

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA



**PROPUESTA CURRICULAR DE FUNDAMENTOS BASICOS DE  
MATEMATICA Y FISICA PARA LA CARRERA DE  
ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

PRESENTADO POR:

**WILMER WALDIMIR SIBRIÁN LÓPEZ**

PARA OPTAR AL TITULO DE:

**ARQUITECTO**

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2011

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**ARQUITECTO**

Título :

**PROPUESTA CURRICULAR DE FUNDAMENTOS BASICOS DE  
MATEMATICA Y FISICA PARA LA CARRERA DE  
ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

Presentado por :

**WILMER WALDIMIR SIBRIÁN LÓPEZ**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Directores :

**ARQTA. MARÍA EUGENIA SÁNCHEZ DE IBAÑEZ**

**ARQTA. GILDA ELIZABETH BENAVIDES LARÍN**

San Salvador, marzo de 2011

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR :

**MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ**

SECRETARIO GENERAL :

**LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

DECANO :

**ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO**

SECRETARIO :

**ING. OSCAR EDUARDO MARROQUÍN HERNÁNDEZ**

**ESCUELA DE ARQUITECTURA**

DIRECTORA :

**ARQTA. MARÍA EUGENIA SÁNCHEZ DE IBAÑEZ**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Directores :

**ARQTA. MARÍA EUGENIA SÁNCHEZ DE IBAÑEZ**

**ARQTA. GILDA ELIZABETH BENAVIDES LARÍN**

## **DEDICATORIA**

A la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia, pero especialmente a mi madre que hizo todo lo que estuvo a su alcance para ayudarme durante el desarrollo de mis estudios.

A la Universidad de El Salvador, que a través de la Unidad de Estudios Socioeconómicos contribuyeron a la realización de mis deseos de superación.

A la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y a las docentes asesoras por permitirme iniciar el desarrollo de una idea, que ahora constituye uno de mis intereses académicos de largo plazo.

A todos los docentes de la facultad que apartaron un espacio de su tiempo para conversar sobre el tema, contribuyendo de gran manera en la fundamentación de este trabajo.

Finalmente y no por eso menos importante, agradezco a todos los estudiantes que colaboraron en las encuestas y a los que se detuvieron en algún momento para dar su opinión y cuestionarme sobre este tema.

Muchas Gracias

## INDICE DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

INTRODUCCION.....	1
<b>FASE 1</b>	
<b>CAPITULO I: GENERALIDADES</b>	
1.1 Descripción del problema.....	3
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Límites.....	4
1.5 Alcances.....	5
1.5 Metodología.....	5
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Desarrollo histórico de las matemáticas en el mundo	
2.1.1 Las matemáticas en la antigüedad.....	12
2.1.2 Las matemáticas en la América precolombina.....	15
2.1.3 Las matemáticas en Grecia.....	18
2.1.4 El oscurantismo de las matemáticas en Europa.....	19
2.1.5 Las matemáticas en el mundo islámico.....	20
2.1.6 Las matemáticas durante el renacimiento.....	21
2.1.7 Las matemáticas en el siglo XVII.....	22
2.1.8 Las matemáticas en el siglo XVIII.....	24
2.1.9 Las matemáticas en el siglo XIX.....	24
2.1.10 Las matemáticas en el siglo XX.....	27
2.2 Desarrollo histórico de la matemática en El Salvador	
2.2.1 La Matemática en la Época Precolombina.....	28
2.2.2 La Matemática en tiempos de la Colonia.....	28
2.2.3 La Matemática entre 1821 y 1841.....	30
2.2.4 La Matemática entre 1841 y 1948.....	30
2.2.5 La Matemática entre 1948 y 1961.....	31
2.2.6 La Matemática entre 1961 y 1972.....	34
2.2.7 La Matemática entre 1972 y 1992.....	35
2.3 La Arquitectura, la Matemática y la Física.....	37

## **FASE 2**

### **CAPITULO III: DIAGNÓSTICO DE MATEMÁTICA**

3.1 La enseñanza actual de las matemáticas en el Sistema de Educación Básica y Media de El Salvador.....	42
3.1.1 Las matemáticas a partir de la Reforma de 2008.....	42
3.1.2 La transición del sistema de Educación Media, al Sistema de Educación Superior.....	47
3.1.3 La formación docente en matemáticas para el Sistema de Educación Básica y Media de El Salvador.....	49
3.2 Las matemáticas en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador .....	58
3.2.1 Orígenes de la carrera de Arquitectura en El Salvador.....	58
3.2.2 Planes de Estudio de la carrera de Arquitectura en la Universidad de El Salvador.....	59
3.2.3 Análisis evolutivo de las matemáticas en el Plan de Estudio de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador.....	62
3.2.4 Los contenidos de las matemáticas en el Plan de Estudios vigente de la carrera de Arquitectura.....	63
3.2.5 La ausencia de la Estadística en el Plan de Estudios vigente de la carrera de Arquitectura.....	75
3.3 La didáctica de las matemáticas .....	77
3.3.1 El conductismo.....	77
3.3.2 Filosofías básicas de aprendizaje.....	79
3.3.3 El aprendizaje práctico y el aprendