métodos de enseñanza, destinados a plasmar en la realidad las pautas de las teorías pedagógicas encaminadas a facilitar un conocimiento que debe ser adquirido, comprendido, aplicado y recreado por profesores y estudiantes.

En otros términos la didáctica es la rama de la pedagogía que se encarga de plantear, establecer métodos y técnicas para la mejora de la enseñanza

---

<sup>2</sup> Othanel, B. N.E. 2007. Área de didáctica: Distintas definiciones de didáctica. Disponible en <http://areadedidactica.blogspot.com/2007/01/distintas-definiciones-de-didctica.html>, consultado 08 - 09 - 12.

<sup>3</sup> de Matos, L. N.E. 2011. Aplicaciones educativas. Disponible en <http://apli.wordpress.com/autores-origen/luis-ade-mattos>, consultado 08 - 09 - 12.

<sup>4</sup> Lavalice, M. N.E. 2012. Area de didáctica: distintas definiciones de didáctica. Disponible en <http://areadedidactica.blogspot.com/2007/01/distintas-definiciones-de-didctica.html>, consultado 9 - 9 - 12.

aprendizaje, busca crear y recrear conocimiento preparando al estudiante para un momento histórico social continuo.

El proceso didáctico tiene la intencionalidad de generar conocimiento aplicado a un contexto real o abstracto y para ello propone una serie de objetivos o competencias que permiten ejecutar todo propósito educativo, que guíe el desarrollo del programa de curso, la necesidades del entorno del estudiante o las necesidades propias del estudiante, que pueden ser influidas por factores psicológicos, físicos o sociales.

En ese sentido, la didáctica tiene y debe orientar la enseñanza del conocimiento de acuerdo a la edad evolutiva del estudiante, esta situación es tácita en la carrera de Ingeniería, debido a flujograma de cursos matemáticos que tiene la modalidad de un sistema de cursos prerrequisitos. En cada curso de carrera de Ingeniería se debe realizar una planeación de actividades que permitan desarrollar el curso en pro de los objetivos o competencias propuestas, que pueden ser a nivel cognoscitivo, de habilidades o de valores; y no olvidar la relación que debe existir con los cursos subsiguientes.

Dentro de la planeación, se deben organizar tareas para complementar el conocimiento facilitado por el docente, que permitan al estudiante desarrollarse teórica y prácticamente. Por ello, el proceso didáctico evalúa y controla conscientemente todo el proceso educativo a fin de realizar oportunas rectificaciones y vincular los conocimientos adquiridos con la realidad.

Lo fundamental de la didáctica es el trabajo reflexivo del profesor en cuanto a sus acciones encaminadas hacia la búsqueda del conocimiento, su aplicación y su recreación para beneficio del proceso formativo del estudiante. Es un proceso que no nace de la improvisación, sino se desarrolla a través del uso de técnicas, herramientas, recursos didácticos y tareas en pro de un eficiente traslado de la adquisición del conocimiento; que es controlado técnicamente por la evaluación

en función de ser analizado, criticado y sometido a prueba para rectificar planteamientos o determinar nuevos procesos pertinentes al contexto.

En el caso específico de los cursos de matemática a nivel superior, el proceso didáctico parte del hecho que los alumnos no aprenden de la misma forma, es por ello que resulta necesario que el docente implemente un proceso didáctico coherente y pertinente a la materia que tiene a su cargo. El profesor tiene claro que el estudiante aprende por medio de un reflejo condicionado que puede ser recompensado, aprende por memorización y esta puede ser mecánica porque valoriza estrictamente los procedimientos sin considerar las leyes, puede aprender con lógica porque valoriza la significación de las palabras en el entendido de que un estudiante teórico puede ajustar la memorización mecánica y la lógica para crear algo nuevo, la memoria no es tan mala después de todo, el problema radica en que no tiene una gran capacidad de retención de la información.

El estudiante puede aprender matemática por medio de diferentes modelos, pero la reflexión es quizás una de las formas más utilizadas por profesores de matemáticas para generar la comprensión de un problema, en esta situación entran en acción actitudes, fundamentos, argumentos y teorías que utiliza el estudiante para comprender en primera instancia un problema y luego utilizar un proceso crítico o conceptual para generar con el uso de su inteligencia una estrategia razonada que ejecuta para resolver el problema.

## **1.2. EL ACTO DIDÁCTICO**

Se define como acto didáctico la relación que existe entre la persona que enseña y la persona que aprende, Titone (1966) indica que por *“acto didáctico debe entenderse la relación dinámica interpersonal establecida entre el docente y el discente. Del docente procede el estímulo y la enseñanza; en el discente se realiza el hecho del aprendizaje como asimilación del saber”*<sup>5</sup>, es concluyente comprender que el acto didáctico es una acción comunicativa entre el profesor y

---

<sup>5</sup> Jurand. N.E. 2012. Acto didáctico. Disponible en <http://www.buenastareas.com/ensayos/Acto-Didactico/5697193.html>, consultado el 20 – 09 – 12.

estudiante en torno a un contenido de curso con una intencionalidad de formación, los elementos que actúan son: docente, estudiante, métodos, técnicas de aprendizaje y el contexto.

El docente tiene y debe ser una persona dedicada a realizar acciones referentes a la enseñanza. El docente es la persona que imparte conocimientos enmarcados en una determinada ciencia o arte, debe poseer conocimientos y habilidades pedagógicas extraordinarias en la materia que instruye y utilizar estas metodologías y herramientas capaces de convertirse en agentes efectivos del proceso de aprendizaje.

El docente de Ingeniería debe hacer efectivo el aprendizaje ante la realidad de una enseñanza masificada en la universidad debido a su sobrepoblación y considerando que muchos estudiantes sostienen su aprendizaje a partir de la figura del profesor, resulta necesario integrar actividades y recursos que busquen reorientar el trabajo intelectual del alumno como indica Spengler (2007) el docente debe dirigir su práctica docente *“hacia el desarrollo de estrategias cognitivas y meta cognitivas que propicien un aprendizaje autónomo, incentivando la comprensión de los propios procesos de gestión del conocimiento como sustento básico del aprender a aprender”*.<sup>6</sup>

Sin embargo; hoy en día el papel de los formadores no es tanto solo enseñar, en Guatemala esta concepción se considera como el hecho de explicar/examinar un curso; de esta forma los conocimientos tendrían una vigencia limitada y escasa solidez, entonces el profesor debe personalizar su acción docente observando y reflexionando sobre la propia acción didáctica y buscando progresivamente mejoras en las actuaciones acordes con las circunstancias (investigar y accionar en sus metodologías y herramientas didácticas).

---

<sup>6</sup>Spengler - M, Egidi, L - Craveri, A. N.E 2007 El nuevo papel del docente universitario: el profesor colectivo. Departamento de matemática, escuela de Estadística Universidad de Rosario Argentina. Disponible en <http://www.fcecon.unr.edu.ar/fcecon.unr.edu.ar/sites/default/files/u16/Decimocuartas/spengler,%20craveri,%20el%20profesor.PDF>, consultado 10 – 10 -12.

El docente debe poseer ciertas características personales para que la metodología aplicada en el proceso didáctico sea efectiva, el éxito radica al implementar procesos cognitivos que dejen huella permanente en el aprendizaje de los estudiantes.

Los roles del docente determinan una serie de comportamientos en el estudiante para lograr un conocimiento significativo, entre estos roles se considera que el profesor debe ser un experto que domine los contenidos específicos, que elabore planes integrales del contenido de curso con la capacidad de diversificar sus técnicas y herramientas didácticas para lograr la coherencia de su labor con el diseño del curricular de la institución educativa.

El profesor debe poseer el rol de fijar metas e inculcar hábitos de estudio en sus estudiantes, fomentando su autoestima hasta lograr la autonomía académica de estos. Para ello debe preparar sus clases, organizar y gestionar situaciones mediáticas de aprendizaje, con estrategias didácticas que consideren la realización de actividades de aprendizajes individuales y grupales para fomentar aprendizajes significativos aplicados a la realidad. También debe fomentar la curiosidad intelectual, la originalidad y creatividad para alcanzar nuevas metas y nuevos conocimientos al servicio de la sociedad en un marco de valores éticos y morales.

El profesor debe informar a los estudiantes cuales son los objetivos y contenidos de la asignatura, así como proporcionar información sobre las actividades a realizar y evidenciar cual será el sistema de evaluación a utilizar, aclarar dudas y dar seguimiento al programa de curso propuesto, utilizar herramientas tecnológicas y sistematizar las tareas para que acompañen pertinentemente la formación del estudiante.

El estudiante tiene como tarea primordial responsabilizarse del aprendizaje y auto dirigirlo, elaborando estrategias acordes con los propios estilos cognitivos que

consideren el posible, haciendo uso de técnicas de estudio y materiales didácticos facilitados por el profesor o adquiridos por otros medios. Conocer y asumir los posibles riesgos que impliquen las decisiones que se tomen. Los roles del estudiante a considerar en esta investigación son: utilizar tecnologías de la información de forma apropiada, pertinente y coherentemente como instrumento cognitivo que puede liberarle de determinados trabajos de rutina especialmente en el ámbito matemático, aceptar las orientaciones o sugerencias del profesor, actuar con autonomía e iniciativa propia en la toma de decisiones, ser creativo para generar la duda metódica que fomente la investigación, buscar nuevas soluciones, tener la capacidad para trabajar individual y colectivamente, observar con curiosidad, pensar y actuar reflexivamente para la construcción de su propio aprendizaje, motivarse y así perseverar en la carrera.

Si el estudiante del Centro Universitario de Occidente se desempeña como un investigador y un pensador analítico que no solo desarrolle actividades dentro de la universidad y realice actividades dirigidas a la sociedad que impacten positivamente, entonces cambiará el paradigma de un estudiante encasillado en 4 paredes, despreocupado por su vida y la de los demás, por el de un actor social y reflexivo activo, que busca su bienestar personal pensando primero en el bienestar del colectivo.

Finalmente se define al estudiante universitario como aquella persona que comprende perfectamente y con claridad su compromiso social, entiende el carácter moral del profesionalismo de su carrera, estudia por un motivo solidario, no por un título, habla con la verdad y sin violencia, no hace presunciones falsas, mira de frente a sus interlocutores, emite criterios razonables, es respetuoso con los demás y entiende que su papel en la universidad es vital para mejorar y desarrollar la sociedad guatemalteca.



## *CAPÍTULO II*

### **MÉTODO DIDÁCTICO**

El método didáctico es el conjunto de momentos y técnicas utilizadas para conducir acertada, pertinente y lógicamente un aprendizaje intencionado. La técnica didáctica se define como la forma de cómo se utilizan los recursos didácticos para hacer efectivo un aprendizaje.

El concepto de técnica didáctica puede entenderse también como una serie de estrategias o procedimientos organizados, orientado hacia un objetivo o competencia que se desea desarrollar en el estudiante, situación que requiere de responsabilidad docente; esta estrategia debe ser flexible y perfectible para generar versatilidad en el acoplamiento formativo del contexto.

Las técnicas son procedimientos generales que buscan obtener eficazmente, a través de una secuencia lógica, la formación permanente de los estudiantes. Toda técnica didáctica es parte de un método.

Entre los principales métodos para la enseñanza de la matemática se pueden citar:

El **método de razonamiento directo** es el proceso o camino sistemático establecido metodológicamente para que el estudiante realice tareas con el fin de desarrollar sus capacidades procedimentales matemáticas ligado fuertemente a un sistema de abstracción algebraica que permitan teorizar un procedimiento y modelar un contexto. Al modelar el contexto se podrá obtener información y formación matemática acerca de un evento, determinando características a través de procedimientos inductivos y deductivos. El razonamiento inductivo permite establecer conjeturas matemáticas a partir de condiciones iniciales, hechos particulares o pensamientos particulares que permiten configurar un patrón conductual matemático genérico, que de ser comprobado por procedimientos

científicos de inducción matemática se convierte en ley. El razonamiento inductivo parte de una ley matemática y resuelve un hecho particular, por ejemplo la diferencia de cuadrados en un procedimiento algebraico de factorización considerada ley definiéndola como  $x^2 + y^2 = (x - a)(x + a)$  y cualquier expresión que tenga esta representación se factoriza de forma similar.

El **método de coordinación** desarrolla actividades para motivar las capacidades del estudiante de forma lógica y en plenitud de sus condiciones psicológicas, no es lo mismo razonar que utilizar la lógica. La lógica considera leyes o postulados lógicos matemáticos que permiten obtener una inferencia, esta inferencia o conclusión está en términos de un sistema de premisas antecedentes que generan una consecuencia, los formatos lógicos más conocidos son el método de afirmación, de negación y silogismo hipotético. Un ejemplo de estos métodos es: si Juan estudia poco no aprobará el curso de matemáticas, Juan estudio poco, conclusión: Juan no aprueba el curso de matemáticas.

El **método de concretización** en matemáticas permite el logro de un aprendizaje significativo a través de un sistema simbólico. El sistema matemático hace uso y referencia de guarismos numéricos y símbolos de forma universal, que permite establecer en los estudiantes proceso concretos (resultados) en la resolución de un problema a través de procedimientos inductivos basados en el uso de leyes matemáticas.

La matemática por su gran contenido utiliza un **método especializado** para establecer un proceso continuo y subsiguiente en sus contenidos, los cuales se deben dosificar y sistematizar para el logro de un aprendizaje significativo, la matemática es el claro ejemplo de un sistema de conocimientos jerarquizados verticalmente que se apoyan en conocimientos genéricos denominados postulados, que son el soporte científico de temas específicos.

El **método de relación** hace que el profesor y el estudiante adquieran la capacidad de relacionar teoría y procedimiento, y vincularlo a un sistema de modelado matemático. El logro del aprendizaje se genera en primera instancia a través de un proceso individual, que puede ser socializado por medio de actividades cooperativas o colaborativas.

El **método por procedimientos** es la forma sistemática que permite al estudiante descubrir, inventar o resolver problemas mediante la creatividad y el pensamiento lateral o pensamiento divergente y sus dogmas. Es la punta de lanza que todo profesor de matemáticas busca, esta situación se genera cuando el estudiante realmente ha adquirido autonomía en su aprendizaje matemático, posee la capacidad de interrelacionar teoría, procedimientos y experiencia al momento de resolver un problema matemático

El **método de modelado** en ciencias aplicadas a las matemáticas, es un procedimiento científico que emplea algún tipo de formulismo matemático para expresar relaciones de proposiciones sustantivas de hechos contextuales, vivenciales o científicas representadas a través de variables, parámetros, entidades numéricas y relaciones operativas entre ellos que tienen por finalidad estudiar comportamientos de sistemas complejos, difíciles de observar en la realidad.

Las **técnicas expositivas** permiten presentar información de manera ordenada y en tiempo real, el estudiante y profesor interactúan en un mismo lugar permitiendo analizar, discutir y resolver dudas ante un problema, este método aunque se considera tradicionalista para el caso de las matemáticas es uno de los mejores medios para presentar resolución de problemas, bajo un sistema planificado es una técnica que permite crear y recrear el conocimiento matemático y no solamente reproducirlo.

**Proyectos o casos matemáticos** que tienen la característica de acercar una realidad concreta a partir de un sistema de modelado, la técnica de proyectos permite acercar al estudiante a proceso vivencial, que vinculan a la matemática con procesos cotidianos, creando un ambiente académico por medio de la realización de un proyecto de trabajo. Esta técnica favorece la adquisición de objetivos de comprensión y aplicación, potenciando el descubrimiento de estructuras profundas, relaciones nuevas y valoraciones críticas que permiten recrear el conocimiento matemático.

La **Pregunta** debe promover la curiosidad, base de toda investigación y estimular el pensamiento crítico, desarrollar habilidades para el análisis y síntesis de información matemática. Los estudiantes aplican verdades descubiertas para la construcción de conocimientos y principios. La pregunta debe motivar al estudiante y en ningún momento cohibir su participación en la resolución de un problema, por medio de las respuestas se evidencia el conocimiento y los conceptos utilizados por el estudiante.

La **Lúdica** o **juego** en la matemática y en su naturaleza misma, tienen rasgos comunes. Un juego comienza con la introducción de una serie de reglas, una determinada cantidad de materiales, objetos o piezas, cuya función en el juego está definida por esas reglas, de la misma forma en que se puede proceder en el establecimiento de una teoría matemática por definición implícita o explícita. De esta forma se promueve la interacción y la comunicación, se fomenta la diversión y se garantizan aprendizajes significativos.

La **resolución de problemas** favorece el desarrollo de habilidades para el análisis y síntesis de información matemática. Permite el desarrollo de actitudes positivas ante problemas. Desarrolla habilidades cognitivas y de socialización a través de una demostración considerado como un razonamiento lógico algorítmico que valida y progresa a partir de ideas que se dan por ciertas las que se denominan hipótesis.

El **Descubrimiento** es un método desarrollado por Ausubel (1986) consiste en que el docente debe inducir a que los alumnos logren su aprendizaje a través de el método Heurístico. Es decir, el docente no debe dar los conocimientos elaborados sino orientar a que los alumnos descubran progresivamente a través de experimentos, investigación, ensayo y error, reflexión, discernimiento, etc. Las diferencias con otros métodos didácticos están relacionadas con la filosofía constructivista.

**La experimentación** es una técnica en la que el profesor presenta al alumnado uno o varios fenómenos relacionados entre sí y permite crear un sistema de modelado matemático especialmente estadístico y de formulismo que permite agrupar, analizar y verificar la evidencia científica obtenida de un procedimiento experimental. El alumno genera la capacidad de análisis y reflexión el profesor debe sistematizar claramente los objetivos y los contenidos de la experimentación para que incida significativamente en el aprendizaje del estudiante.

La educación de este nuevo siglo necesita encontrar nuevas formas de organizar el proceso de aprendizaje según Ramón Ferreiro (2007) es necesario una forma diferente de organizar la enseñanza aprendizaje tanto presencial como a distancia, que implica el empleo de la tecnología. Las condiciones sociales y culturales locales y globales exigen una educación diferente y no es la excepción para los cursos matemáticos. La creación de estos nuevos ambientes requieren tener en cuenta elementos esenciales que potencialicen y desarrollen activa y permanentemente al estudiante, considerando que para orientar al estudiante contemporáneo se deben considerar los cambios vertiginosos de la tecnología, la revolución de la informática y las comunicaciones, la globalización cultural, las nuevas formas de entretenimiento y diversión que desarrollan un ser humano acelerado, multidisciplinario e interdisciplinario.



## *CAPÍTULO III*

### **DIDÁCTICA MATEMÁTICA**

En los años 70' surgió en Francia la acepción de “didáctica de las matemáticas” por el investigador Guy Brousseau, quien levantó bajo este nombre una nueva disciplina científica que estudia la comunicación de conocimientos y de sus transformaciones, por medio de una *“epistemología experimental que intenta teorizar sobre la producción y circulación de los saberes”*<sup>7</sup>. Su campo de estudio corresponde a los fenómenos que ocurren en la enseñanza de la matemática, relacionados con los alumnos, los contenidos matemáticos y los agentes educativos.

El pedagogo alemán Griesel<sup>8</sup>, define la didáctica de las matemáticas como *“la ciencia del desarrollo de las planificaciones realizables en la enseñanza de la matemática”*. Se define la didáctica de las matemáticas como una situación construida intencionalmente por el profesor con el fin de hacer adquirir a los alumnos un saber determinado en este campo, Vidal (1997), quien define la didáctica como una *“planificación en base a actividades problematizadoras, cuya necesidad de ser resueltas o abordadas, implica la emergencia del conocimiento matemático que da sentido a la clase”*<sup>9</sup>.

La didáctica de la matemática estudia las actividades que tienen por objeto la enseñanza de un contenido matemático. La didáctica de la matemática puede caracterizarse como la disciplina científica interesada por la investigación, que trata de comprender el funcionamiento de la enseñanza de las matemáticas en su conjunto, así como el de los sistemas didácticos específicos y particularmente

---

<sup>7</sup> Dimaten Wikispaces N.E. 2012. Didáctica de la matemática. Disponible en <http://dimatem.wikispaces.com/Did%C3%A1ctica+de+la+Matem%C3%A1tica>, consultado el 15 – 10 – 12.

<sup>8</sup> Vidal, R. N.E. 2012 La Transposición Didáctica: Un Modelo Teórico para investigar los estatus de los objetos matemáticos. Disponible en <http://www.scribd.com/doc/98040353/La-Transposicion-Didactica-Un-Modelo-Teorico-para-investigar-los-estatus-de-los-objetos-matematicos>, consultado 20 – 10 – 12.

<sup>9</sup> Vidal, R. N.E. 2012 La Didáctica de las Matemáticas y la Teoría de Situaciones. Disponible en [http://mailing.uahurtado.cl/cuaderno\\_educacion\\_29/pdf/articulo-28.pdf](http://mailing.uahurtado.cl/cuaderno_educacion_29/pdf/articulo-28.pdf), consultado el 22 – 10 – 12.

comprometida con la elaboración de teorías pedagógicas, Godino (1996) la considera como *“la disciplina que asume la responsabilidad de adaptar y articular las contribuciones de otras disciplinas”*<sup>10</sup>.

Se describe entonces a la didáctica de la matemática como el conocimiento matemático en términos organizacionales que describe, explica, argumenta y justifica la práctica docente para la enseñanza del conocimiento matemático, Gascon (2004) lo denomina “praxeología matemática” cuyos componentes principales son los diversos tipos de tareas, técnicas, tecnologías, y teorías aplicadas a esta materia.

La característica principal de la didáctica de la matemática es la de su extrema complejidad, Steiner (1984) la define como *“el complejo fenómeno de la matemática en su desarrollo histórico y actual y su interrelación con otras ciencias, áreas prácticas, tecnología y cultura, condiciones y factores altamente diferenciados en el desarrollo cognitivo y social del alumno”*<sup>11</sup>

En función a todo lo anterior, se define que el concepto de didáctica de las matemáticas es un proceso de concebir y de crear condiciones para fortalecer y consolidar un proceso de aprendizaje científico e investigativo propio de la matemática. El papel del profesor consiste en facilitar información suficiente y necesaria, organizar materiales, planificar métodos y direccionarlos acertadamente hacia un modelado contextual que potencialice el proceso educativo matemático del estudiante.

Actualmente en Guatemala la didáctica de las matemáticas es vista como campo sin fundamentación científica y solo como un arte que no tiene vinculación alguna

---

<sup>10</sup> Godino J. y Batanero C. N.E. 2003. Investigaciones sobre Fundamentos Teóricos y Metodológicos de la Educación Matemática Universidad de Granada España. Disponible en [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/biblioteca/LIBROS/BL008.pdf](http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/biblioteca/LIBROS/BL008.pdf), consultado 25 – 10 – 12.

<sup>11</sup> Steiner, 1984, p. 16; citado por Godino, J. N.E. 2001. Paradigmas, problemas y metodologías en Didáctica de la Matemática Disponible en <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/sd/textos/godino.doc>, consultado 27 – 10 -12.

con el contexto, esta situación es visible en todos los niveles educativos del país (primaria, básico, diversificado y universitario), pero existen grupos de profesores, especialmente universitarios que afirman que la didáctica de las matemáticas es una disciplina científica transdisciplinaria y no exclusiva para algunas carreras de ciencia y tecnología, sino, son herramientas para un ámbito más general.

Cada sociedad, según sea el momento o su evolución histórica, posee fines de la enseñanza de la matemática en procura de conciliar las necesidades de formación, culturales, sociales o de adaptación. La educación matemática pretende que el estudiante argumente, piense y razone de forma pertinente, desarrolle una buena capacidad para resolver problemas según su momento evolutivo. Además debe adquirir la capacidad de relacionarse, informarse y comunicarse implicando el manejo científico y cotidiano de símbolos y tienen relación directa con conocimientos matemáticos que debe interrelacionarse de forma abstracta y además con el contexto. Brousseau (1998) afirma que *“la didáctica es el único medio de discriminar un problema no resuelto de ingeniería..., de identificar y de clasificar un trabajo original en un dominio, de precisar sus condiciones de uso y de reproducción, y, por lo tanto, de reconocer y de hacer reconocer las creaciones, las invenciones y los procesos de investigación y de producción científica de los profesores”*<sup>12</sup>.

El profesor universitario, al tener claro el concepto y el carácter de la matemática, asume que la matemática es la ciencia deductiva que estudia las propiedades de los entes abstractos, como números, figuras geométricas o símbolos y sus relaciones. Este concepto de la matemática asume el criterio de que el aprendizaje matemático fomenta la abstracción por medio de modelos conceptuales que tienen aplicación en contextos cotidianos. Esto es en esencia el carácter del pensamiento que genera la matemática en el estudiante a través de la formación e información.

---

<sup>12</sup> Brousseau G. (1986) Traducción: Educación y Didáctica de las matemáticas. Disponible en <http://claroline.emate.ucr.ac.cr/claroline/backends/download.php/QnJvdXNzZWZlX0ZvbmlbWVudHMucGRm?cidRese t=true&cidReq=SP1363>, consultado el 25 – 10 – 12.

El aspecto formativo de la matemática tiene como base el razonamiento deductivo, que genera en el estudiante el aprendizaje basado en conceptos numéricos, secuenciales o inductivos, discretos, algebraicos, lógicos o inferenciales, topológicos, funcionales y sociales; al recrear estos conceptos se logra en el estudiante la capacidad de criticar, reflexionar, comprender, crear y comunicar procedimientos para la resolución de problemas de cálculo matemático.

El aspecto de informar se refiere a los métodos matemáticos aplicables a una gran variedad de problemas sobre las que se busca aportar o encontrar una solución. Esta solución o resultado se convierte en un indicador que vincula y orienta fuertemente la toma de decisiones cotidianas. Se insiste que se debe tener claro como profesor universitario que los conceptos y modelos matemáticos son herramientas de aplicación dirigidas en situaciones abstractas, también en casos virtuales (simuladores) que pueden ser aplicados a la realidad a través de procedimientos experimentales.

Es necesario entonces la adquisición pertinente de significados, conocimientos y procedimientos que generen un pensamiento científico, crítico, reflexivo y propositivo. En la actualidad profesores y estudiantes solo reproducen o imitan procedimientos, la experimentación e indagación se va desvaneciendo por completo; el descubrimiento y la utilidad potencial de la matemática en el mundo real no se consideran vinculantes.

En el ámbito educativo guatemalteco la movilización consciente de significados del estudiante universitario para tomar decisiones es frecuentemente a priori y no está sujeta a métodos científicos, el razonamiento es inductivo y en muchos casos sustituye al deductivo, además se genera en la mayoría de alumnos, opresión, represión y disgusto por estos cursos, situación que modifica temporal y permanentemente sus aspiraciones académicas.

La educación tiene la potencialidad de instruir y formar al estudiante; en estos últimos años se han generado una serie de herramientas, que hasta hace 20 años eran desconocidas, la utilización del internet y software es ahora indispensable y nos ofrece una serie de herramientas que facilitan la construcción del conocimiento (simuladores, calculadoras, blogs), situación que ha modificado radicalmente el paradigma de la educación matemática.

En Guatemala hace 20 años la metodología era tradicional, coercitiva y autoritaria (cállese, siéntese y copie), ahora con las tecnologías de la información, aquel paradigma didáctico se ha cambiado por el siéntese, copie y pegue, desplazando la construcción por la imitación del conocimiento y el conformismo académico, especialmente el matemático.

La función de la escuela matemática se convierte entonces en un proceso trascendental, que potencia las capacidades de todo individuo, permitiéndole reflexionar, criticar y abordar temas bajo un proceso científico, que modifica la forma de pensar, actuar y expresar de toda una sociedad, según García (1998) *“la necesidad de formación es inmensa, mientras que las respuestas son limitadas y relativas, lo que obliga a pensar, al mismo tiempo, instituciones nuevas y procesos pedagógicos adaptados tanto a nivel de la realidad social del alumnado como en función de perspectivas y de orientaciones nuevas sobre procesos de conocimiento”*<sup>13</sup>

Una de las ideas esenciales que se manejan en la actualidad con respecto al estudio y la enseñanza de las matemáticas es implementar métodos para que los aprendizajes y saberes sean significativos y de aplicación científica - utilitaria para todos, es decir, lo que se observa en la escuela, les sea productivo en su entorno y en su vida cotidiana. Además de que no vean a los conocimientos, como entes aislados que solamente se crean en determinados contextos. Algunos autores como Chevallier (1985) en su teoría antropología de lo didáctico menciona que el

---

<sup>13</sup> García Ruiz, Jesús (1.998) La Universidad a las Puertas del Tercer Milenio. Ediciones AMEU, Ciudad de Guatemala C.A p. 125.

*“saber erudito es creado sin la pretensión de ser enseñado; es la intención de su difusión la que da pie al proceso de transformación didáctica”<sup>14</sup>*. Esta transformación no se logra de un día a otro, es necesario realizar un sin número de actividades y procesos que le permitan al docente desenvolverse de manera óptima dentro y fuera de un salón de clases para desarrollar en el alumno habilidades y capacidades para responder a las necesidades de los diferentes ámbitos en que se desarrolla. Una idea importante es comenzar a cambiar sus esquemas, o sus ideas con respecto a las matemáticas.

Los profesores han heredado en buena medida los hábitos didácticos utilizados en el pasado, pero también es necesario comprender que son el medio que facilita el conocimiento y que es necesario investigar, plantear y replantear modelos o prácticas educativas que contribuyan al aprendizaje significativo de los estudiantes e innovar para obtener cambios de calidad. Como sociedad educativa corresponde entonces a los profesores realizar dos tareas esenciales:

- Buscar explicaciones de cómo los individuos aprenden matemáticas.
- Diseñar propuestas didácticas que mejoren los procesos de enseñanza aprendizaje de ésta ciencia y ejecutarlos.

En ambas tareas se debe abordar seriamente los problemas que se relacionan con la motivación, la adquisición comprensiva de conceptos, relaciones y procesos básicos de la matemática y su vinculación con contexto.

También es importante conocer que el pensamiento matemático debe plantearse a partir de comunidades que poseen intereses y acciones bien definidas, situación que en el ambiente universitario guatemalteco no se ha considerado o no se tiene claro. Los matemáticos profesionales cuestionan el conocimiento existente, explican, descubren e inventan conocimientos y conforman una comunidad científica y entienden la matemática como una disciplina altamente estructurada

---

<sup>14</sup> Bosh M., Chevillard, Y., & Gascón J., (1997). Estudiar matemáticas; el eslabón perdido entre enseñanza y aprendizaje, Hosori Editorial: Barcelona España.

que requiere de análisis, abstracción, generalización e inferencia como procesos básicos para la producción de nuevos conocimientos.

Los docentes y estudiantes son actores que deben entender y comprender que, conjuntamente con el conocimiento matemático se conforman comunidades escolarizadas que debe comprender, visualizar, comunicar ideas y procedimientos vinculados directamente con estos conocimientos desarrollados en clase y que deben ser aplicados de forma concreta o abstracta.

Los ciudadanos cotidianos deben poseer la capacidad de realizar tareas múltiples que permitan entender y modificar contextos, incorporando herramientas intelectuales matemáticas en la solución de problemas de su entorno. Ejemplo: realizar mediciones, interpretar gráficos, realizar transacciones comerciales y económicas, planificaciones cotidianas, horarios, etc. Por su lado los investigadores de la matemática educativa deben explicar y predecir cómo se produce el conocimiento matemático y plantear mejoras para un aprendizaje significativo.

### **3.1. PENSAMIENTO MATEMÁTICO**

Por su naturaleza curricular, la matemática desarrolla un proceso de pensamiento abstracto y de modelado del entorno, generando personas que asignan y comparten significados, utilizan estructuras inductivas, deductivas y analógicas a través de un lenguaje codificado universal.

Ahora se analizará detalladamente la importancia del por qué y para qué estudiar matemáticas a través de los diferentes tipos de pensamiento que genera en los seres humanos. Se define como pensamiento matemático el fenómeno psicológico racional, objetivo y externo derivado del pensar para la solución de problemas con enfoque en modelado y sistemas operativos abstractos.

El **pensamiento geométrico** describe, representa e imagina el entorno espacial, permite determinar el mundo a partir de su dimensionamiento, por ejemplo la altura se considera un sistema geométrico denominado primera dimensión, al visualizar un televisor, una pizarra y cualquier figura plana se denomina segunda dimensión y la tercera dimensión está representado por figuras que poseen ancho, largo y altura o simplemente una base plana y una altura. La interpretación matemática extraordinariamente se genera cuando tratamos temas en cuarta, quinta o más dimensiones, matemáticamente se puede realizar una serie de operaciones a través de una representación vectorial, más sin embargo geoméricamente no tiene representación propia, pero si se puede tener una idea abstracta, este modelo mental se puede plasmar en segunda o tercera dimensión.

La característica del **pensamiento numérico** es su desarrollo gradual, iniciando desde un colectivo de objetos contable e incontables denominados conjuntos, estos conjuntos se agrupan bajo ciertas características que conforman conjuntos numéricos; estas categorías simbólicas pueden ser utilizadas contextualmente, pueden utilizarse de forma ordinal, como etiqueta, códigos o símbolos de un lenguaje de programación, recuentos, medidas o como una posición, entre otras utilidades.

La finalidad de la aritmética es realizar operaciones numéricas, en el entendido de que hoy casi toda operación compleja, se puede realizar por medio de calculadoras y computadoras y que en muchas situaciones de la vida diaria, las respuestas se calculan mentalmente o basta con una estimación. Los algoritmos con lápiz y papel son útiles cuando el cálculo operativo es razonablemente simple, aquí radica la importancia del pensamiento numérico.

El **pensamiento algorítmico o secuencial** en la metodología y didáctica docente sirve para resolver problemas simples y cotidianos bajo un modelo mental que relaciona linealmente nuestros conceptos y habilidades técnicas, trayendo como

consecuencia que personas realicen procedimientos y guarden datos de forma secuencial.

Este pensamiento se ha puesto de moda gracias a los procesos utilizados en lenguajes de programación, no obstante que el cerebro tiene un diseño natural que le permite almacenar, extraer y plantear datos de manera aleatoria.

El **pensamiento discreto** es la parte de la matemática encargada del estudio de los conjuntos discretos: finitos o infinitos numerables que poseen un alfabeto numérico de enteros que no permite su división, un ejemplo es la numeración binaria, en oposición a las matemáticas continuas, que se encarga del estudio de conceptos como la continuidad y el cambio continuo; la matemática discreta estudia estructuras cuyos elementos pueden contarse uno por uno separadamente, por ejemplo: operaciones binarias, estados finitos de máquinas, grafos y sentencias de lógicas.

Debido al uso cotidiano de la tecnología este tipo de pensamiento está cobrando fuerza en los últimos años, al utilizar cualquier tipo de máquina, ésta funciona como una maquina en estados finitos que necesita de un alfabeto de entrada, y una serie de funciones que no son continuas y que al final entregue un servicio o producto. Por ejemplo cabinas telefónicas, cajeros automáticos, terminales magneto electrónicas, pero la matemática discreta también se puede considerar en los procesos internos de máquina en estados finitos, como los circuitos electrónicos y sus usos básicos considerados a partir del algebra booleana, diseño de circuitos lógicos y finalizar en diseños electrónicos cuya base es el sistema de numeración binaria, un sistema que representa un modelo matemático discreto que también se utiliza como motor de arranque de sistemas operativos computacionales denominándosele unidad lógica aritmética.

El **pensamiento algebraico** es el medio por el cual se pueden expresar modelos matemáticos desde las ideas más simples hasta sistemas complejos, el sistema

operativo relaciona elementos numéricos y una simbolización alfabética denominadas incógnitas o variables, que permiten resolver una gran variedad de situaciones que se enmarcan en diversos contextos. Este pensamiento es el más favorecido en los procesos educativos planteados en las guías curriculares universitarias y son la base para temas específicos de las diferentes carreras de Ingeniería.

Mientras que **pensamiento lógico** radica en el uso de proposiciones y premisas sujetas a leyes de la lógica las cuales pueden ser válidas e invalidas, este procedimiento denominado lógica inferencial permite establecer el desarrollo o método de obtención de conclusión.

Por ejemplo se tienen las siguientes proposiciones A: Walter elabora un libro de pedagogía matemática B: Walter estudia el segundo semestre de la maestría en Docencia Universitaria, con estas dos sentencias se puede conjeturar, si Walter entrega el libro de pedagogía entonces estudia el segundo semestre de la carrera de maestría en Docencia Universitaria, al realizar la validación afirmativa de la primera premisa Walter si entregó el libro de pedagogía, se obtiene como conclusión valida que Walter estudia el segundo semestre de la maestría.

Respecto al **pensamiento topológico** se incluyen las concepciones de interior, exterior, frontera, la estructuración y clasificación de espacios métricos y abstractos.

El **pensamiento funcional** tiene sus bases en el pensamiento algorítmico pero a diferencia de éste, utiliza incorporaciones visuales de tal forma que las funciones matemáticas determinadas a través de un modelado matemático se pueden representar gráficamente y a través de una síntesis de procedimientos algebraicos. Los dispositivos móviles son un ejemplo de incorporaciones visuales (iconos) que representan un procedimiento ordenado.

Al vincular todo tipo de pensamiento matemático, se obtiene como resultado un sistema de razonamiento matemático, el cerebro biológicamente tiene capacidad natural de razonamiento pero es necesario ejercitarlo, y así consolidar el proceso de raciocinio, en este punto, la matemática cobra importancia porque es uno de los temas por predilección que fomenta y genera razonamiento a través de sus distintos pensamientos.

### **3.2 NEUROCIENCIA Y EL RAZONAMIENTO**

El cerebro se encuentra dividido en dos grandes estructuras o hemisferios con características funcionales singulares pero complementarias. Estos dos hemisferios, izquierdo y derecho respectivamente, se encuentran interconectados por un grueso haz de fibras nerviosas, alrededor de doscientos millones, que le permite interactuar con el mundo en forma unificada, como un todo. No obstante, cada hemisferio cerebral posee ciertas particularidades que lo hacen único. Se expone a continuación, de manera general, algunas de estas diferencias, comenzando por el hemisferio cerebral izquierdo:

- Trabaja con una modalidad secuencial, lo que implica un menor procesamiento de items o información en una unidad de tiempo en comparación al hemisferio cerebral derecho. En este sentido, sigue asimismo una lógica secuencial.
- Procesa predominantemente información simbólica no analógica. Lenguaje verbal y significados semánticos verbales.
- Es analítico, cuantitativo y matemático.
- Es el asiento anatómico de los procesos cognitivos conscientes: percepción, atención y memoria.
- Sus circuitos son la base de la afectividad social aprendida
- En sintonía con lo anterior, es también el responsable de las construcciones sociales.

El hemisferio cerebral derecho presenta características complementarias no menos importantes. Algunas de ellas son:

- Trabajar con una modalidad simultánea o paralela, lo que le permite procesar una mayor cantidad de información en una unidad de tiempo en comparación al hemisferio cerebral izquierdo.
- Es holístico, global, percibe las relaciones existentes y capta el mundo como un todo.
- Sigue una lógica analógica, no verbal. En este sentido, es lícito afirmar que es impermeable al razonamiento.
- En relación al punto anterior, procesa asimismo toda semántica analógica e imagen universal.
- Permite la comprensión de los hechos a través de la vivencia.
- Es el asiento anatómico de los procesos cognitivos no conscientes: atención y memoria no conscientes.
- Sus circuitos neurales se construyen a partir de la afectividad primaria.
- Es responsable de los procesos creativos y el arte en general.

Para complementar la información se ha investigado que el hemisferio izquierdo es calculador, comunicativo y es capaz de construir planes complicados mientras el derecho es más emotivo, conceptual y de pensamientos integrales y holísticos.

*”La disposición general de los hemisferios coincide bastante con la idea popular en el sentido de que el hemisferio izquierdo es analítico, preciso, lógico, numérico y sensible al tiempo. El hemisferio derecho es más imaginativo, soñador, que procesa las informaciones de manera más integral, conceptual y holística en vez de desmenuzarlas y se vincula más a la percepción sensorial que al conocimiento abstracto. El derecho es más emocional que el izquierdo. El hemisferio derecho capta globalmente las cosas mientras que el izquierdo se dedica a los detalles. El hemisferio derecho distingue imágenes en entornos complejos, reconoce contornos a primera vista mientras que el hemisferio izquierdo en cambio descompone esquemas complicados en las partes que lo integran”<sup>15</sup>.*

---

<sup>15</sup> Braidot, N. N.E. 2004. Neurociencia aplicada a la toma de decisiones, aprendizaje y comportamiento. Disponible en <http://web.usal.es/~nbraidot/neuropaper/neuro1espanol.pdf>, consultado el 30 – 10 – 12.

En sentido amplio, se entiende por razonamiento a la facultad que permite resolver cualquier problema, extraer conclusiones y aprender de manera consciente a partir de los hechos. Para ello el ser humano recurre a una serie de procesos mentales que le permiten llegar a una idea, cuando realizamos este proceso decimos que usamos la razón.

Razonamiento es un pensamiento integrador que ante situaciones, circunstancias, problemas, reales o abstractos, es capaz de proponer soluciones; también se define como razonamiento a la acción de pensamiento que sistematiza algorítmicamente ideas permitiendo resolver una situación. La actividad de razonamiento adopta un sin fin de formas que tiene como base los conocimientos y la experiencia del individuo que ordena y orienta todas las ideas hacia la solución de un problema bajo el cumplimiento de ciertas condiciones que necesitan una argumentación y justificación.

### **3.3 RAZONAMIENTO MATEMÁTICO**

Es el uso de premisas y postulados matemáticos que permiten obtener un resultado que cumple con ciertas condiciones operativas y tiene como fin llegar a una solución cierta. Ruiz (2002) señala que el razonamiento matemático “*es una operación lógica mediante la cual, partiendo de uno o más juicios, se deriva la validez, la posibilidad o la falsedad de otro juicio distinto*”<sup>16</sup> los juicios en que se basa un razonamiento expresan conocimientos ya adquiridos o, por lo menos, postulados denominados hipótesis.

El razonar con un problema matemático permite llegar a las respuestas, involucra el intento por identificar qué es importante y qué no lo es, para resolver un problema y para explicar o justificar una solución a través de símbolos, postulados, leyes y formulas así como la habilidad de utilizarlos en la solución de problemas matemáticos.

---

<sup>16</sup> Ruiz, R. N.E. El conocimiento silencioso. Edición electrónica gratuita. Disponible en <http://www.eumed.net/libros-gratis/2007a/260/index.htm>, consultado 30 – 10 – 12

La demostración matemática o proceso algorítmico de resolución matemático, es un razonamiento realizado con lógica algebraica que válida que a partir de ideas que se dan por ciertas (llamadas hipótesis) hasta la afirmación que se esté planteando, o sea, hasta obtener la veracidad de la tesis formulada. Estos pasos deben estar fundamentados en la aplicación de reglas de deducción, fundadas ya sea en axiomas o en teoremas anteriormente demostrados o en reglas básicas de deducción del sistema en cuestión. El hecho de no conocer ninguna demostración de un teorema no implica su no veracidad; sólo la demostración de la negación de este resultado implica que es falso.

Una visión alternativa acerca del significado y la naturaleza de la matemática consiste en considerarla como una construcción social que incluye conjeturas, pruebas y refutaciones, cuyos resultados deben ser juzgados en relación al ambiente social y cultural.

A través de la historia, se han desarrollado múltiples teorías del razonamiento, las que merecen ser entendidas, brevemente, para poder adentrarnos a la cuestión de nuestro trabajo. Para la **concepción tradicionalista**: históricamente, el razonamiento se ha entendido como una facultad exclusiva de los seres humanos. El razonamiento era lo que delimitaba las diferencias entre ser humano o no serlo. Esta postura era la que mantenía Descartes y, hoy en día, la siguen manteniendo algunas personas. Sin embargo, esto se cuestiona con la teoría de la evolución.

**La concepción evolucionista**: considera al razonamiento como una actividad inferencial. A través de las investigaciones de algunos científicos, se ha observado que los chimpancés son capaces de llevar a cabo procesos de razonamiento, por medio de la inferencia, por lo que se cuestiona la concepción tradicionalista.

**Concepción cognitiva**: para esta concepción, el razonamiento es aquella actividad que tiene un objetivo preciso pero que no suele usar procedimientos

rutinarios. Los procesos deductivos no se realizan generalmente de forma automática. Es independiente del sustrato físico. Aunque animales y humanos realicen inferencias, es independiente del sustrato físico, ya que los ordenadores resuelven problemas de lógica, tanto inductivos como deductivos.

**Concepción racionalista:** en un sentido muy general, el racionalismo considera que la razón puede obtener conocimientos verdaderos. Su padre, Rene Descartes (1596 - 1650), tenía el intento originario de hallar la verdad evidente a partir de la cual, y por un método riguroso, fuera alcanzar la las verdades últimas, propias de la metafísica. Primero, comienza dudando de todo (duda metódica) y se encuentra con una verdad que nace de la misma duda: el yo que duda existe (cogito ergo sum, pienso, luego existo). A este método se le denomina positivista.

A pesar de la disparidad de opiniones en torno a la definición del razonamiento, en lo que respecta a los tipos de razonamiento, hay un mayor acuerdo entre los teóricos. El razonamiento admite dos consideraciones: una psicológica, donde la estructura psíquica influye fuertemente sobre el desarrollo del proceso mental, y una lógica, o estudio formal del mismo, en donde se trata de comprender la estructura, el fundamento y uso de las expresiones del conocimiento humano.

En diferentes situaciones matemáticas se comprueba que las personas no pueden resolver problemas si no logran la representación mental o interna de éstos. Es necesario comprender el enunciado del problema y visualizar las relaciones entre los datos, el resultado esperado y los operadores que permiten pasar del estado inicial del problema al estado final, o sea la solución, mediante un proceso sistemático de razonamiento. Tradicionalmente, el razonamiento se ha dividido en:

- **Razonamiento analógico:** se obtiene un enunciado particular partiendo de otro también particular

- **Razonamiento inductivo:** el que concluye un juicio universal o general, partiendo de instancias particulares. Este razonamiento se utiliza ampliamente en el método de inducción para demostrar la veracidad de cualquier cálculo matemático.
- **Razonamiento deductivo:** Partiendo de una asección universal o general, concluye una particular, identificado con el silogismo.

Cada uno de los tipos de razonamientos, matemáticamente se le relación fuertemente con las concepciones:

- **Analítico:** la finalidad de este tipo de razonamiento es la de realizar la separación del todo en partes que son identificadas o categorizadas para una mejor concepción del problema.
- **Creativo:** este razonamiento se utiliza en la creación o modificación de algo, introduciendo novedades, es decir, la producción de nuevas ideas para desarrollar o modificar algo existente.
- **Sistémico:** es una visión compleja de múltiples elementos con sus diversas interrelaciones. Sistémico deriva de la palabra sistema, lo que nos indica que debemos ver las cosas de forma interrelacionada.
- **Crítico:** examina la estructura de los razonamientos sobre cuestiones de la vida cotidiana y sistemas abstractos matemáticos, y tiene una doble vertiente el ser analítica y evaluativa. Intenta superar el aspecto mecanicista actual que posee la matemática. Es evaluar el conocimiento, decidiendo lo que uno realmente cree, conceptualiza y reflexiona sobre el porqué de la condiciones de un problema. Se esfuerza por tener consistencia en los conocimientos que acepta entre el conocimiento y la acción procedimental matemática.

- **Interrogativo:** es el pensamiento con el que se hacen preguntas, identificando lo que al individuo le interesa saber sobre un tema determinado.

Todo estudiante que se asigne cursos matemáticos en la carrera de Ingeniería debe aprender a resolver correctamente un problema; analizar correctamente la situación de cualquier problema propuesto, plantear adecuada y simbólicamente el problema, llegar exitosamente a una solución, evaluar el resultado obtenido y contestar las preguntas formuladas. Este objetivo de razonamiento matemático debería ser alcanzado por todos y cada uno de los estudiantes.

En el ámbito académico es frecuente escuchar a los profesores de matemáticas sobre los fallos que se dan en el campo de razonamiento matemático por parte del estudiante y muy importante es, descubrir a qué se deben estos fallos, cuál es el origen que de esta disfunción, el profesor debe preguntarse si las estrategias de su enseñanza son adecuadas o quizás los factores sociales, culturales, y económicos cada vez menos controlados, dificultan la tarea docente.

Las primeras explicaciones de investigaciones realizadas sobre resolución de problemas matemáticos, justifican que el estudiante tiene fallos en su capacidad de razonar y serias dificultades al identificar procedimientos matemáticos que bien ayudan a resolver el problema; existe dificultades para representar el problema de forma diferente para una mayor comprensión, también tiene problemas en el lenguaje natural, simbólico y formal de la matemática, no reconoce isomorfismos, no traduce correctamente un problema a un modelo matemático, no argumenta ni generaliza un problema.

En todo tipo de pensamiento se establece transversalmente un sistema de razonamiento, se entiende como: un conjunto de actividades mentales consistentes en conectar unas ideas con otras de acuerdo a ciertas reglas o como la facultad humana que permite resolver problemas esta interacción de ideas que buscan ejecutarse se denominan estrategias.

Significa entonces que la realización de una tarea matemática se asocia al expertaje del docente y estudiante que involucra además un concepto y un procedimiento propio de la matemática y una estrategia de razonamiento.

### **3.4 ESTRATEGIAS DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO**

Habiendo analizado los tipos de razonamientos que se pueden aplicar en un curso matemático, ahora corresponde analizar las estrategias que se pueden utilizar para resolver un problema matemático. Las estrategias por si solas no son suficientes para generar razonamiento matemático, debe existir una interrelación y correlación de pensamientos que permitan evidenciar una solución, para que este proceso de razonamiento sea integral en necesario estudiantes conscientes, motivados y propositivos que deseen realmente resolver un problema matemático.

Esta actitud propositiva para resolver un problema matemático define al estudiante como una persona deseosa de enfrentar con actitud emprendedora que conlleve planificación, experimentación, decisión, argumentación, diseño y gusto por resolverlo.

El problema debe ser leído y analizado cuidadosamente y asegurarse de entenderlo claramente. En la actualidad la mayoría de estudiantes universitarios actúan por inercia comprensiva, solamente asumen el problema, sus datos y sus incógnitas realizando escasos ejercicios reflexivos y de relación entre los datos conocidos y los desconocidos, para todo sistema de incógnitas se puede utilizar una simbología propia, de contexto para ayudar a recordar fácilmente lo que está buscando.

El estudiante debe de plantearse una serie de preguntas que ayuden a comprender el problema por ejemplo ¿Qué condiciones se deben cumplir? ¿Qué datos tengo? ¿Qué datos se deben hallar? ¿Cómo se puede replantear el problema con mis propias palabras? ¿Será que existe suficiente información? ¿Se utilizaran todos los datos que se tienen? ¿Habrà información extraña? ¿Qué

formulas, teoremas o postulados se deben utilizar?, generalmente este ejercicio se omite y solamente interesa determinar el valor de la incógnita sin base ni juicio analítico racional. Muchas veces no existe relación entre la relación dada y los conocimientos del estudiante, no reconocemos patrones y no se conjetura el modelo, no se relaciona el problema con otros que se han resuelto anteriormente.

Se debe pensar en un plan, para ello existen muchas formas de resolver un problema matemático y se debe decidir acertadamente que plan o estrategia es la óptima, entre las estrategias se puede mencionar:

- **Ensayo y error:** existen una gama de ejercicios que se pueden resolver “probando” una serie de valores que nos permitan descubrir el resultado por ejemplo: Enrique y Javier se encuentran cada uno de ellos en un dilema económico Enrique dice: si me das tres quetzales, tendremos cada uno la misma cantidad de dinero, Javier responde: si vos me das seis quetzales tendré el doble de dinero de lo que te queda ¿Cuánto dinero lleva cada uno?

Este ejercicio se puede resolver ingresando diversos valores que se acerquen al resultado indicado. Los valores que cumplen con las condiciones propuesta para este caso los resultados son 24 Quetzales lleva Enrique y 30 quetzales posee Javier.

- **Utilizar variables:** las variables son utilizadas cotidianamente en la resolución de problemas matemáticos, se debe tener cuidado con el planteamiento y las jerarquías operativas.
- **Búsqueda de patrones:** es parte del razonamiento inductivo, como se mencionó anteriormente, algunos problemas matemáticos se pueden resolver identificando un patrón que repite y nos permite establecer una conjetura general que nos ayudara a resolver el problema.

- **Hacer un listado:** en varios problemas matemáticos es útil colocar los datos del problema en un cuadro o lista e identificar en él los datos y las incógnitas del problema, este orden facilitara el manejo de datos.
- **Trabajar hacia atrás:** esta estrategia consiste en utilizar los datos finales o soluciones e ir procesando la información hacia atrás paso a paso hasta llegar a los datos originales y de esta forma construir una solución.
- **Resolución por casos:** en problemas complejos habrá que dividir el problema en varios casos y dar un argumento pertinente para resolver el problema. En éste método se pueden establecer metas intermedias que nos permitan finalmente resolver el problema.
- **Utilizar diagramas o figuras:** en la mayoría de problemas matemáticos es muy importante dibujar un diagrama o esquema e identificar en él los datos y variables del problema para tener una mejor idea de las condiciones propuestas en el problema.
- **Razonamiento directo e indirecto:** es apropiado resolver un problema de forma directa utilizando una formula o ecuación que nos permita encontrar el resultado, por ejemplo obtener el área de un circulo en función del radio, de forma directa se puede determinar, la forma indirecta cuando se tienen datos obtenidos por otros medios y conducen a la obtención del resultado final.

Cuando el problema se ha comprendido se pueden determinar en términos de las condiciones del problema la estrategia de solución a seguir, utilizando ésta estrategia conjuntamente con los conceptos matemáticos se debe ejecutar y resolver el problema.

Al validar el resultado se debe verificar los datos obtenidos a través de la serie de procedimientos planteados en la ejecución de la estrategia, generalmente este

paso se anula en el que hacer académico matemático de los estudiantes de Ingeniería, que difícilmente comprueban sus resultados.

### 3.5. MODELOS DIDÁCTICOS APLICADOS EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA

Las técnicas didácticas a utilizar en los procesos matemáticos deben estar agrupados en modelos que permita direccionar la intencionalidad de la enseñanza aprendizaje en este tema, los métodos pueden variar en función de las necesidades del profesor y del grupo de estudiantes, entre los métodos se tiene:

- **Conceptos:** La conceptualización matemática cobra vital importancia en desarrollo de temas matemático, si el estudiante comprende el concepto entonces sabrá relacionar y describir cambios en un procedimiento matemático, por procedimiento de entiende como un conjunto de acciones ordenadas, orientadas a la consecución de una meta.
- **Resolución de problemas:** Es considerada la parte más esencial de la educación matemática. Mediante la resolución de problemas, los estudiantes experimentan la potencia y utilidad de las Matemáticas en el mundo que les rodea.

Este concepto es muy importante para la didáctica, pues en la selección de los problemas a proponer a un grupo de estudiantes hay que tener en cuenta no solo la naturaleza de la tarea, sino también los conocimientos que las personas requieren para su solución. Este modelo permite resolver problemas como contexto y desarrollar nuevas habilidades, también permite resolver problemas como habilidad o simplemente resolver problemas para hacer matemática.

El matemático más conocido que sostiene esta idea de la actividad matemática es Polya. Nos hemos familiarizado con su trabajo a través del libro “How to solve it” (1954), en el cual introduce el término “heurística” para describir el arte

de la resolución de problemas, concepto que desarrolla luego en “Matemática y razonamiento plausible” (1957) y “Mathematical Discovery” (1981).

- **El juego:** Un juego bien elegido puede servir de introducción para un tema, ayuda a comprender conceptos y procedimientos matemáticos y afianzar los ya adquiridos o adquirir una nueva destreza algorítmica, descubrir la importancia de una propiedad, reforzar o consolidar un contenido matemático

Como ventajas se considera que el estudiante puede adquirir altos niveles de destreza en el desarrollo del pensamiento matemático, produce entusiasmo, diversión, interés, desbloqueo y gusto por las matemáticas, además atiende las peculiaridades individuales del alumno y desarrolla personalidad y autonomía, creatividad e ingenio, según Piaget (1985) el juego permite la asimilación de la realidad por el yo.

- **Heurística:** Es un medio excelente de búsqueda de las soluciones de un problema, es someter un problema matemático a debate en búsqueda de la lógica de solución, contrario a procedimiento algorítmico y atribuirle todas las fuentes teóricas, procedimentales y los errores, la heurística es una racionalización fundamentada en una epistemología espontánea. También se puede definir a la heurística como el arte o la ciencia del descubrimiento, de la invención o de la resolución de problemas mediante la creatividad y el pensamiento lateral matemático.
- **Proceso algorítmico o procedimental:** Es un procedimiento didáctico secuencial y lineal que permite una mejor lectura para validar un procedimiento matemático, los algoritmos son procedimientos que resuelven problemas matemáticos describiendo la solución del problema etapa tras etapa de forma finita y en un determinado orden.

Es un modelo que según su aplicación puede ser considerado tradicional si es memorístico, de adiestramiento y repetitivo o constructivista si se busca el equilibrio entre la comprensión del algoritmo y su concepción como herramienta en la resolución de problemas.

- **Modelado:** Es un método científico que emplea algún tipo de formalismo matemático para expresar relaciones, proposiciones sustantivas de hechos, variables, parámetros, entidades y relaciones entre variables y/o entidades u operaciones, para estudiar comportamientos de sistemas complejos ante situaciones difíciles de observar en la realidad.

En matemáticas se trabajan con modelos formales. Un modelo formal para una cierta teoría matemática es un conjunto sobre el que se han definido un conjunto de relaciones que pueden ser heurísticos, empíricos, cualitativos, conceptuales, cuantitativos, determinísticos, estocásticos, descriptivo o simulación, de optimización y control.

- **Demostrativo:** Una demostración matemática es un razonamiento realizado con una lógica válida que progresa a partir de ideas que se dan por ciertas (llamadas hipótesis) hasta la afirmación que se esté planteando, o sea, hasta obtener la veracidad de la tesis formulada. Estos pasos deben estar fundamentados en la aplicación de reglas de deducción: fundadas ya sea en axiomas o en teoremas anteriormente demostrados o en reglas básicas de deducción del sistema matemático.

Demostrar una afirmación consiste básicamente en comprobar que es coherente con las reglas lógicas que hacen funcionar toda la teoría matemática, y que no contradice ninguna otra afirmación que previamente se haya demostrado que es cierta.

- **Informático:** El desarrollo en la computación, la Tecnología de la Informática y las Comunicaciones (TIC), así como Internet abren un mundo nuevo de posibilidades, que tiene un gran impacto en la enseñanza, y en particular en la enseñanza de la Matemática.

Algunos factores de la informática que influyen en relación con la enseñanza de la Matemática son: el acercamiento algorítmico a la formulación y solución de los problemas, La naturaleza finita de los procedimientos que se ejecutan con ayuda de un sistema de programación, la modelación y simulación de procesos de forma virtual, la rapidez en el procesamiento y el almacenamiento de gran cantidad de datos (información matemática), el reciente desarrollo de sistemas de gráficas, animación y software para el tratamiento simbólico de datos (editores de texto, asistentes matemáticos, programas)

- **Colaborativo:** Es una forma cooperativa de construir conocimientos trabajando a través de grupos heterogéneos cuyos componentes son interdependientes y comparten espacio, objetivos, materiales de aprendizaje y responsabilidad compartida, potenciando el trabajo en equipo y autonomía en sus procesos de aprendizaje matemático.

Los temas mencionados en los incisos anteriores se enfocan en la enseñanza aprendizaje de la matemática estructuralista con capacidad de modelar el entorno, sin embargo no se debe olvidar a la matemática utilitaria, la matemática común y corriente que nos permite movilizarnos por medio de sumas, restas, productos y divisiones y realizar operaciones comerciales, sistemas de conteo y controles que no requieren de un alto nivel técnico matemático pero que son herramientas fundamentales en el quehacer cotidiano del ser humano.

## *CAPÍTULO IV*

### **DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICA EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA**

En este capítulo se dan a conocer los resultados de la investigación en torno a la didáctica de los profesores de matemática y sus efectos en el razonamiento matemático del estudiante de Ingeniería del CUNOC. Para ello se analizaron los casos de la didáctica aplicada en la impartición de los curso de matemática I y II, matemática intermedia I y matemática V y VI, de los primeros dos años de la carrera.

En una primera parte se presentan y analizan los datos obtenidos por medio de una boleta de encuesta dirigida a los estudiantes, agrupados en 8 ejes de discusión:

- Aspecto sociológico.
- Estatus académico matemático.
- Horarios de estudio del alumno.
- Caracterización del curso de matemática.
- Perfil del profesor de matemáticas.
- Auto- caracterización del perfil como estudiante de Ingeniería.
- Medición de la percepción que tienen sobre la didáctica del profesor de matemáticas y su impacto en el razonamiento matemático.

En una segunda parte se presentan y analizan los datos obtenidos a través de boletas de encuestas y cédulas de entrevistas aplicadas a profesores de matemática, compilados en los ejes temáticos:

- Estatus académico.
- Actualización de la didáctica de la matemática.
- Dificultades que enfrentan los estudiantes en el aprendizaje de la matemática.
- Metodología didáctica que utilizan.
- Tareas de aprendizaje que se asignan.

- Recursos que utilizan para el logro del aprendizaje del conocimiento matemático y
- Proceso de evaluación que utilizan.

Finalmente, en una tercera parte, se presenta la información psicométrica del razonamiento matemático que valida el nivel de razonamiento de una muestra de estudiantes mediante la aplicación del modelo psicométrico Otis Gamma modificado, esta prueba mide la inteligencia a través de procesos numéricos y verbales, pero fue modificada por reactivos exclusivos del razonamiento matemático tales como de razonamiento directo, lógica, series numéricas, algebraicas, aritméticas, espaciales y modelado.

El número de reactivos utilizados fue de 25 problemas. El tiempo de aplicación fue de 30 minutos, dirigido a estudiantes de Ingeniería con edades mayores de 17 años. Se consideró como contenido mínimo a evaluar, los del curso de matemática I de la carrera de Ingeniería que se imparte en el CUNOC. La prueba fue modificada conjuntamente con la psicóloga Mayra Patricia Rodas Santiago colegiada activa número 9506.

Para realizar la investigación de campo se utilizaron las técnicas de observación directa, la cual permitió al investigador estar inmerso en el contexto didáctico de las carreras de Ingeniería, en función de comprender la percepción de profesores y estudiantes de matemática respecto al proceso de aprendizaje, información que fue debidamente sistematizada. Para complementar la investigación se utilizaron las técnicas de revisión y análisis de documentos, con las cuales se reflexionaron los contenidos de libros de pedagogía y didáctica de la matemática, artículos de revistas sobre la pedagogía de las matemáticas, boletines de prensa y documentos de internet. Como herramienta de investigación de campo se utilizó una boleta de encuesta, que permitió recabar información a nivel de estudiantes y profesores. También se realizaron entrevistas, técnica que permitió obtener datos por medio de un interrogatorio abierto, dirigido a los profesores de matemática,

esta técnica propició respuestas extendidas, amplias y sin limitaciones de espacio y tiempo, que generaron datos y experiencias en torno a la didáctica matemática utilizada por los profesores.

#### 4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

La población estudiantil sometida al estudio asciende a un universo de 990 estudiantes, cantidad de personas inscritas a las carreras de Ingeniería para el año 2012, el dato fue proporcionado por la oficina de registro y control académico del CUNOC. En función de dicho universo se estructuró una muestra estratificada simple, con un nivel de precisión del 90%, una cota de error de la muestra de 10%. Se utilizó esta fórmula que maximiza el área de éxito y no éxito equivalente al 50%.

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{Z^2 * p * q + N e^2}$$

En donde:

$n$  = Tamaño de la muestra.

$N$  = Tamaño de la muestra requerido (990 estudiantes).

$Z$  = Nivel de fiabilidad de 90% (valor estándar de 1.645).

$p$  = 0.5, Proporción de éxito que asegura una cota de error de muestreo óptima

$q$  = 0.5, Proporción de no éxito con cota de error óptima.

$e$  = Margen de error permisible 10% (valor estándar de 0,10).

$$n = \frac{1.645^2 * 990 * 0.5 * 0.5}{1.645^2 * 0.5 * 0.5 + 990 * 0.10^2} = \mathbf{62 \text{ estudiantes}}$$

Para establecer un sistema comparativo proporcional a la población real que en el año 2012 fue de 990 estudiantes inscritos, distribuida en 866 hombres y 124 mujeres para el primer y segundo año de Ingeniería; la muestra se estructuró con un 60% de estudiantes del primer año y un 40% del segundo año; distribuidos proporcionalmente por géneros (84% masculino, 16% femenino).

La fase de recopilación de información fue codificada a través de los ejes anteriormente descritos y controlados por medio de pesos numéricos, para obtener una visión de conjunto de las respuestas, y a su vez, interrelacionarla en función de sus diversas variables a través de los programas de software Excel y Mypstat, buscando dimensionar el grado de correlación de variables y verificar hipótesis respectivamente.

#### 4.2. ASPECTO SOCIOLÓGICO

De la población estudiantil encuestada el 84% es masculino y 16% femenina. La carrera de Ingeniería por años se ha considerado una carrera masculina y estos datos reflejan la poca población de mujeres que estudian Ingeniería en el CUNOC.



Fuente: Investigación de campo, Maestría en Docencia Superior CUNOC 19 – 09 – 12

Cabe destacar que estos datos son similares a los datos proporcionados por el departamento de Registro Académico del CUNOC que indican que el 86% de estudiantes inscritos son hombres y el 14% son mujeres, lo cual denota la coherencia con los datos obtenidos en esta investigación.

Respecto a la edad de los estudiantes, del primer y segundo año de, se detectó que la mayoría es población joven con un promedio de edad de 20 años; el 98% de la población es soltera y sin responsabilidades familiares. Solamente un 2% de la población posee estado civil de casado.

El 61% de los estudiantes encuestados asiste a la carrera de Ingeniería Civil, 19% a Ingeniería Industrial, 15% a Ingeniería Mecánica y solo el 6% pertenecen a la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial; estos datos evidencian que la carrera mejor posicionada y que más llama la atención de los estudiantes es la de

Ingeniería Civil. La carrera de Ingeniería Mecánica- Industrial es la menos llamativa, a pesar de que es una carrera con doble titulación.

En cuanto a su identidad étnica, el 32% de estudiantes se identificó como no indígena, el 34% como indígena y el 35% no asumieron ninguna identificación, esta demuestra que una tercera parte del estudiantado no manifiesta abiertamente su identidad étnica.

### **4.3. ESTATUS ACADÉMICO MATEMÁTICO**

La procedencia de las carreras de diversificado condicionan el éxito del estudiante al ingresar a la carrera de Ingeniería, a este respecto se detectó que un 94% poseen títulos de nivel medio con orientación técnica, dirigida hacia las carreras de Ingeniería, tales como bachilleratos y peritos con especialidad tecnológica, situación que les asegura una base mínima en cuanto al dominio de la matemática básica necesaria para enfrentar los cursos del pensum de las carreras de Ingeniería. Solamente un 6% procede de carreras de diversificado que no tienen vinculación con la carrera tecnológicas, en este grupo se incluyen: peritos contadores, secretarias y maestros de educación primaria. Estos datos indican que la mayoría de los estudiantes inscritos en Ingeniería, si poseen el perfil de ingreso requerido por las carreras.

Respecto al sector del centro educativo de donde egresaron del nivel medio, el 37% ha egresado del sector público y el 63% del sector privado. Estos datos evidencian que en las carreras de Ingeniería del CUNOC el acceso a estudiantes provenientes de instituciones educativas del sector público es limitado debido a la calidad educativa de dicho sector que presenta mayores deficiencias respecto al sector privado; todo ello se manifiesta con el bajo índice de inscritos del sector público, que aprueban las pruebas generales y específicas de las carreras de Ingeniería.

En cuanto al rendimiento académico, se le interrogó al estudiante si en la carrera de Ingeniería ha reprobado al menos un curso de matemática; el 95% respondió que sí ha reprobado al menos un curso matemático. Ello denota que el rendimiento óptimo en los cursos matemáticos es mínimo, esta situación



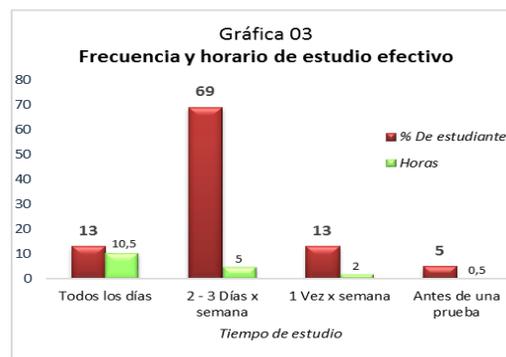
Fuente: Investigación de campo, Maestría en Docencia Superior CUNOC 19 – 09 – 12.

está limitada por factores tales como técnicas y hábitos de estudios, argumentos procedimentales y de modelado; recursos vitales que intervienen en la capacidad de análisis y la resolución de problemas matemáticos. El trabajo didáctico, la asignación de tareas y el sistema de evaluación efectuado por los profesores de matemáticas en su conjunto, también condicionan el razonamiento matemático del estudiante de Ingeniería.

Al realizar un análisis sobre los años de ingreso del estudiante a la carrera; se detectó que el 37% de la población ingresó en el año 2012, el 44% el año 2011 y el 19% en el año 2010. Utilizando como parámetro el curso de matemática II, el 44% de este grupo de estudiantes lleva un año de atraso en la carrera; en tanto que el 19% de toda la población encuestada, lleva dos años de retraso. El curso de matemática V también permite visualizar esta situación y se detecta que el 20% de la población del segundo año de Ingeniería lleva tres años de retraso.

#### 4.4. FRECUENCIA DE TIEMPO EFECTIVO DE ESTUDIO

Para establecer las formas y condiciones que adopta el alumno para estudiar matemáticas se hizo un análisis sobre la frecuencia y horas efectivas que utiliza para ejercitar el curso de matemática, el 69% estudia dos o tres veces por semana, el 13% estudia todos los días, otro 13% una vez



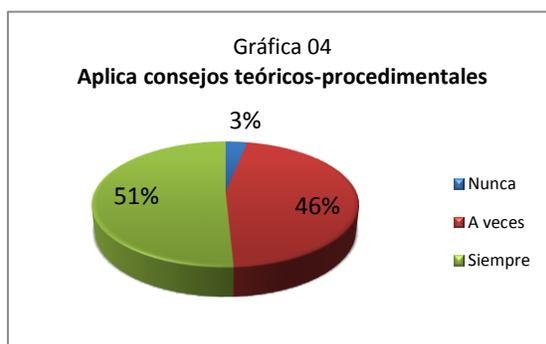
Fuente: Investigación de campo, Maestría en Docencia Superior CUNOC 19 – 09 – 12.

por semana y un 5% estudia justo antes de un examen.

El tiempo promedio que invierte un estudiante que retroalimenta diariamente los contenidos del curso, es de 10 horas 30 minutos de tiempo efectivo semanal. quienes estudian dos o tres días por semana tiene un tiempo promedio efectivo semanal de 5 horas; los que estudian una vez por semana utilizan un tiempo efectivo de 2 horas 40 minutos; finalmente el grupo que estudia justo antes de un examen, invierten un tiempo promedio de 25 minutos a la semana.

En conclusión, el tiempo efectivo promedio que utiliza un estudiante de Ingeniería para retroalimentar un curso matemático es de 3 horas con 35 minutos por semana, este aspecto influye directamente en la adquisición del conocimiento matemático y por supuesto en el rendimiento académico reflejado en una población que en un 95% ha perdido un curso matemático.

En cuanto al nivel de importancia que le suministra al alumno a las sugerencias, consejos, énfasis del profesor de matemática, durante la exposición de un procedimiento o una aplicación teórica que fundamenta, condiciona, modela o resuelve un problema matemático; el 51% indicó que siempre toma en cuenta



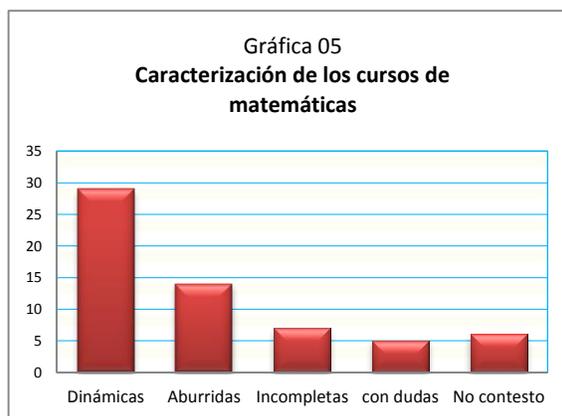
Fuente: Investigación de campo, Maestría en Docencia Superior CUNOC 19 – 09 – 12.

estos consejos, el 46% indicó que a veces utilizan esos énfasis y solamente el 3% indicó que nunca considera los consejos del profesor pues prefiere ser creativo para aplicar sus conocimientos en la solución de problemas.

En función a todo ello el 87% de la población si atiende los moldeamientos del profesor, por lo que se torna importante que el docente aplique este método en clase, brindando al estudiante las herramientas que según su experiencia son de gran utilidad al momento de resolver un problema matemático.

#### 4.5. DIDÁCTICA DE LOS CURSOS MATEMÁTICOS

El estudiante de Ingeniería al emitir su apreciación en cuanto a cómo el profesor de matemática imparte su curso, el 47% calificó sus clases de matemática, como dinámicas, tildándolas además de buenas, explicativas, entendibles, excelentes, animadas y argumentadas.

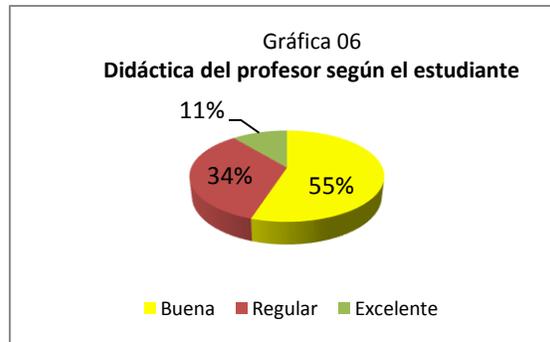


Fuente: Investigación de campo, Maestría en Docencia Superior CUNOC 19 – 09 – 12.

El 24% indicó que las clases son aburridas, poco interesantes, no entendibles, estresantes y demasiado rápidas. El 13% consideró que el contenido visto en clases es incompleto, haciendo referencia que, generalmente el catedrático se concentra en facilitar el curso a nivel explicativo y escasamente profundiza en temas considerados difíciles. El 8% consideró que las clases de matemática generan muchas dudas, lagunas teóricas y procedimentales, y otro 8% se abstuvo de opinar como son las clases del curso de matemática.

Para formular un perfil operativo de la didáctica del profesor de matemáticas, se preguntó a los estudiantes cuales son la técnicas más comunes que utilizan los docentes para impartir sus clases, el 100% concuerda que su profesor aplica la técnica expositiva utilizando la pizarra, ocasionalmente utilizan proyector de multimedia para mostrar algunas fórmulas o conceptos matemáticos. Ningún estudiante hizo mención sobre herramientas tecnológicas como uso de software, aulas virtuales, blogs, herramientas web u otro tipo de software de la tecnología educativa.

El 55% de los estudiantes consideró aceptable o buena la didáctica del profesor, 34% indicó que debe mejorar su didáctica, catalogándola como regular. Un 11% manifestó que la didáctica es excelente; este dato es interesante porque el 90% de los estudiantes le dio éste calificativo a un solo docente de todo el claustro de profesores que integran a la carrera de Ingeniería.



Fuente: Investigación de campo, Maestría en Docencia Superior CUNOC. 19 – 09 – 12.

#### 4.6. PROBLEMAS EN EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS

Al preguntar a los estudiantes cuales son los problemas que enfrentan al resolver un ejercicio matemático el 40% contestó que su mayor dificultad ocurre cuando vinculan un hecho real o hipotético con sistemas de ecuaciones que permitan el modelado del problema para luego resolverlo; 32% indicó que su mayor problema está en los sistemas procedimentales algebraicos, 31% indicó



Fuente: Investigación de campo, Maestría en Docencia Superior CUNOC. 19 – 09 – 12.

que su principal problema de aprendizaje es el factor tiempo disponible para estudiar lo cual constituye una limitante, este 31 % de informantes seguramente son estudiantes trabajadores. Otro 29% justificó sus problemas de aprendizaje a deficiencias en su razonamiento lógico, lo cual no les permite vincular ideas para ejecutar un plan y así determinar la solución de un problema matemático.

El 27% considera que su problema es la falta de motivación personal para estudiar y un 20% indicó como su mayor problema los inadecuados hábitos de estudio que posee.

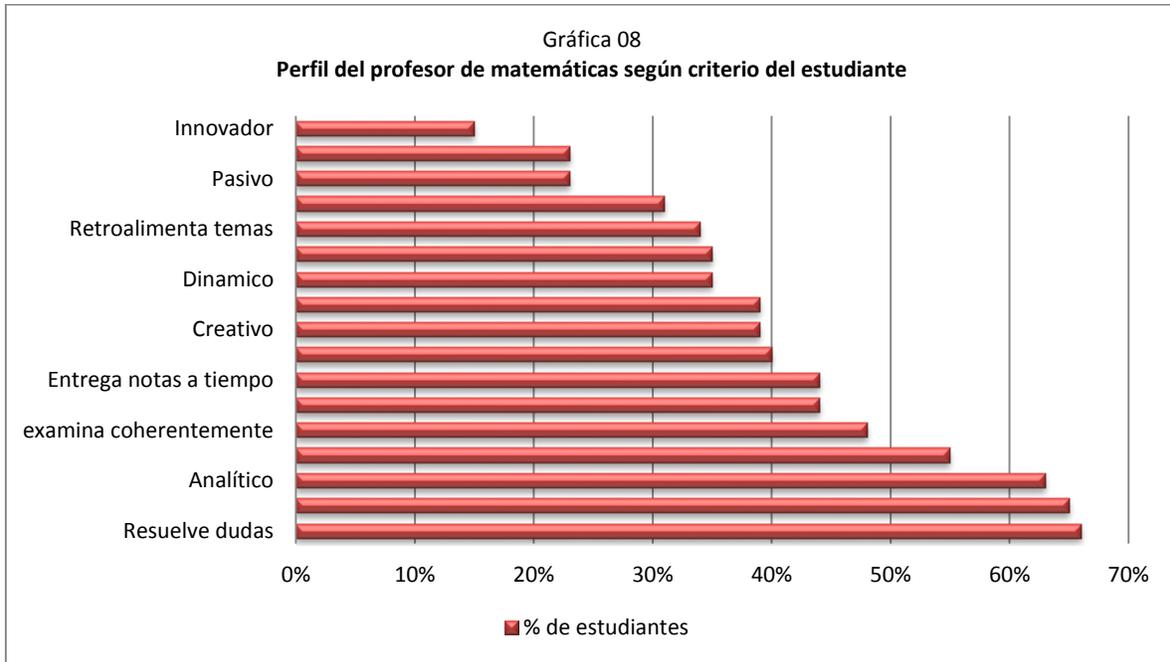
#### **4.7. CARACTERIZACIÓN DEL PERFIL DEL PROFESOR DE MATEMÁTICAS DESDE LA PERSPECTIVA DEL ESTUDIANTE**

El docente de matemáticas fue catalogado por los estudiantes de la siguiente forma: El 66% consideró al profesor como una persona que posee la capacidad de resolver dudas, 65% indicó que el docente devuelve las tareas calificadas, pero sin algún proceso de retroalimentación y que el docente califica el error y generalmente no valora el procedimiento. El 63% identificó al profesor como una persona analítica; debido al tipo de contenido del curso que imparte sin embargo; indicaron también que algunos contenidos no se profundizan, dejando lagunas cognoscitivas; además que el análisis de problemas son de niveles fáciles e intermedios y que ocasionalmente se resuelven problemas de alta dificultad. Un 58% indicó que el docente domina el tema, este dato es muy variante entre el claustro de docentes, registrándose picos muy altos en un curso, en el cual los estudiantes consideran que el docente domina el tema en un 91% de las opiniones. Esta es una alta valoración que no se reflejó en el desempeño de los catedráticos de otros cursos matemáticos.

El 85% de estudiantes opinó que el profesor no innova sus procesos pedagógicos especialmente el didáctico. El 52% indicó a que el profesor no examina coherentemente con lo explicado en clase; algunos estudiantes especificaron que los exámenes eran considerados de alto nivel de dificultad situación que no tiene coherencia con el bajo e intermedio nivel de explicación del tema. Un 44% consideró que el docente es una persona pragmática en su actuar docente y resuelve los problemas matemáticos sin mayores preámbulos, ello es complementario a la opinión del 40% de estudiantes quienes consideraron al profesor como una persona mecanizada al momento de impartir su clase. El 30% consideraron a su profesor de matemática como una persona creativa y comprometida con su profesión.

El 35% indicó que su profesor de matemática es un docente dinámico, reflexivo y que retroalimenta contenidos; se aclara que esta situación es variante entre los

profesores registrándose picos muy altos de calificación de un profesor a otro. Finalmente, el 23% consideró que el profesor de matemática es una persona pasiva y que no prepara sus clases.



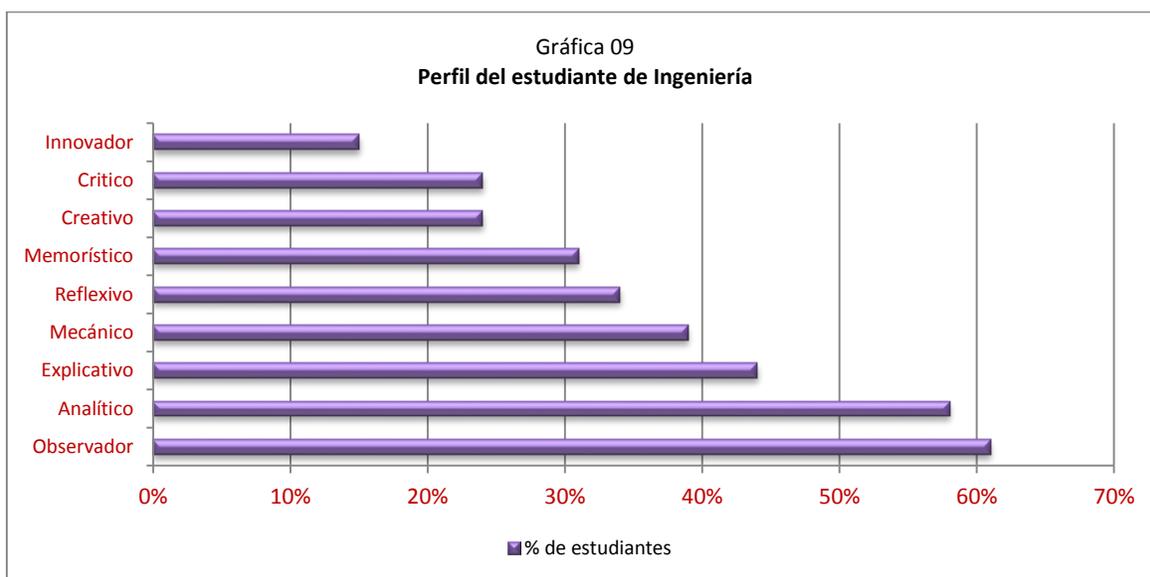
Fuente: Investigación de campo, Maestría en Docencia Superior CUNOC  
19 – 09 – 12.

#### 4.8. AUTOEVALUACIÓN DEL PERFIL DEL ESTUDIANTE DE INGENIERÍA

Este estudio analizó la perspectiva que tiene el estudiante de Ingeniería de sí mismo, para con ello evidenciar la influencia que generan los docentes de matemáticas en ellos.

El 61% de los estudiantes indicó que un atributo como estudiante de matemáticas y de la carrera de Ingeniería es la observación, técnica utilizada para asimilar la información matemática, sin embargo esta situación no es aprovechada al máximo por los profesores de este curso quienes deberían utilizar aplicaciones funcionalistas interactivas, sistemas gráficos virtuales, experimentales y otras herramientas visuales que influyen en el aprendizaje de las matemáticas.

El 58% se consideró analítico, el 44% se consideró explicativo, esta acción revela que el estudiante está condicionado por procedimiento algorítmico provocado por los procesos deductivos generados por la matemática; de forma similar a los datos obtenidos en el perfil de profesores, 39% de estudiantes se consideró como una persona mecanizada ante los procesos matemáticos, el 24% se consideró memorístico y otro 24% como una persona creativa y crítica. Como dato curioso, un 15% se consideró persona poco innovadora. Es interesante observar como este aspecto coincide con el dato que se obtuvo en el perfil docente.



Fuente: Investigación de campo, Maestría en Docencia Superior CUNOC  
19 – 09 – 12.

#### 4.9. RAZONAMIENTO MATEMÁTICO DEL ESTUDIANTE DE INGENIERÍA

Como apoyo al análisis del razonamiento, una muestra de estudiantes respondió a una prueba de razonamiento matemático, los datos fueron medidos objetivamente y de forma estandarizada por la psicóloga Mayra Patricia Rodas Santiago, que permitió evidenciar cómo la didáctica del profesor de matemáticas estimula el razonamiento matemático del estudiante de Ingeniería

##### 4.9.1. Ficha Técnica del instrumento de medición

Para hacer el estudio de razonamiento matemático en el estudiante de Ingeniería, se utilizó una prueba psicométrica Otis Gamma Modificada, que permite

dimensionar el razonamiento matemático del estudiante. La prueba cuenta con 25 reactivos y su administración es de carácter individual.

La prueba mide el razonamiento matemático aplicado por el sujeto en el análisis de series lógicas, numéricas, algebraicas, aritméticas, espaciales y directas. Se aplicó en 30 minutos. La prueba fue adaptada para evaluar estudiantes del nivel universitario con cronología mayor a los 17 años.

Los estudiantes utilizaron lápiz, papel, calculadora y el cuestionario respectivo para sustentar la prueba.

La adaptación del instrumento de evaluación se efectuó con la asesoría y supervisión de la Licenciada Mayra Patricia Rodas Santiago colegiada activa No. 9506 egresada de Universidad Rafael Landívar. Esta adaptación se hizo sobre la base de los contenidos mínimos de matemática I de la carrera de Ingeniería del Centro Universitario de Occidente. Para fines prácticos se utilizó un baremo percentil para una edad de 17 a 26 años,

Para Guatemala el **Rango I** indica que el estudiante es ***Intelectualmente superior*** si el puntaje iguala o sobrepasa el percentil 95. El **Rango II** indica que el estudiante es definitivamente superior en capacidad ***intelectual al término medio***, si el sujeto iguala o supera el percentil 75. El **Rango III** define al estudiante como un intelectual ***término medio*** cuando el puntaje de la prueba cae entre los percentiles 25 y 75. El **Rango IV** define al sujeto como un elemento definitivamente ***inferior a la capacidad intelectual del término medio*** si el puntaje obtenido es igual o menor al percentil 25.

Durante el corrimiento de la prueba se proporcionó el más mínimo detalle para que el estudiante apoyara o refutara la respuesta de solución a cada problema presentado, para cada ejercicio se plantean cinco soluciones posibles, del cual, una es la acertada.

En aritmética se evaluaron operaciones fundamentales de suma, resta, multiplicación, división, potenciación y radicación con números enteros y racionales; cálculos de porcentajes, proporciones y promedios, series numéricas y comparación de cantidades. En algebra se valoraron operaciones fundamentales con literales, simplificación de expresiones algebraicas, simbolización de expresiones, operaciones con potencias y raíces, factorización, ecuaciones y funciones lineales y cuadráticas.

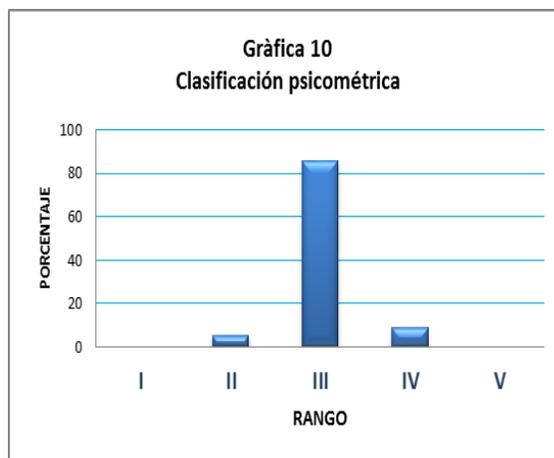
En el área de geometría se midió las relaciones de modelado sobre perímetros y áreas de figuras geométricas, volúmenes, propiedades de los triángulos, principales teoremas, propiedades de rectas paralelas y perpendiculares y teorema de Pitágoras y triángulos semejantes.

En sucesiones numéricas, se midió la capacidad de análisis de las series de términos numéricos formados de acuerdo con una ley que esta implícitamente en un patrón numérico, lo cual permite estimar y calcular resultados numéricos subsiguientes y visualizar y medir el nivel del razonamiento inductivo que posee el estudiante.

Las series de imaginación espacial permitieron medir la relación en el espacio a partir de figuras o trazos que siguen reglas o patrones determinados y forman mapas abstractos en el pensamiento del estudiante. Los problemas de razonamiento directo permitieron medir el nivel de relación que posee el estudiante para vincular su razonamiento inductivo, analógico o abductivo para resolver el problema matemático.

Las pruebas realizadas en su conjunto permitieron visualizar el comportamiento que poseen los diferentes grupos de estudiantes de Ingeniería a nivel de razonamiento matemático, los datos reflejan diferentes resultados respecto el nivel de avance del estudiante en el curso de matemática.

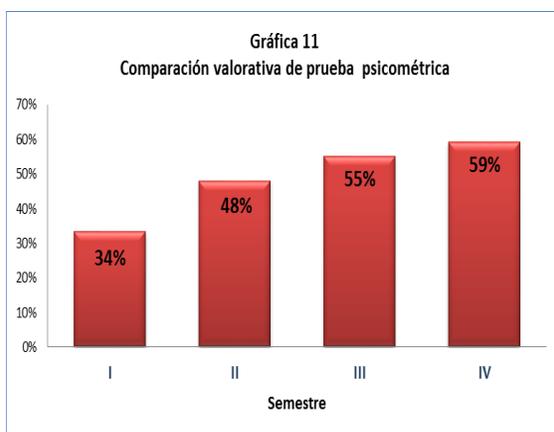
Los resultados de la prueba psicométrica aplicada, demostraron que un 5% de los estudiantes es considerado superior al término medio, el 86% de la población es término **medio o normal** y un 9% es inferior al término medio. Se destaca que no hubo sujetos que reflejaran ser intelectualmente superiores.



Fuente: Investigación de campo, Maestría en Docencia Superior CUNOC. 19 – 09 – 12.

A criterio de la psicóloga asesora en esta parte del proyecto de investigación, el grupo que comprende el Rango III equivalente al 9% de la población, son estudiantes que aún no han definido claramente si la carrera que desean seguir es Ingeniería, o son personas que tienen problemas emocionales temporales que pudieron ser afectados al momento de responder la prueba.

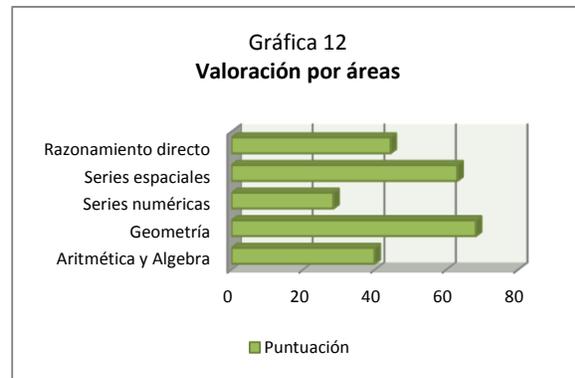
Haciendo una comparación valorativa del razonamiento matemático entre los estudiantes investigados, se evidencia que el grupo del primer semestre tiene un punteo promedio 33.5 % en base a las calificaciones obtenidas en la prueba psicométrica, los estudiantes del segundo semestre promedian nota del 48.01%, los estudiantes del tercer semestre manifiesta un promedio de 55 puntos y el cuarto semestre evidencia una nota promedio de 59.36 %.



Fuente: Investigación de campo, Maestría en Docencia Superior CUNOC. 19 – 09 – 12.

En conclusión se evidencia entonces que a mayor avance por semestre en la carrera de Ingeniería mayor es el nivel de razonamiento matemático, se verifica que existe una proporcionalidad entre el avance y el razonamiento matemático proporcionado por los cursos matemáticos en la carrera.

Para determinar las zonas donde se evidencian los mayores problemas que posee el estudiante en su proceso de razonamiento matemático, se analizaron los datos porcentuales de las notas obtenidas por áreas del conocimiento, detectándose que el mayor problema de razonamiento del estudiante, se manifiesta en su



Fuente: Investigación de campo, Maestría en Docencia Superior CUNOC 19 – 09 – 12.

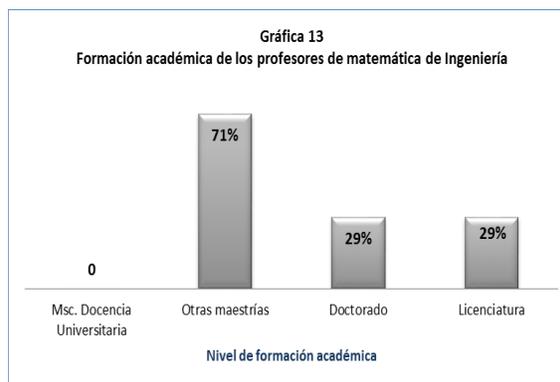
capacidad de inducción, implicando no poseer la capacidad de abstraer un modelo, mucho menos plasmarlo en un lenguaje para encontrar un resultado subsiguiente; este problema ocurre por la falta de capacidad para modelar matemáticamente una eventualidad. Otra zona problemática es el área de aritmética y álgebra, en el cual los estudiantes mostraron problemas para desarrollar los sistemas procedimentales para la resolución de operaciones matemáticas.

En el área de razonamiento directo, se detectó que el estudiante no vincula sus ideas acertadamente para resolver un problema matemático. Al respecto, uno de los catedráticos indicó en la entrevista, que muchos estudiantes ya han adquirido conocimientos matemáticos pero al momento de someterse a los exámenes, no resuelven acertadamente los problemas debido a que el estudiante aprende un cúmulo de herramientas, postulados teóricos y procedimientos matemáticos, pero de forma aislada, no logrando su vinculación con la aplicación.

Finalmente, cabe valorar que las áreas donde los estudiantes mostraron menos problemas de aprendizaje son las de geometría y series espaciales, la geometría y relación espacial; esto debido a que en el curso de matemática I, como contenido inicial se ha implementado el área de geometría y los conocimientos adquiridos son significativos.

#### 4.10. CARACTERIZACIÓN DE LOS PROFESORES DE MATEMÁTICA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA.

Para evaluar el comportamiento pedagógico de los profesores de matemáticas de la carrera de Ingeniería, se comenzó por identificar su nivel de formación académica. De los 7 profesores que integran el grupo de docentes de matemática, el 29% de ellos, tienen el nivel académico de



Fuente: Investigación de campo, Maestría en Docencia Superior CUNOC 19 – 09 – 12.

Doctorado, el 71% nivel de maestría y 29% nivel de licenciatura. Del 71% de catedráticos que posee maestría, solamente 1 tiene la especialidad en Educación Ambiental y ninguno en Docencia Universitaria. El resto posee especialidades en otras áreas técnicas de la Ingeniería.

Respecto a los cursos de capacitaciones recibidas por los docentes, algunos informaron haber recibido cursos sobre temas de matemática educativa, estrategias de enseñanza -aprendizaje en matemáticas y didáctica de matemática, los cuales han sido eventos promovidos por la facultad de Ingeniería de la USAC.

Estos datos evidencian que no existe un sistema de educación continua para los docentes de Ingeniería proporcionados por el CUNOC.

#### 4.11. DIFICULTADES QUE POSEEN LOS ESTUDIANTES PARA EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS

Al preguntarles a los docentes cuáles son las principales dificultades de aprendizaje que identifican en los estudiantes de matemática, el 87% coinciden que el mayor problema del estudiante está en el planteamiento de los problemas. El 62% indicó que otra dificultad es el análisis o razonamiento que deben utilizar para resolver un problema. El 50% hizo referencia a dificultades procedimentales. Según los profesores, el estudiante de los cursos matemáticos de la carrera de

Ingeniería son personas invadidas por preceptos sociales foráneos que generan una sociedad creciente sin identidad. El promedio de horas efectivas para estudiar matemáticas es muy poco, puesto que utilizan un tiempo de 3 horas 35 minutos por semana para ejercitar los contenidos de los cursos, lo cual equivale a 14 horas 20 minutos por mes. Esto aunado al hecho de que no poseen hábitos de estudio adecuados que permitan la adquisición integral del conocimiento matemático. En las entrevistas realizadas a profesores de esta división, indicaron que un tiempo mínimo para estudiar matemáticas debería ser de 80 horas mensuales, entonces un estudiante solamente utiliza el 17% del tiempo estipulado por los profesores para ejercitar.

De manera general el 87% de los profesores coincidió que las dificultades de aprendizaje que los estudiantes manifiestan tienen su origen en la falta de compromiso, motivación, entusiasmo y visión de futuro por parte del estudiante.

Respecto a los recursos didácticos utilizados para impartir docencia en los cursos de matemática, el 100% de profesores adujo que utiliza la pizarra con el apoyo de audiovisuales, resolución de ejercicios grupales y ejercicios a resolver en casa. El 14% de los profesores expresó que también utilizan aula virtual. Pero los estudiantes en ningún momento evidenciaron el uso de este recurso didáctico.

Los estudiantes indicaron que las tareas que asignan los profesores de matemática son ejercicios a resolver en casa. Entre los recursos didácticos más utilizados señalaron a los libros de texto, recursos audiovisuales y en menor escala software relacionados al aprendizaje de las matemáticas. Los profesores no tienen claridad sobre la importancia de las tareas asignadas y no dan seguimiento a estas técnicas.

Al preguntar sobre las estrategias que utilizan para estimular el razonamiento de los estudiantes los profesores consideran que es el modelado, la práctica de

resolución de problemas y los conceptos, los cuales generan implícita y explícitamente el razonamiento matemático.

En cuanto a la evaluación en los cursos de matemática, el 100% de docentes utiliza exámenes escritos entre: exámenes cortos, exámenes parciales y exámenes finales. El 14% indicó que utiliza ensayos y construcción de modelos matemáticos a partir de hechos reales. El proceso de evaluación se observa limitado ya que un 86% de los profesores relacionaron directamente la evaluación con los procesos de exámenes sin comentar otras alternativas. Esto obedece al escaso conocimiento técnico que poseen los profesores de matemática en torno a método didáctico, lo cual se confirma con la respuesta brindada por el 88% de los docentes, que indicaron no conocer mayor cosa sobre metodología didáctica. Solo un 14% de los docentes dijo que la metodología didáctica propuesta en las guías curriculares se ubica en la corriente constructivista. El 100% de profesores tipifica su práctica docente como buena y que el nivel de exigencia de los cursos de matemática es alto, contrastando con el 55% de la población de estudiantes que considera como buena la tarea docente.



## *CAPÍTULO V*

### **VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS**

Para realizar el proceso de comprobación de la hipótesis con miras a tomar decisiones al respecto, se utilizó el programa Excel para tabular datos y con ello calcular promedios y desviaciones. Por medio del programa Mypstat versión estudiantil, se integraron otras herramientas estadísticas a fin de corroborar las correlaciones de variables de resultantes propuestas en la hipótesis de esta investigación.

Para aceptar o rechazar hipótesis se utilizará la técnica estadística ANOVA (acrónimo en inglés para análisis de variancia) permite analizar experimentos multigrupos en el cual el diseño estudia un variable independiente y una variable dependiente, este análisis será complementado con la distribución de muestreo F y correlación de Pearson, estos métodos afianzan el análisis estadístico utilizado para rechazar o aceptar hipótesis, basado en un sistema de muestreo aleatorio estratificado utilizado en esta investigación.

La conclusión del método ANOVA indica que si  $F_{obt} \leq 1$ , entonces se debe rechazar  $H_1$  y se deber conservar hipótesis alternativa  $H_0$ .

*El método F indica que si  $F_{obt} \geq F_{crit}$ , se rechaza  $H_0$  y se acepta hipótesis  $H_1$ .*

Siendo la hipótesis:

**$H_1$ : La Didáctica aplicada en la impartición de los cursos de matemática estimula el razonamiento matemático en el estudiante de Ingeniería.**

Para ello se plantea la hipótesis nula:

**$H_0$ : La Didáctica aplicada en la impartición de los cursos de matemática NO estimula el razonamiento matemático en el estudiante de Ingeniería.**

Se confrontaron dos grupos de datos, el primero relacionados a la aceptación didáctica que posee el profesor de matemáticas desde la perspectiva del estudiante; frente al segundo grupo los datos obtenidos de la aplicación de la prueba de razonamiento. Ambos grupos de datos fueron determinados entre un rango de 0 a 1, permitiendo comparar y analizar datos de forma coherente (ver anexo 4).

Para el cálculo de la suma de cuadrados entre los grupos se tiene:

$$SS_B = \left[ \frac{(\sum X_1)^2}{n_1} + \frac{(\sum X_2)^2}{n_2} \right] - \left( \frac{(\sum X)^2}{N} \right)$$

$$SS_B = \left[ \frac{(30.22)^2}{62} + \frac{(34)^2}{62} \right] - \left( \frac{(64.22)^2}{124} \right) = 0.12$$

Para calcular la suma de cuadrados dentro de los grupos se utilizó la ecuación:

$$SS_w = \left( \sum X^2 \right) - \left[ \frac{(\sum X_1)^2}{n_1} + \frac{(\sum X_2)^2}{n_2} \right]$$

$$SS_w = (50.757) - \left[ \frac{(30.22)^2}{62} + \frac{(34)^2}{62} \right] = 17.38$$

Para determinar la suma total de cuadrados se utilizó la ecuación:

$$SS_T = \left( \sum X^2 \right) - \left[ \frac{(\sum X)^2}{N} \right]$$

$$SS_T = (50.757) - \left[ \frac{(64.22)^2}{124} \right] = 17.50$$

Calculando los grados de libertad para cada estimado (k es el número de grupos igual a 2, N es la cantidad total de datos igual a 124):

$$gl_B = k - 1 = 2 - 1 = 1$$

$$gl_w = N - k = 124 - 2 = 122$$

Calculo del estimado de variancia entre grupos se comportó de la siguiente manera:

$$S_B^2 = \frac{SS_B}{gl_B} = \frac{0.12}{1} = 0.12$$

$$S_W^2 = \frac{SS_W}{gl_W} = \frac{17.38}{122} = 0.14$$

Calculando  $F_{obt}$

$$F_{obt} = \frac{S_B^2}{S_W^2} = \frac{0.12}{0.14} = 0.86$$

En esta primera fase se determina que el indicador fue de  $0.86 \leq 1$ , entonces se deduce que:

**∴ Por regla de decisión se determina que  $F_{obt} \leq 1$  entonces se rechaza hipótesis  $H_1$  y se acepta  $H_0$ .**

Utilizando el método F para comparar  $F_{obt}$  con  $F_{crit}$  se determina este último con los datos  $gl_{numerador} = gl_B = 1$  y  $gl_{denominador} = gl_W = 122$  con un error equivalente al 10% ( $\alpha = 0.10$ ) y utilizando una tabla F, se define que  $F_{crit} = 6.84$ , un dato que contradice la regla  $0.86$  no es mayor igual a  $6.84$

**∴ Por regla de decisión se determina que  $F_{obt}$  no es  $\geq F_{crit}$  entonces se rechaza hipótesis  $H_1$  y se acepta  $H_0$ .**

Para que no exista alguna incertidumbre, se utilizó como método alternativo la correlación de Pearson, para confirmar la decisión de rechazar la hipótesis. Esta correlación mide el grado de la relación entre la variable independiente y la dependiente, el coeficiente puede variar entre  $+1$  y  $-1$ , si la relación es cercana a

**+1 o - 1 se dice que la relación es perfecta**, pero si el coeficiente obtenido es **cercano a cero la relación es inexistente**. La fórmula que se utilizó fue:

$$r = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{N}}{\sqrt{\left[\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}\right] \left[\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N}\right]}}$$

$$r = \frac{16.28 - \frac{(30.22)(34)}{62}}{\sqrt{\left[16.72 - \frac{(30.22)^2}{62}\right] \left[34 - \frac{(34)^2}{62}\right]}} = -0.053$$

Utilizando la correlación de Pearson se determinó un índice de **- 0.053**, **un valor muy cercano a cero que indica que no existe relación entre las variables dependiente e independiente**. La correlación de Pearson permitió obtener un estadístico de contraste equivalente, utilizando para ello:

$$gl = N - 2 = 62 - 2 = 60$$

Con un nivel de significancia para la prueba de dos colas de 10% ( $\alpha = 0.10$ ) se determinó a partir de una tabla de valores críticos de Pearson que  $r_{crit} = 0.2108$ . Como regla de decisión se consideró que si  $|r| > r_{crit}$  se acepta  $H_1$ . Para determinar la decisión se verificó que **0.053 no es > 0.2108**.

**∴ Por regla de decisión se tiene que  $|r| > r_{crit}$  no se cumple entonces no se acepta hipótesis  $H_1$  y se acepta  $H_0$ .**

Al comprobar que la didáctica aplicada en la impartición de los cursos de matemática no estimula el razonamiento matemático en el estudiante de Ingeniería, se sospecha que existen otras variables intervinientes que tienen relación directa con el razonamiento matemático, siendo una de estas: **la**

**motivación y el conjunto de tareas planificadas que se incluyen dentro del proceso de seguimiento de evaluación en los cursos de matemática.**

Ahora bien, si el 95% de estudiantes es repitente en los cursos de matemática, se deduce que si existiese una debida planificación sobre las tareas a cumplir por el estudiante durante el desarrollo de los cursos.



## CONCLUSIONES

- La didáctica de los cursos matemáticos en la carrera de Ingeniería es dinámica y aceptable en un 66% por parte de los estudiantes, pero el aspecto pedagógico didáctico de los profesores de Ingeniería, no rompe la monotonía de la clase de carácter expositiva que tiene un impacto del 25.80% en el fomento del razonamiento matemático del estudiante, impulsando un rendimiento académico deficiente en el cual 95% de esta población ha perdido al menos un curso de matemáticas. El profesor de matemática es considerado una persona analítica que domina los temas, pero que innova muy poco su práctica docente denotando que planifica escasamente su tarea académica y diversifica poco su metodología y técnicas didácticas.
- Ningún profesor de matemáticas posee especialidad en Docencia Universitaria, 29% de esta población posee estudios de doctorado en niveles técnicos, 71% en maestría también con especialidad en un campo técnico y el 29% nivel licenciatura. 86% de los profesores desconoce la orientación académica curricular de la carrera y 14% la relaciona con el método constructivista. No existe entonces formación docente ni vínculo con el currículo de la carrera.
- El método didáctico utilizado es tradicionalista y de carácter expositivo, respecto a los recursos didácticos, 100% de los profesores utiliza la pizarra y un reducido uso de recursos audiovisuales, un 14% expresó utilizar aula virtual. La resolución de ejercicios grupales y ejercicios a resolver en casa resultan ser las estrategias más comunes para fortalecer el aprendizaje de los estudiantes.
- El mayor problema detectado en el aprendizaje de las matemáticas en el estudiante de Ingeniería es el modelado, los estudiantes no logran vincular y plasmar hechos reales a abstractos en un sistema de aplicación matemático y es seguido de un inadecuado sistema procedimental aritmético algebraico.

- El estudiante de ingeniería se cataloga como observador y analítico, sin embargo esta situación no es aprovechada por los profesores de matemáticas quienes deberían utilizar técnicas que potencian estas características y mejorar la adquisición del conocimiento matemático.
- El 80% de la población de estudiantes de Ingeniería no se consideran personas creativas, críticas e innovadoras, siendo la matemática un ente educativo que promueve la creatividad resulta contrastante. El 20% de esta población cerrará pensum de estudios en un promedio de 10 años por causa de la no aprobación de cursos de matemáticos.
- La hipótesis que sostenía que la didáctica que aplican los profesores de matemática estimula el razonamiento matemático del estudiante de Ingeniería, es rechazada, debido a que ningún modelo estadístico aplicado evidencia que existe correlación entre la didáctica del profesor y el estímulo del razonamiento del estudiante.
- Se acepta como hipótesis alternativa que la didáctica aplicada en la impartición de los cursos de matemática no estimula el razonamiento matemático en el estudiante de Ingeniería sino es acompañada de un conjunto de variables intervinientes como la planificación, dosificación y asignación de tareas continuas, incluidas en el proceso de evaluación.
- Las pruebas de razonamiento evidenciaron que sí existe un nivel de razonamiento matemático proporcional a su avance en los cursos matemáticos, sin embargo las valoraciones obtenidas en la pruebas reflejan un nivel de razonamiento que no sobrepasa del 60% de la capacidad del estudiante; además solamente el 25.80% de la población encuestada aprobó la prueba psicométrica considerando como logro un puntaje mayor o igual a 60.

## *CAPÍTULO VI*

### **PROPUESTA**

Actualmente la enseñanza de la matemática universitaria esta polarizada, se enseña matemática pura, obviando el razonamiento que conduzca al utilitarismo cotidiano del tema, se debe comprender que la matemática es un arte y una ciencia siendo estos pilares fundamentales de creación y descubrimiento cognitivo, que de forma conjunta y adaptada como una necesidad, puede potenciar en los estudiantes habilidades y destrezas matemáticas de alto nivel que repercutan positivamente en la toma de decisión profesional y cotidiano.

Como propuesta a esta investigación se plantea la creación dentro del pensum de estudios de una asignatura que permita introducir métodos y técnicas que generen un conjunto de conocimientos matemáticos considerandos como bases del razonamiento matemático. La asignatura se denominará **técnicas de modelado y resolución de problemas matemáticos** con el cual se espera paliar las diferentes problemáticas que enfrentan los estudiantes de Ingeniería en su proceso de aprendizaje de los cursos matemáticos, específicamente en cuanto al modelado y la ejecución de procedimientos aritméticos/algebraicos evidenciados en esta investigación.

Con el curso de **resolución de problemas y técnicas de modelado matemático** se pretende estimular en el estudiante los aprendizajes a través de la planificación y asignación de tareas que propicien un espíritu indagativo y heurístico que permita, a partir de la resolución de problemas construir y crear estrategias que desarrollen una actitud propositiva hacia los retos que se le presente en el ámbito matemático a partir de un proceso pedagógico constructivista emergente bajo una evaluación continua y pertinente.

Se debe tener claro que en todo intento de reforma en la enseñanza de la matemática se debe minimizar la resistencia de los profesores que generalmente

enseñan como aprendieron, modificando métodos y técnicas didácticas con actualizados procesos de evaluación.

## 6.1 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

La asignatura **técnicas de modelado y resolución de problemas matemáticos** tiene por objetivo proporcionar conceptos y procedimientos empleando razonamiento inductivo, deductivo, analógico y lógico matemático, para incrementar niveles de abstracción, simbolización, generalización y formalización del conocimiento, así como habilidades intelectuales: intuición, inducción y deducción que ningún otro curso vigente en la pensión de estudios de ingeniería.

Se debe considerar que las capacidades básicas de la inteligencia que favorecen el aprendizaje matemático se genera a partir de la resolución de problemas, como un proceso en el que el alumno estima, hace conjeturas y sugiere explicaciones; el curso se basa fundamentalmente en ello, dando así la posibilidad al estudiante, de hacerse de hábitos de pensamiento adecuados a la resolución de todo tipo de situaciones matemáticas, de vida cotidiana y profesional.

La asignatura propuesta es un curso que a través de la teoría y las herramientas matemáticas simples vincula toda idea con procesos de razonamiento inductivo, deductivo y abductivo que permiten consolidar conocimientos, habilidades y actitudes que estimulen el análisis y la reflexión del estudiante, en un sentido práctico matemático.

El curso deberá impartirse en el primer semestre de las carreras de Ingeniería y debe ser carácter obligatorio con 4 créditos, paralelo al curso de matemática 1 y prerrequisito del curso de matemática 2, con esto no se pretende más que una complementación de la red curricular que acompañara a los cursos de Química 1, Técnica Complementaria 1, Deportes 1, Social Humanística 1, Matemática Básica 1 y Orientación y Liderazgo.

Los contenidos del curso no pertenecen a ningún otro curso matemático y se convierte en herramientas prácticas para el estudio, investigación y práctica de este tema y que pretenden desarrollar dentro del curriculum de ingeniería, pensamiento analítico, crítico, razonamiento, resolución de problemas, acción reflexiva y aprendizaje autónomo, siendo los objetivos específicos de este proyecto:

- Desarrollar y estimular habilidades de pensamiento a partir del planteamiento y resolución de problemas.
- Cultivar y alimentar los principios del arte de pensar como resultado del conocimiento y la aplicación del razonamiento matemático.
- Aplicar estrategias de razonamiento para la resolución de problemas matemáticos.
- Implementar estrategias metodológicas para conseguir la adquisición de competencias específicas que permitan resolver un problema matemático.
- Desarrollar razonamiento y el pensamiento crítico
- Desarrollar las habilidades en la identificación, ordenación y relación de los datos y formulismos matemáticos.
- Mejorar el aprendizaje de los contenidos matemáticos y optimizar la toma de decisiones del futuro ingeniero.
- Despertar motivaciones, actitudes, hábitos e ideas para el desarrollo de estrategias que propicien el enfrentamiento adecuado a diferentes situaciones que demanden la toma de decisiones en la vida profesional y cotidiana.

- Estimular la responsabilidad del alumno y guiarlo hacia un aprendizaje autónomo e integral.

Los objetivos podrán ser alcanzados en un marco constructivista a partir de la planificación de contenidos académicos que potencialice el razonamiento inductivo y deductivo, el razonamiento lógico formal, teoría de conjuntos, resolución de problemas, razones y proporciones y geometría, este último tema ya está implementado en el curso de matemática 1, pero se considera la factibilidad trasladar este contenido al curso, donde la tarea docente será:

- Desarrollar formas de argumentación válida que conlleven a procesos de inducción, deducción y generalización para el desarrollo del pensamiento, a partir de diferentes tipos de proposiciones.
- Utilizar el planteamiento y resolución de problemas para estimular la comprensión, la lectura y la capacidad de transformar el lenguaje verbal en lenguaje simbólico.
- Desarrollar procesos de pensamiento a partir de fenómenos de la vida real mediante el uso de modelos matemáticos
- Desarrollar herramientas geométricas elementales para el manejo de conceptos de espacio, dimensión, ubicación y cálculo para la resolución de problemas u otras aplicaciones en el contexto cotidiano y profesional.

## **6.2 METODOLOGÍA**

La prueba de razonamiento matemático ha reflejado en esta investigación que el estudiante de Ingeniería tiene serios problemas en áreas modelado matemático que es un modelo científico que emplea algún tipo de formulismo matemático para expresar relaciones, proposiciones sustantivas de hechos, variables, parámetros, entidades y relaciones entre variables y/o entidades u operaciones, para estudiar

comportamientos de sistemas complejos ante situaciones difíciles de observar en la realidad.

Ante ese escenario la metodología del curso será impartir contenidos a través del método constructivista que pretenden desarrollar pensamiento analítico y crítico de forma activa, investigando, resolviendo problemas de forma creativa, colaborativa en un sentido amplio de responsabilidad. El estudiante al momento de cursar la asignatura no sólo tiene por objetivo que aplique conocimientos directos de matemáticos sino que establezca conscientemente el cómo desarrolló sus respuestas, sobre qué argumentos se sustentan, y cuáles son las necesidades de conocimiento individual que necesita en la resolución de un problema de este tipo.

Esta metodología pretende desarrollar las competencias de pensamiento analítico y crítico, la acción reflexiva y el aprendizaje autónomo. También se pide la participación del alumno en procedimientos lúdicos, aula virtual a través de la plataforma Moodle, desarrollando aspectos relacionados con la competencia de pensamiento analítico y crítico, tareas reflexivas y lecturas y artículos con el objetivo de relacionar aspectos trabajados en las clases y en los ejercicios, y para que pueda desarrollar fundamentalmente el pensamiento analítico y crítico y crear alumnos innovadores.

### **6.3 ACCIONES DOCENTES QUE GARANTIZAN EL ÉXITO DE LA PROPUESTA**

Para garantizar una propuesta integral, contextualizada y emergente en este sistema de enseñanza - aprendizaje, el profesor debe tener claridad en las funciones que debe poseer, funciones que serán el santo grial de su práctica docente y se definen como:

- El profesor que en todo momento debe estimular la atención y motivar a todos los estudiantes con equidad, una equidad que sin importar las condiciones del grupo y las herramientas didácticas utilizadas fomenten y estimule el

aprendizaje de las matemáticas y este permanentemente en búsqueda de propiciar la adquisición del conocimiento matemático con independencia y con el uso de las inteligencias múltiples del estudiante.

- El profesor debe preparar y planificar su curso de matemáticas y debe tener claro que, para cada tema abordado existe una infinidad de técnicas didácticas que permiten desarrollar el contenido, pero, esta técnica debe ser contextualizada al momento o las necesidades de la carrera en donde se facilite en curso, es importante que el profesor desarrolle un estilo de enseñanza utilizando modelos didácticos que estén acordes al tipo de curso que facilita. Existen dos tipos de cursos matemáticos el primero que vela por un procedimiento matemático puro (razonamiento matemático) o un curso que tiene aplicación con la realidad (matemática aplicada).
- El docente debe tener conciencia que todo proceso de aprendizaje matemáticos está por encima de las características individuales y colectivas del grupo de alumnos y para que el estudiante logre alcanzar un rendimiento académico exitoso (significa coherentemente adquirir conocimiento y aprobar el curso) debe hacer que el estudiante se agencie de herramientas y conductas que lo lleven al nivel académico exigido con independencia y conciencia.
- En estos tiempos de divisionismo social, consumismo globalizado y aislamiento tecnológico el profesor debe generar un sistema de sinergia, que permita, buscar la interrelación de todos los elementos que actúan en el proceso de enseñanza - aprendizaje para obtener mejores resultados o efectos superiores en la adquisición del conocimiento matemático.
- La planificación de la práctica docente es vital para el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas implica precisar objetivos, contenidos, tareas así como métodos y medios de enseñanza para el curso,

todo para propiciar la asimilación consciente del conocimiento matemático, esta situación es importante debido a que estudiante ha caracterizado en esta investigación al profesor como una persona que no prepara y planifica sus cursos.

- La organización docente tiene como objetivo establecer un orden interno coherente, lógicamente estructurado que permita un proceso de enseñanza aprendizaje que genere conocimiento, habilidades, hábitos y valores, en el ámbito matemático a nivel del grupo es un sistema de actividades conscientemente coordinadas formado por los integrantes de estos grupos, en donde la cooperación entre ellas es esencial para la existencia de una buena. Una organización sólo existe cuando hay personas capaces de comunicarse y que están dispuestas a actuar conjuntamente para obtener un objetivo común que es aprender matemáticas.
- El docente es un gerente del proceso enseñanza aprendizaje que debe tomar decisiones para corregir el sistema de enseñanza - aprendizaje y re direccionarlo en el sentido del cumplimiento de los objetivos del curso matemático que facilita, esta situación es común debido a que los grupos de estudiantes, semestre a semestre son distintos y muchos de ellos modifican los proceso de enseñanza y no siempre está dirigido hacia un alto desempeño.
- La retroalimentación permanente y continua debe ser un modelo complementario que permita minimizar la duda y la nulidad en la adquisición del conocimiento matemático en el estudiante de Ingeniería, en este modelo debe existir variación en la técnica didáctica utilizada con anterioridad para evitar caer en modelos mecanicistas.

- Finalmente, la evaluación debe ser un proceso coherente de seguimiento permanente de lo enseñado y debe ser la determinación sistemática del mérito, el valor y el significado del nivel de aprendizaje alcanzado por los estudiantes. El concepto de la evaluación del aprendizaje es una función del proceso de enseñanza aprendizaje mediante el cual el profesor y los alumnos concientizan el grado de desarrollo de los alumnos y qué les falta aún para la consecución de los objetivos de aprendizaje. la evaluación es necesaria para la mejora continua de los estudiantes en su formación profesional de Ingeniería.

#### **6.4 PROCESO DIDÁCTICO**

Se debe comprender que el aprendizaje de las matemáticas es un proceso de construcción individual activa, que se produce a través de las interacciones individuales y grupales en ambientes positivos respetando las diversas maneras de construir y aprender de los propios alumnos (conceptos, procedimientos y actitudes), además se debe tener presente que el aprendizaje que se interioriza y se construye está condicionado por la experiencia de los estudiantes provocado por la investigación, las técnicas didácticas del profesor y en la asignación de tareas que velan por la calidad del proceso de aprendizaje, significa estos que el profesor debe organizar clase estructuradamente y fomentar la acción práctica y reflexiva sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Se debe ser consciente que las actitudes propositivas hacia las matemáticas, por parte del profesor y de los estudiantes son elementos básicos para el aprendizaje que se debe promover mediante acciones matemáticas en un horizonte de autonomía para la construcción del conocimiento.

Generalmente en matemáticas la conclusión de un problema radica en la certeza, y no se valora el procedimiento situación que no genera ningún progreso, en el curso de Razonamiento Matemático se valorará el procedimientos utilizando

evaluaciones de desempeño auténticas como una alternativa complementaria de un modelo racional que potencia la capacidad de creatividad.

El modelo para resolver problemas presentado en este curso pretende disminuir inicialmente la carga de algoritmos y de tiempo en el aula, en muchas ocasiones enfatizamos excesivamente en un procedimiento matemático de menor importancia contrastando claramente con la sociedad versátil y tecnológica en la que actualmente vivimos. Se debe promover el uso de tecnología didáctica, que debe proponer herramientas para desarrollar tareas maximizando el recurso tiempo para la adquisición de conocimientos matemáticos.

Este método también proporciona los elementos para potenciar cálculos mentales, la aproximación y el tanteo y la estimación de resultados a través del dominio funcional de procedimientos o estrategias para resolver problemas, priorizando la comprensión y primando la competencia por medio del estudio de objetos de la vida cotidiana, manipular materiales para dibujar medir, descubrir, construir, jugar, plantear problemas e investigar.

El modelado matemático es uno de los mayores problemas que se evidenciaron en esta investigación y es un rasgo importante dentro de la propuesta didáctica, es necesario que los profesores transmitan este rasgo a los estudiantes para romper el paradigma mecanicista de la matemáticas, “todos” deben comprender que el desarrollo o procedimiento matemático puede modelar una situación abstracta o real de los seres humanos y conlleva una serie de procedimientos como la identificación de un problema que necesita ser simulada, optimizada o controlada, también es importante establecer que según el problema así será determinado el tipo de modelo que permita un tratamiento matemático adecuado, aquí se debe identificar variables, establecer condiciones que representen adecuadamente el fenómeno en estudio. Finalmente se debe formalizar el modelo detallando claramente su procedimiento o algoritmo de solución que determinara un resultado comparativo.

Un modelo matemático de la realidad emplea algún tipo de formulismo matemático simple sencillo para expresar relaciones, proposiciones sustantivas de hechos, variables, parámetros, entidades y relaciones entre variables y/o entidades u operaciones, para estudiar comportamientos de sistemas, y establecer proceso de aproximación a la realidad, de construcción de instrumentos intelectuales eficaces para conocerla, analizarla, transformarla y así tomar decisiones.

El razonamiento en la resolución de problemas es un grave problemas que tiene la población de estudiantes matemáticos guatemalteco, se entiende por razonamiento la facultad humana de vincular ideas que permitan resolver un problema, no existe vinculo de ideas que faciliten la resolución de un problema matemático como se ha explicado con anterioridad la matemática es todo un proceso que requiere de varios conceptos y varios procedimientos que al no tener capacidad de vinculación, el proceso de solución se dificulta. Históricamente el proceso de construcción de las matemáticas nos muestra la importancia del razonamiento empírico-inductivo que, en muchos casos, desempeña un papel mucho más activo en la elaboración de nuevos conceptos pero no menos importante que el razonamiento deductivo y el razonamiento analógico. El razonamiento es una poderosa instrumentación de exploración y construcción del conocimiento matemático epistemológicamente es la aplicación de racionalidad matemática.

Desde una perspectiva pedagógica es importante establecer en el estudiante que la matemática formal genera todo un proceso de construcción y recreación del conocimiento a través de leyes, axiomas, teoremas y por medio de operaciones mentales estas leyes o normas son aisladas conceptualmente y se particularizan para facilitarnos el análisis y la reflexión mental sobre la solución de un problema matemático, pero no debe ser tan drástico, debe existir un equilibrio con los procesos epistemológicos de la racionalidad y le brinda la heurística como un

sistema versátil que rompe el esquema algoritmo pero siempre encaminado a una adecuada resolución del problema matemático.

La insistencia sobre la actividad constructiva no supone en ningún caso ignorar que, como cualquier otra disciplina científica, las matemáticas tienen una estructura interna que relaciona y organiza sus diferentes partes. Más aún, en el caso de las matemáticas esta estructura es especialmente rica y significativa.

Es necesario comprender que en la matemática a diferencia de otros cursos existe una componente de jerarquía vertical en la que se fundamentan unos conceptos en otros, que impone una determinada forma de aprendizaje.

La tecnología es esencial en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas; esta herramienta influye en las matemáticas que se enseñan y estimular potencialmente el aprendizaje de los estudiantes (solo el hecho de utilizar papel y lápiz es sinónimo de tecnología), y utilizar tecnología de punta queda sujeta al catedrático que imparte el curso, esta utilización de la tecnología facilitaría los procesos matemáticos pero se debe tener cuidado con la adquisición del conocimiento matemático que debe quedar plasmada firmemente en el estudiante a través del proceso epistemológico de la racionalidad.

Las matemáticas, como el resto de las disciplinas científicas, aglutinan un conjunto de conocimientos con unas características propias y una determinada estructura y que posee un enorme poder como instrumento de comunicación, conciso y sin ambigüedades. Gracias a la amplia utilización de diferentes sistemas de notación simbólica (números, letras, tablas, gráficos, etc.) las matemáticas son útiles para representar de forma precisa informaciones de naturaleza muy diversa, poniendo de relieve algunos aspectos y relaciones no directamente observables y permitiendo anticipar y predecir hechos situaciones o resultados que todavía no se han producido.

Los procedimientos o estrategias a utilizar en modelo vincula procesos epistemológicos de racionalidad y descubrimiento (heurístico) debe utilizar una serie de estrategias que permitan una adecuada solución del problema, entre las estrategias a utilizar están:

El **ensayo y error**, también conocido como prueba y error, es un método para la obtención de conocimiento, tanto proposicional como procedimental. En el ensayo y error, se prueba una opción y se observa si funciona. Si funciona, entonces se tiene una solución. Si no entonces es un error y se intenta otra opción.

**Sustitución hacia adelante y hacia atrás:** los algoritmos de sustitución hacia adelante y hacia atrás son rápidos y sencillos de usar, por lo que se les emplea en otros importantes procedimientos numéricos.

**Ecuaciones:** en matemáticas, una ecuación es una igualdad entre dos expresiones algebraicas, denominadas miembros, en las que aparecen valores conocidos o datos, y desconocidos o incógnitas, relacionados mediante operaciones matemáticas. Los valores conocidos pueden ser números, coeficientes o constantes; y también variables cuya magnitud se haya establecido como resultado de otras operaciones. Las incógnitas, representadas generalmente por letras, constituyen los valores que se pretende hallar.

**Procedimientos visuales:** El uso de representaciones gráficas, diagramas, o modelos geométricos, se utilizan un como método para pensar, hacer y entender Matemáticas.

**Intuición:** para el intuicionismo, las bases fundamentales de las matemáticas se encuentran en lo que denominan la intuición matemática, haciendo en consecuencia de esta una actividad intrínsecamente subjetiva. El constructivismo no adopta en general dicha postura y es completamente compatible con la concepción objetiva de las matemáticas.

**Reducción a problemas más sencillos:** este análisis se encarga de diseñar algoritmos para que, a través de números y reglas matemáticas simples, simulen procesos matemáticos más complejos.

**Utilización de fórmulas:** expresan de forma breve una ley o un principio general, esto es sin tantas palabras que tengamos que interpretar. Son fáciles de recordar y de fácil aplicación.

**Búsqueda de patrones:** el reconocimiento de patrones es una estrategia que permite relacionar objetos físicos o abstractos, con el propósito de extraer información que permita establecer propiedades de aplicación matemática.

**Análisis inductivo:** es un razonamiento que parte de un hecho o hechos específicos que permite demostrar una generalidad axiomática o teórica.

**Análisis Deductivo:** una demostración matemática es un razonamiento realizado con una lógica válida que progresa a partir de ideas que se dan por ciertas (llamadas hipótesis) hasta la afirmación que se esté planteando, o sea, hasta obtener la veracidad de la tesis formulada. Estos pasos deben estar fundamentados en la aplicación de reglas de deducción: fundadas ya sea en axiomas o en teoremas anteriormente demostrados o en reglas básicas de deducción del sistema matemático en cuestión.

Como se observa, se ha planteado una serie de elementos que permiten al estudiante resolver problemas matemáticos de forma creativa, sin embargo los alumnos deben ser responsables de construir su propio aprendizaje el cual es facilitado por el docente quien debe realizar retroalimentaciones constructivas para minimizar la duda.

## 6.5 CONTENIDO

### Introducción de estrategia de razonamiento

- Conceptos
- Razonar y argumentar
- Métodos de razonamiento lógico: Inductivo, deductivo y analógico
- Lenguaje matemático.

### Lógica matemática

- Propositiones lógicas
- Conectivos lógicos. Conjunción y Disyunción. Negación de una proposición
- Tablas de verdad de los conectivos lógicos
- Operaciones con conjuntos y conectivos lógicos.
- Ejemplos y aplicaciones. Interpretación de información de una tabla de verdad
- La proposición condicional y bicondicional
- Negación de los conectivos lógicos.
- Leyes de la lógica (álgebra booleana)
- Aplicación de las leyes de la lógica en modelos de diagramación lógico
- Argumentos válidos y no válidos: Modus Ponens, modus Tollens, reglas de inferencia, falacias, contradicciones y argumentaciones.

### Conjuntos

- Conjuntos, conceptos,
- Notación y formas de representación.
- Conjunto Universo y complemento.
- Operaciones con conjuntos.
- Unión, intersección, diferencia y diferencia simétrica.
- Relaciones entre conectivos lógicos y conjuntos lógicos.
- Aplicaciones e interpretaciones de la teoría de conjuntos.
- Aplicaciones probabilísticas.

## Estrategias para resolver un problema

- Alternativas para la resolución de problemas:
  - a) Actitud de querer resolver un problema
  - b) Entender el problema
  - c) Formular o configurar un plan
  - d) Ejecutar el plan
  - e) Revisar y comprobar
- Formulación del plan: definir y seleccionar cual o cuales estrategias conviene utilizar:
  - a) Ensayo y error
  - b) Buscar un patrón
  - c) Hacer una lista
  - d) Resolver un problema similar más simple
  - e) Hacer una figura o diagrama
  - f) Usar razonamiento directo o indirecto
  - g) Usar propiedades de los números
  - h) Resolver un problema equivalente
    - i) Trabajar hacia atrás
    - j) Buscar una fórmula
    - k) Usar una variable
    - l) Resolver una ecuación
    - m) Otros

## Razones y proporciones

- Regla de tres
- Porcentajes
- Ejemplos y ejercicios
- Resolver una ecuación de primer grado.
- Uso de fórmulas.

## Geometría

- Figuras planas: polígonos, triángulos y círculo
- Perímetro y área
- Cuerpos geométricos: paralelepípedo, cubo, cono, esfera, cilindro
- Superficie y volumen
- Ejercicios de desarrollo espacial y asociación de figuras.

### **6.6 PRINCIPIOS DE LA EVALUACIÓN**

Para determinar un método de evaluación de debe tener claro que la finalidad didáctica propuesta en esta investigación es que el estudiante debe construir sus propios conocimientos de forma activa, colaborativa, investigativa y solucionando problemas con responsabilidad, el profesor además de manejar estupendamente los contenidos y estimular el interés de los estudiantes debe tener como principios:

- El profesor debe diseñar tareas y da por entendido que existe una necesidad de enseñarle a los alumnos a autorregularse y esto se logra diseñando materiales que provoquen un estudio autónomo.
- Aprovechar el potencial a profundidad de todos los elementos que intervienen en el proceso de evaluación y sus interrelaciones, a fin de lograr un funcionamiento exitoso garantizado por una precisa planificación, a corto mediano y largo plazo y una adecuada distribución de tiempo, evitando saturación de contenidos y el desinterés de los estudiantes.
- Velar por una independencia de la habilidades a evaluar, diseñando tareas que propicien y no interfieran las habilidades matemáticas.
- Realizar procesos de control operativo (etapas de asimilación) en las tareas y toda actividad que conlleve la realización de procedimientos matemáticos previos a un examen y no solamente en la prueba.

- Establecer coherencia entre el profesor que explica versus el que evalúa.
- La valoración del profesor debe estar en equilibrio con el estudiante, es necesario determinar qué le hace falta al estudiante para dominar los temas y realizar evaluaciones auténticas y del desempeño.
- Realizar retroalimentaciones pertinentes que permitan al estudiante agenciarse de conocimiento.

Se hace la recomendación a las autoridades de las carreras de ingeniería que implementen obligatoria y permanentemente a sus profesores de matemáticas cursar maestrías con especialidades pedagógicas con la finalidad de que el claustro docente comprenda técnicamente el que hacer docente e implemente acciones que garanticen el éxito de cualquier propuesta pedagógica; además utilizar pruebas psicométricas al momento de incorporar nuevos profesores para garantizar la calidad pedagógica de los mismos.



## *BIBLIOGRAFÍA*

- Bosh M., Chevallard, Y., & Gascón J., (1997). *Estudiar matemáticas; el eslabón perdido entre enseñanza y aprendizaje*, Hosori Editorial: Barcelona España. 335 p.
- Cruz, Cipriano (2008) *Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje: un reporte Iberoamericano*, Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. Ediciones Díaz de Santos, S.A. 823 p.
- García Ruiz, Jesús (1998) *La Universidad a las Puertas del Tercer Milenio*. Ediciones AMEU, Guatemala C.A. 92 p.
- Ginsburg, Herbert y Opper Silvia (1989). *Piaget y la teoría del desarrollo intelectual* Editorial Hall Hispanoamérica. México D.F. 318 p.
- Haeussler, Ernest F. jr. (2009) *Razonamiento matemático*. Editorial Pearson Educación 2009 México, D.F. 652 p.
- Mata, Francisco Salvador, (2007) *Diccionario Enciclopédico de Didáctica*. Editorial Gil, México D. F. 768 p.
- Miller, Charles D. (2008) *Estrategias de razonamiento* México, D.F. editorial Pearson Educación. 383 p.
- Morales, Pedro (2009) *Ser profesor, una mirada al alumno*, Centro de Actualización Psicopedagógica Universidad Rafael Landívar Guatemala 158 p.
- Morales, Pedro (2008) *Nuevos roles de los profesores y alumnos, nuevas forma de enseñar y de aprender*. Editorial Universidad pontificia de comillas España. 44 p.
- Nérici, Imídeo Guiseppe (1985) *Hacia una didáctica general dinámica*. Editorial Kapelusz, Buenos Aires Argentina. 607 p.
- Pagano, Robert (2011) *Estadística para las ciencias del comportamiento*. Editorial Cengage Learning México D.F. 604 p.
- Piloña Ortiz, Gabriel estadística (2012), *Manual práctico para el estudio y la aplicación de métodos estadísticos*. Editorial GP editores Guatemala. 391 p.

- Sánchez Fuentes, Jorge Estuardo (2012) Estrategias de razonamiento: libro de trabajo editorial URL Guatemala. 143 p.
- Saquimux Canastuj, Nery Edgar (2010) Hagamos una tesis. Editorial Pervan Quetzaltenango, Guatemala 174 p.

### *PAGINAS WEB CONSULTADAS*

- Braidot, N. N.E. (2004). Neurociencia aplicada a la toma de decisiones, aprendizaje y comportamiento. <http://web.usal.es/~nbraidot/neuropaper/neuro1espanol.pdf>, consultado el 30 – 10 – 12.
- Brousseau G. (1986) Traducción: Educación y Didáctica de las matemáticas. <http://claroline.emate.ucr.ac.cr/claroline/backends/download.php/QnJvdXNzZW F1X0ZvbmRlbWVudHMucGRm?cidReset=true&cidReq=SP1363>, consultado el 25 – 10 – 12.
- De Matos, L. N.E. (2011). Aplicaciones educativas. <http://apli.wordpress.com/autores-origen/luis-ade-mattos>, consultado 08 – 09 – 12.
- Dimaten Wikispaces N.E. (2012). Didáctica de la matemática. <http://dimatem.wikispaces.com/Did%C3%A1ctica+de+la+Matem%C3%A1tica>, consultado el 15 – 10 – 12.
- Godino J. y Batanero C. N.E. (2003). Investigaciones sobre Fundamentos Teóricos y Metodológicos de la Educación Matemática Universidad de Granada España. [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/biblioteca/LIBROS /BL008.pdf](http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/biblioteca/LIBROS /BL008.pdf), consultado 25 – 10 – 12.
- Jurand. N. (2012). Acto didáctico. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Acto-Didactico/5697193.html>, consultado el 20 – 09 – 12.
- Lavalice, M. N.E. (2012). Area de didáctica: distintas definiciones de didáctica. <http://areadedidactica.blogspot.com/2007/01/distintas-definiciones-de-didctica.html>, consultado 9 – 9 – 12.

- Othanel, B. N.E. (2007). Área de didáctica: Distintas definiciones de didáctica. <http://areadedidactica.blogspot.com/2007/01/distintas-definiciones-de-didctica.html>, consultado 08 - 09 – 12.
- Ruiz, R. N.E. (2007). El conocimiento silencioso. Edición electrónica gratuita. <http://www.eumed.net/libros-gratis/2007a/260/index.htm>, consultado 30 – 10 – 12
- Spengler - M, Egidi, L - Craveri, A. N.E (2007) El nuevo papel del docente universitario: el profesor colectivo. Departamento de matemática, escuela de Estadística Universidad de Rosario Argentina. <http://www.fcecon.unr.edu.ar/fcecon.unr.edu.ar/sites/default/files/u16/Decimocuartas/spengler,%20craveri,%20el%20profesor.PDF>, consultado 10 – 10 -12.
- Steiner, 1984, p. 16; citado por Godino, J. N.E. (2001). Paradigmas, problemas y metodologías en didáctica de la matemática. <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/sd/textos/godino.doc>, consultado 27 – 10 -12.
- Vidal, R. N.E. (2012). La transposición didáctica: un modelo teórico para investigar los estatus de los objetos matemáticos. <http://www.scribd.com/doc/98040353/La-Transposicion-Didactica-Un-Modelo-Teorico-para-investigar-los-estatus-de-los-objetos-matematicos>, consultado 20 – 10 – 12.
- Vidal, R. N.E. (2012) La Didáctica de las Matemáticas y la Teoría de Situaciones. [http://mailing.uahurtado.cl/cuaderno\\_educacion\\_29/pdf/articulo-28.pdf](http://mailing.uahurtado.cl/cuaderno_educacion_29/pdf/articulo-28.pdf), consultado el 22 – 10 – 12.



## *Anexo I*

### **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

#### **DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS Y SUS EFECTOS EN EL DESARROLLO DEL RAZONAMIENTO MATEMÁTICO DEL ESTUDIANTE DE INGENIERÍA**

*(Estudio a realizarse en el área común de las carreras de Ingeniería del Centro Universitario de Occidente, Universidad San Carlos de Guatemala)*

#### **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la División de Ciencias de la Ingeniería del Centro Universitario de Occidente (CUNOC), Universidad San Carlos de Guatemala (USAC), se imparten las carreras de Ingeniería Industrial, Mecánica, Civil y Mecánica Industrial. Actualmente estas carreras poseen una población 450 alumnos. La principal área del conocimiento para comprender las ingenierías son los cursos de matemática que trasciende en el razonamiento, la práctica, la aplicación e investigación de cursos subsiguientes implicados en el pensum de estudios de la carrera.

La educación matemática es un término que se refiere al aprendizaje, la práctica y la enseñanza de las matemáticas, así como al campo de la investigación académica sobre esta práctica.

Actualmente la docencia en las carreras de Ingeniería del CUNOC, se imparte por medio de clases presenciales, en las cuales los conceptos y los contenidos matemáticos son desarrollados por el profesor mediante el uso de pizarra. Los alumnos tienen un papel netamente de receptores de la información y cada profesor tiene su estilo personal de exponer los contenidos.

La clase magistral se apoya en la corriente pedagógica tradicionalista, instruccional, memorística y mecanicista, las clases y las tareas no se planifican didácticamente para que su impartición sea atractiva e interesante para el estudiante. Da la impresión que la enseñanza de los cursos de matemática se improvisa; el lenguaje y conceptos facilitados y utilizados por el profesor no quedan claros por lo que el estudiante al no comprender y no poseer hábitos adecuados de estudio, pierde la concentración y el interés por el curso. Al no encontrar la aplicación ni comprensión de los tema optan por faltar a clases, pensando que de todas formas aunque estén presentes no entenderán los contenidos.

Los estudiantes al desconocer los procesos epistemológicos para el aprendizaje de las matemáticas; acumulan dudas y forman lagunas cognoscitivas que no les

permiten avanzar por cuenta propia y ni entregar tareas a tiempo, el profesor sigue avanzado sin percatarse que el estudiante no ha comprendido el contenido, a tal grado que el alumno reprueba los exámenes obteniendo zona baja o simplemente no llega al mínimo ponderado de zona. Todo ello genera el fracaso del estudiante, cuyo destino será la repitencia del curso por varios semestres lectivos subsiguientes, el cambio de carrera o renuncia completamente a sus estudios superiores.

Del año 2009 al 2011 los índices de logro obtenidas a partir de las pruebas cualitativas en matemática efectuadas por la Dirección General de Evaluación e Investigación Educativa (DIGEDUCA) del Ministerio de Educación, en estudiantes del último grado de diversificado son 1.92% 5.06% y 7.48% respectivamente, con un promedio de logro matemático en los últimos tres años de 4.82%; para el año 2010 de 117 830 estudiantes del último año de diversificado solamente 8 814 estudiantes tenían pertinencia matemática para seguir una carrera universitaria que implique cursos matemáticos.

Las pruebas de matemáticas efectuadas en el año 2 011 de 10 227 aspirantes universitarios que deseaban ingresar a Universidad de San Carlos aprobaron solamente el 34%, bajando 12 puntos respecto al promedio de los últimos tres años; 34% parece alentador pero solamente estamos considerando el 8.68% de toda la población guatemalteca que egresa de diversificado que podría aspirar a la universidad, el dato real refleja que solamente el 2.95% de 117, 830 aprobaron las pruebas específicas de la USAC a nivel nacional, específicamente 3,476 estudiantes.

Todo proceso didáctico que para la enseñanza de la matemática, debe ser acompañado por lineamientos técnicos tendientes a direccionar la actividad académica y modificar acertadamente la racionalidad del estudiante y su estructura de razonamiento, a fin de que pueda resolver un problema matemático en toda su carrera y vida profesional. Este proceso trasciende parcial o totalmente en el uso de la información proporcionada en un problema, de tal manera que sesga las asociaciones deductivas e inductivas inferidas por el estudiante, determina la correcta utilización de las propiedades, definiciones y uso del lenguaje matemático, establece la flexibilidad o rigidez del pensamiento matemático, influye en la comunicación conceptual matemática y modifica los hábitos de estudio, determinando la capacidad de relacionarse con el contexto a través del proceso de modelado matemático. Sin embargo en el CUNOC, la educación matemática que se imparte provoca frustración a estudiantes, docentes y sociedad en general porque no ha existido una propuesta metodológica para garantizar el desarrollo académico del estudiante de ingeniería.

Por lo tanto, resulta interesante realizar una investigación sobre cómo es la didáctica de las matemáticas en las carreras de ingeniería del CUNOC, y en qué medida desarrollan el razonamiento matemático en el estudiante, para que éste

afronte el aprendizaje de las materias superiores del pensum de estudios de las carreras de Ingeniería.

## **2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Esta investigación responderá a las siguientes interrogantes:

- a. ¿Cuál es la didáctica de las matemáticas que aplican los profesores de las carreras de ingeniería del CUNOC?
- b. ¿En qué medida la didáctica de las matemáticas aplicadas, fomentan el razonamiento matemático del estudiante, impulsando su rendimiento académico en los cursos subsiguientes de las carreras de ingeniería del CUNOC?
- c. ¿Cómo articula el profesor la didáctica de las matemáticas con la orientación académica curricular de la carrera de ingeniería de CUNOC?
- d. ¿Cuál es la caracterización de los profesores de matemáticas y los estudiantes de ingeniería?

## **3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

- a. La investigación se realizará con los estudiantes de las carreras de ingeniería Industrial, Mecánica, Civil y Mecánica Industrial, que se imparten en el Centro Universitario de Occidente –CUNOC-, Universidad San Carlos de Guatemala –USAC- ubicado en Quetzaltenango cabecera departamental.
- b. El desarrollo de la investigación es de carácter sincrónico analizando en el segundo semestre (julio – noviembre del 2012) y diacrónico al analizar datos y eventos didácticos desarrollados durante el primer semestre (enero junio de 2012).
- c. Esta investigación tendrá un enfoque eminentemente pedagógico haciendo uso de conceptos y categorías científicas de la pedagogía universitaria, enfocadas a las carreras de ingeniería Industrial, Mecánica, Civil y Mecánica Industrial del CUNOC.

#### 4. JUSTIFICACIÓN

Considerando que el proceso didáctico matemático trasciende parcial o totalmente en el estudiante y determina su correcta utilización de las propiedades, definiciones, uso del lenguaje y establece flexibilidad o rigidez del pensamiento a través del razonamiento que direccionan su actividad académica; se deduce que la educación matemática debe ser de excelente nivel académico, articulado al contexto de las carreras de ingeniería para que el aprendizaje, la práctica, su utilización, la enseñanza y la investigación sean razonables y adecuadas a la resolución de problemas que impliquen las carreras Ingeniería Civil, Industrial, Mecánica y Mecánica Industrial.

Actualmente la docencia matemática en las carreras de ingeniería del CUNOC, es presencial, con uso desmedido de pizarra, con alumnos exclusivamente receptores de la información, con estilos personales por parte de los docentes para exponer los temas, con unidades didácticas que quizás no consideran el contexto y apoyado en corrientes pedagógica tradicionalista que didácticamente no resultan atractivas, interesantes ni razonadas para el estudiante, que sin hábitos adecuados de estudio pierde la concentración y el interés por el curso, desconoce los procesos epistemológicos de la matemática, reprueba los exámenes, no llega al mínimo ponderado de zona, generando repitencia y fracaso académico.

En virtud de ello se desconoce cuál es el impacto de la didáctica de las matemáticas que aplican los profesores de las carreras de ingeniería y en qué medida esta metódica aplicada, fomenta el razonamiento matemático del estudiante, impulsando su rendimiento académico en los cursos subsiguientes de las carreras de ingeniería del CUNOC y en su vida profesional; además se desentiende cómo el profesor articula su proceso didáctico con la orientación académica curricular de las carreras de ingeniería. Debido a que la matemática tiene el poder sombrero de poder explicar cómo funcionan los procesos y procedimientos ingenieriles y fomentar el desarrollo de la capacidad del pensamiento razonado cotidiano y profesional es necesario e interesante investigar sus procesos didácticos y determinar su incidencia en el estudiante, buscando propiciar un cambio de actitud hacia lo propositivo entre docentes y estudiantes que abordan estos temas.

Por ello, en esta investigación se pretende evidenciar científicamente cual es la funcionalidad de la didáctica utilizada en las carreras de Ingeniería, determinar sus bases filosóficas y epistemológicas que propician el razonamiento del estudiante y que nivel de atención ha recibido por parte de profesores, coordinadores administrativos de las carreras de ingeniería y autoridades de división; finalmente demostrar los efectos positivos y nocivos que genera el fenómeno didáctico en el razonamiento matemático del estudiante de Ingeniería.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. Generales**

- a. Fortalecer el proceso de formación del ingeniero Civil, Industrial, Mecánico y Mecánico Industrial del Centro universitario de Occidente Universidad San Carlos de Guatemala y propiciar un cambio de actitud hacia lo propositivo entre docentes y estudiantes de Ingeniería del CUNOC – USAC que abordan los temas matemáticos.

### **5.2. Específicos**

- a. Caracterizar al estudiante del área común de las carreras de ingeniería del CUNOC- USAC
- b. Caracterizar al profesor de matemáticas del CUNOC – USAC
- c. Identificar los procesos didácticos utilizados por los profesores de ingeniería del CUNOC
- d. Evaluar el impacto que produce la didáctica del profesor en el estudiante de ingeniería en el CUNOC
- e. Analizar el nivel de razonamiento generado por los conocimientos matemáticos
- f. Demostrar los efectos positivos y negativos del proceso didáctico generado por los profesores de matemáticas en el CUNOC

## **6. Hipótesis**

La Didáctica aplicada en la impartición de los cursos de matemática estimula el razonamiento matemático en el estudiante de Ingeniería.



## Anexo II

Universidad San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario de Occidente  
Departamento de Post Grados  
Maestría en Docencia Universitaria  
EST 08 - 12



### DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS, Y SUS EFECTOS EN EL DESARROLLO DEL RAZONAMIENTO MATEMÁTICO DEL ESTUDIANTE DE INGENIERÍA

---

#### OBJETIVO

Obtener información directa de la población de estudiantes del primer y segundo año de Ingeniería del Centro Universitario de Occidente que evidencien las tendencias didácticas que actualmente se utilizan en las carreras de Ingeniería.

#### INSTRUCCIONES

Se le solicita marcar con una equis (X) la opción que más fielmente refleje su caso o punto de vista. Garantizándole confiabilidad absoluta. Anticipadamente GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

#### I. ESTATUS SOCIOECONÓMICO

**a. Edad**

\_\_\_\_\_

**b. Sexo**

- i. Masculino: \_\_\_\_\_  
ii. Femenino: \_\_\_\_\_

**c. Estado Civil**

- i. Soltero (a): \_\_\_\_\_  
ii. Casado (a): \_\_\_\_\_  
iii. Unido (a): \_\_\_\_\_  
iv. Viudo (a): \_\_\_\_\_  
v. Otro: \_\_\_\_\_

**d. Etnia:** \_\_\_\_\_

**e. Carrera de Ingeniería que cursa:** \_\_\_\_\_

#### II. ESTATUS ACADÉMICO

**a. Título obtenido a nivel medio:** \_\_\_\_\_

**b. Tipo de organización donde egreso**

i. Pública: \_\_\_\_\_      ii. Privada: \_\_\_\_\_      iii. Otro: \_\_\_\_\_

    Especifique: \_\_\_\_\_

**c. Año que ingreso a la carrera de Ingeniería:** \_\_\_\_\_

### III. CONTEXTO PEDAGÓGICO

a. ¿Cuál es el período de tiempo que dedica fuera del aula al estudio de sus temas matemáticos?

- i. Todos los días: \_\_\_\_\_ ii. Dos a tres veces por semana: \_\_\_\_\_  
iii. Una vez por semana: \_\_\_\_\_ iv. Justo antes de un examen: \_\_\_\_\_

b. ¿Cuántas horas practica ejercicios matemáticos según el período señalado anteriormente?

- i. Una hora: \_\_\_\_\_ ii. Dos Horas: \_\_\_\_\_ iii. Tres horas: \_\_\_\_\_  
iv. Más de cuatro horas: \_\_\_\_\_

c. ¿Cuándo estudia, recuerda y aplica los consejos prácticos y teóricos matemáticos facilitados por su profesor(a) de matemáticas?

- i. Nunca: \_\_\_\_\_ ii. A veces: \_\_\_\_\_ iii. Siempre: \_\_\_\_\_  
iv. Nunca da consejos: \_\_\_\_\_

d. ¿El docente al iniciar el curso de matemáticas da a conocer y socializa el contenido programático del curso?

- i. Si: \_\_\_\_\_ ii. No: \_\_\_\_\_

e. ¿El docente al iniciar el curso de matemáticas indica claramente que corriente cognoscitiva o pedagógica utilizará para desarrollar el curso?

- i. Si: \_\_\_\_\_ ii. No: \_\_\_\_\_

Si la respuesta es sí, indique claramente el nombre de la corriente: \_\_\_\_\_

f. ¿Directamente en la carrera de Ingeniería, usted ha repetido algún curso matemático?

- i. Si: \_\_\_\_\_ ii. No: \_\_\_\_\_

g. ¿Cómo son las clases del curso de matemáticas?

---

---

---

---

---

---

**h. ¿Qué herramientas utiliza el docente de matemáticas para impartir la clase?**

---

---

---

---

---

**i. Si tuviera la oportunidad de brindarle sugerencias a su profesor(a) de matemáticas respecto a la metodología que utiliza en clase ¿Qué le diría?**

---

---

---

---

---

---

---

---

**j. Como estudiante ¿Cuál es su mayor problema con el curso de matemáticas?**

---

---

---

**k. ¿Cómo estudia usted el curso de matemáticas?**

---

---

---

---

---

#### **IV. CARACTERIZACIÓN**

**a. ¿Cómo cataloga su perfil como estudiante matemático? (marque con una X todas las opciones posibles)**

- |                       |                          |                       |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| i. Mecánico: _____    | ii. Analítico: _____     | iii. Reflexivo: _____ |
| iv. Creativo: _____   | v. Innovador: _____      | vi. Crítico: _____    |
| vii. Pasivo: _____    | viii. Memorístico: _____ | ix. Observador: _____ |
| x. explicativo: _____ |                          |                       |

Otros: \_\_\_\_\_

**b. ¿Cómo cataloga a su profesor(a) de matemáticas? (marque con una X todas las opciones posibles)**

- i. Mecánico: \_\_\_\_\_ ii. Analítico: \_\_\_\_\_ iii. Reflexivo: \_\_\_\_\_  
iv. Creativo: \_\_\_\_\_ v. Innovador: \_\_\_\_\_ vi. Crítico: \_\_\_\_\_  
v. Pasivo: \_\_\_\_\_ vi. Memorístico: \_\_\_\_\_ vii. Elocuente: \_\_\_\_\_  
viii. Directo: \_\_\_\_\_ ix. Comprometido: \_\_\_\_\_ x. Actualizado: \_\_\_\_\_  
xi. Dinámico: \_\_\_\_\_ xii. Ético: \_\_\_\_\_ xiii. Puntual: \_\_\_\_\_  
xiv. Atento: \_\_\_\_\_ xv. Preparado para facilitar su clase: \_\_\_\_\_  
xvi. Resuelve Dudas: \_\_\_\_\_  
xvii. Examina conforme el contenido que facilita en clase: \_\_\_\_\_  
xviii. Retroalimenta temas: \_\_\_\_\_  
xix. Devuelve tareas y exámenes calificados: \_\_\_\_\_  
xx. Entrega calificaciones a tiempo: \_\_\_\_\_  
Otro:
- 

**c. Finalmente, ¿Considera que la didáctica de su profesor(a) de matemáticas genera razonamiento matemático? (marque solo una opción con una x)**

De forma:

- i. Extraordinaria: \_\_\_\_\_ ii. Buena: \_\_\_\_\_ iii. Regular: \_\_\_\_\_  
iv. Mala: \_\_\_\_\_ v. Pésima: \_\_\_\_\_

### Anexo III

Universidad San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario de Occidente  
Departamento de Post Grados  
Maestría en Docencia Universitaria  
PROF 08 - 12



#### DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS, Y SUS EFECTOS EN EL DESARROLLO DEL RAZONAMIENTO MATEMÁTICO DEL ESTUDIANTE DE INGENIERÍA

##### OBJETIVO

Obtener información directa de la población de profesores de matemáticas del primer y segundo año de las carreras de Ingeniería del Centro Universitario de Occidente que evidencien los comportamientos académico y características de los estudiantes de matemáticas.

##### 1. Mencione los títulos académicos obtenidos en su formación académica ya finalizados

Diversificado:	Universitario:
Maestría:	Doctorado:

##### 2. ¿Cuántos años lleva como profesor universitario de matemáticas?

\_\_\_\_\_ Años

##### 3. ¿Posee alguna especialidad en el área de docencia universitaria?

Nombre de la especialidad	Institución	año

##### 4. ¿Cuál es la mayor dificultad que enfrentan los estudiantes en el aprendizaje de los contenidos matemáticos?

---

---

---

---

**5. ¿Qué técnicas didácticas utiliza para enseñar matemáticas?**

---

---

---

---

**6. ¿Cómo reaccionan los estudiantes al aplicar esas técnicas de enseñanza?**

---

---

---

---

**7. ¿Qué tareas asigna a sus estudiantes para que el aprendizaje de la matemática sea significativo?**

---

---

---

---

**8. ¿Qué recursos didácticos utiliza para la enseñanza aprendizaje de las matemáticas?**

---

---

---

---

**9. ¿Cómo estimula el desarrollo del razonamiento matemático de sus estudiantes?**

---

---

---

---

**10. ¿Cómo evalúa el aprendizaje matemático de sus estudiantes?**

---

---

---

---

---

---

**11. Conoce usted la metodología didáctica que proponen las guías curriculares de las carreras de ingeniería que se imparten en el CUNOC**

Si: \_\_\_\_\_

No: \_\_\_\_\_

Si la respuesta es sí, mencione el nombre de la metodología:

\_\_\_\_\_

**12. ¿Cómo considera que es el perfil actual del estudiante de ingeniería?**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**13. ¿Cómo tipifica su práctica docente?**

Extraordinaria: \_\_\_\_\_ Buena: \_\_\_\_\_ Regular: \_\_\_\_\_ Mala: \_\_\_\_\_ Pésima: \_\_\_\_\_

**14. ¿Cómo cataloga el nivel académico de los actuales cursos de matemáticas que se imparten en la carrera de ingeniería?**

Extraordinaria: \_\_\_\_\_ Buena: \_\_\_\_\_ Regular: \_\_\_\_\_ Mala: \_\_\_\_\_ Pésima: \_\_\_\_\_

**15. ¿Ha recibido capacitación específica para impartir cursos matemáticos?**

Nombre de la capacitación	Institución	año



## Anexo IV

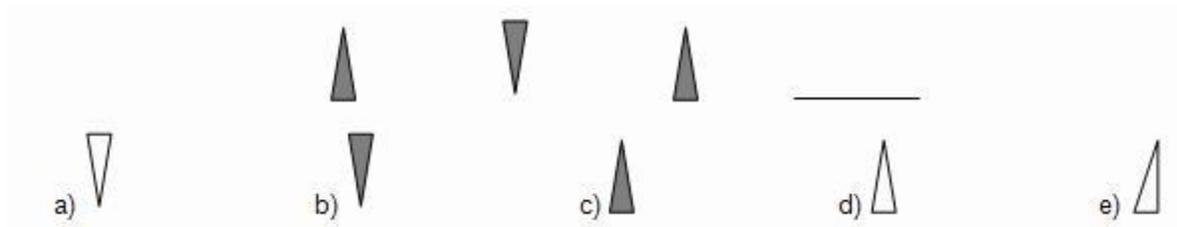
Universidad San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario de Occidente  
Departamento de Post Grados  
Maestría en Docencia Universitaria



### Prueba psicométrica de razonamiento matemático

Utilizando pertinentemente calculadora **SUBRAYE** con lapicero la respuesta que considere correcta.

1.- Encuentre la figura que sigue en la siguiente serie:



2.- En el 3o "B", la suma del número de mujeres con el de varones es 40 y su diferencia es 10 por lo tanto el grupo tiene:

- a) 35 varones y 15 mujeres. b) 25 varones y 25 mujeres. c) 15 varones y 25 mujeres.  
d) 25 varones y 15 mujeres. e) 35 varones y 5 mujeres.

3.- Un piso de  $16 \text{ m}^2$  será cubierto con losetas de 20 cm de lado ¿Cuántas losetas se necesitan?

a) 50	b) 60	c) 400	d) 80	e) 90
-------	-------	--------	-------	-------

4.- Un juego de mesa da por cada círculo que avance 5 veces más los puntos anteriores, si el primer círculo me da 5 puntos y llegue a 125 puntos. ¿Cuántos círculos avancé?

a) 1	b) 2	c) 3	d) 4	e) 5
------	------	------	------	------

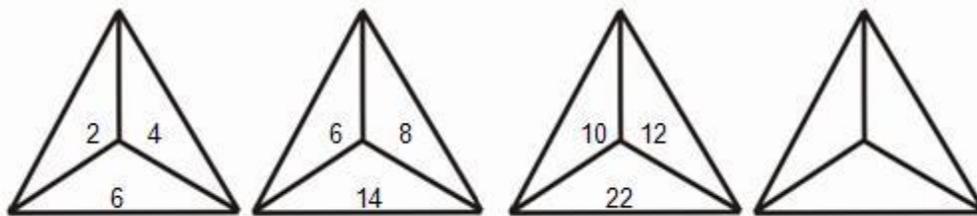
5.- Encuentre los números que faltan en la secuencia: 1, 4, 2, 5, 3, 6, \_\_\_\_, \_\_\_\_, 5, 8

a) 4,7	b) 5,8	c) 6,9	d) 7,10	e) 8,6
--------	--------	--------	---------	--------

6.- Encuentre los números que faltan en la secuencia: 0.2, 0.4, 0.8, 1.6, \_\_\_\_, \_\_\_\_

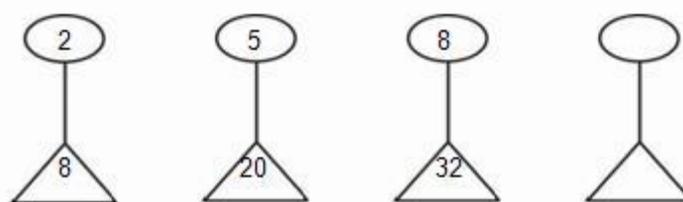
a) 1.8, 3.6	b) 2.3, 4.8	c) 3.2, 6.4	d) 3.6, 6.2	e) 3.8, 7.2
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

7.- ¿Qué triángulo sigue en la serie?



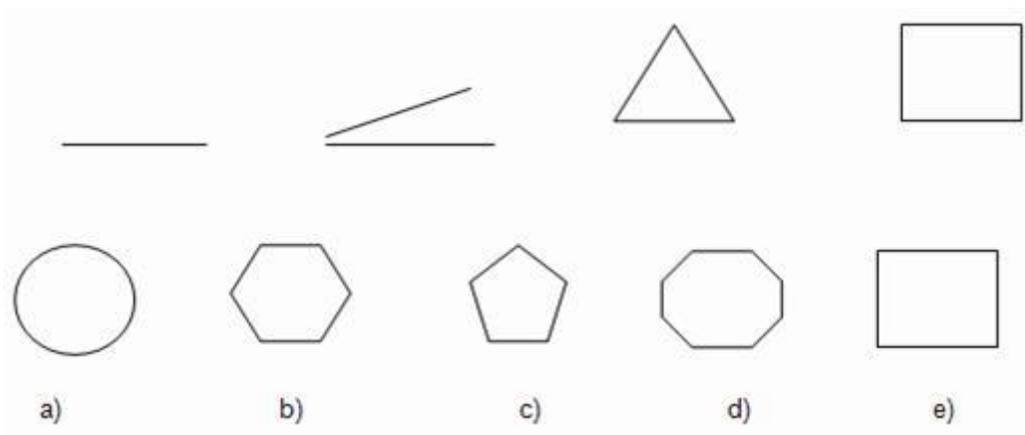
a) 11,13,24	b) 12,13,25	c) 14,16,30	d) 15,17,32	e) 18,20,38
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

8.- ¿Qué opción contiene los números que van en la cuarta figura?

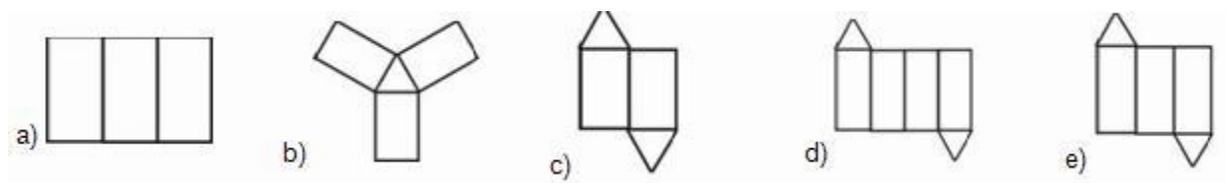


a) 9,36	b) 10,40	c) 11,44	d) 12,48	e) 13,52
---------	----------	----------	----------	----------

9.- ¿Qué figura sigue en la serie?



10.- ¿Con cuál desarrollo es posible armar un prisma triangular?



11.- Encuentre el número que falta en la secuencia: 811, 274, 97, \_\_\_

a) 110	b) 3 10	c) 610	d) 1210	e) 1510
--------	---------	--------	---------	---------

12.- Encuentre los números que faltan en la secuencia: 80, 40, 75, 35, \_\_\_, \_\_\_, 65,25

a) 45,20	b) 50,35	c) 65,40	d) 70,30	e) 75,45
----------	----------	----------	----------	----------

13.- Si un auto recorre 180 Km. en 3 horas. ¿Cuánto recorrerá en 5 horas a la misma velocidad?

a) 60 Km	b) 240 Km	c) 300 Km	d) 360 Km	e) 900 Km
----------	-----------	-----------	-----------	-----------

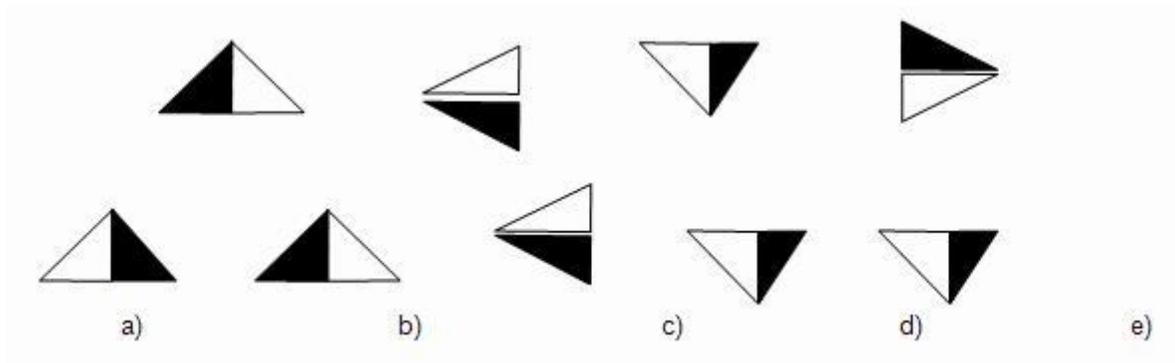
14.- Un grupo de 5 carpinteros terminan un mueble en 4 días, 10 carpinteros lo terminarán en:

a) 2 días	b) 3 días	c) 5 días	d) 8 días	e) 10 días
-----------	-----------	-----------	-----------	------------

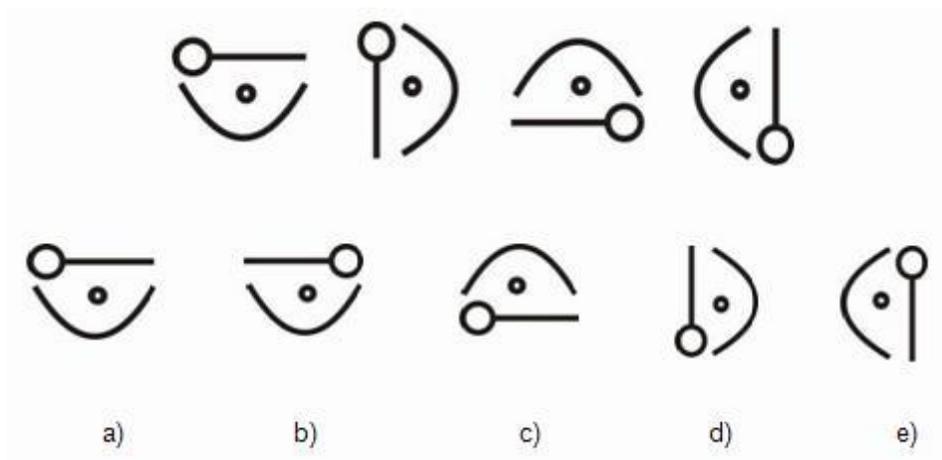
15.- Encuentra el número que falta en la secuencia:  $\frac{18}{27}$  ,  $\frac{18}{21}$  ,  $\frac{18}{15}$  ,  $\frac{18}{?}$

- a)  $\frac{18}{15}$    b)  $\frac{18}{13}$    c)  $\frac{18}{12}$    d)  $\frac{18}{11}$    e)  $\frac{18}{9}$

16.- ¿Qué triángulo sigue a esta serie?



17.- ¿Cuál es la figura siguiente en esta serie?



18.- ¿Cuántas veces es más  $5 \times 8 \times 2$ , que 23 ?

- |      |      |      |       |       |
|------|------|------|-------|-------|
| a) 4 | b) 6 | c) 8 | d) 10 | e) 12 |
|------|------|------|-------|-------|

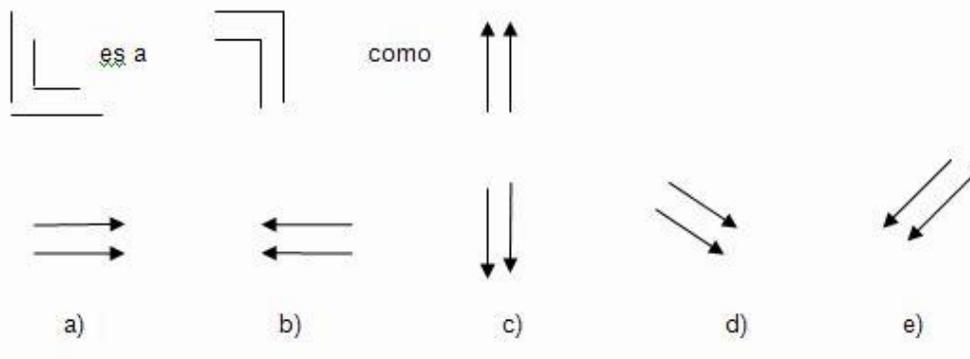
19.- La suma de los primeros 100 números enteros positivos, consecutivos es:

- |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| a) 1000 | b) 2000 | c) 3500 | d) 4000 | e) 5050 |
|---------|---------|---------|---------|---------|

20.- ¿Cuántos números primos hay entre 10 y 20?

- |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| a) 1 | b) 2 | c) 3 | d) 4 | e) 5 |
|------|------|------|------|------|

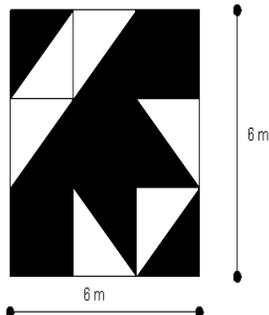
21.- De la comparación de las figuras, resulta:



22. - Si el área de un cuadrado es  $121 \text{ m}^2$ , ¿Cuál es su perímetro?

- |         |         |         |          |         |
|---------|---------|---------|----------|---------|
| a) 11 m | b) 22 m | c) 44 m | d) 121 m | e) 40 m |
|---------|---------|---------|----------|---------|

23.- ¿Cuál es el área de la parte sombreada?



- |                      |                      |                      |                      |                      |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| a) 20cm <sup>2</sup> | b) 24cm <sup>2</sup> | c) 26cm <sup>2</sup> | d) 28cm <sup>2</sup> | e) 20cm <sup>2</sup> |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|

24.- Si un reloj marca las 13 horas con 55 minutos y las manecillas son intercambiadas, el reloj marcará las:

- |          |          |          |          |         |
|----------|----------|----------|----------|---------|
| a) 13:05 | b) 13:10 | c) 11:10 | d) 11:05 | e) 5:05 |
|----------|----------|----------|----------|---------|

25.- Unos microbios al reproducirse duplican su número cada minuto, y hay un vaso con microbios hasta la cuarta parte a los 10 minutos, por lo tanto el vaso se llenará al minuto:

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| a) 12 | b) 13 | c) 14 | d) 15 | e) 16 |
|-------|-------|-------|-------|-------|

## Anexo V

### Datos estadísticos de la muestra

Razonamiento matemático (X)	Didáctica (Y)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
0.21	0	0	0.0441	0
0.51	1	0.51	0.2601	1
0.56	0	0	0.3136	0
0.14	1	0.14	0.0196	1
0.35	1	0.35	0.1225	1
0.49	0	0	0.2401	0
0.51	1	0.51	0.2601	1
0.31	0	0	0.0961	0
0.23	1	0.23	0.0529	1
0.41	0	0	0.1681	0
0.42	1	0.42	0.1764	1
0.31	0	0	0.0961	0
0.07	0	0	0.0049	0
0.3	1	0.3	0.09	1
0.24	0	0	0.0576	0
0.29	1	0.29	0.0841	1
0.37	0	0	0.1369	0
0.32	1	0.32	0.1024	1
0.69	0	0	0.4761	0
0.19	1	0.19	0.0361	1
0.68	0	0	0.4624	0
0.34	1	0.34	0.1156	1
0.66	1	0.66	0.4356	1
0.65	0	0	0.4225	0
0.7	0	0	0.49	0
0.3	1	0.3	0.09	1
0.23	0	0	0.0529	0
0.54	1	0.54	0.2916	1
0.45	1	0.45	0.2025	1
0.52	1	0.52	0.2704	1
0.39	0	0	0.1521	0
0.66	0	0	0.4356	0
0.39	1	0.39	0.1521	1
0.28	1	0.28	0.0784	1
0.42	1	0.42	0.1764	1

0.56	1	0.56	0.3136	1
0.74	0	0	0.5476	0
0.65	1	0.65	0.4225	1
0.25	1	0.25	0.0625	1
0.63	0	0	0.3969	0
0.73	1	0.73	0.5329	1
0.83	1	0.83	0.6889	1
0.67	1	0.67	0.4489	1
0.38	0	0	0.1444	0
0.52	1	0.52	0.2704	1
0.54	0	0	0.2916	0
0.69	0	0	0.4761	0
0.51	1	0.51	0.2601	1
0.49	0	0	0.2401	0
0.79	0	0	0.6241	0
0.75	0	0	0.5625	0
0.77	1	0.77	0.5929	1
0.56	1	0.56	0.3136	1
0.35	0	0	0.1225	0
0.48	0	0	0.2304	0
0.58	1	0.58	0.3364	1
0.65	0	0	0.4225	0
0.58	1	0.58	0.3364	1
0.48	0	0	0.2304	0
0.7	1	0.7	0.49	1
0.63	1	0.63	0.3969	1
0.58	1	0.58	0.3364	1
$\sum x = 30.22$	$\sum y = 34$	$\sum xy = 16.28$	$\sum x^2 = 16.76$	$\sum y^2 = 34$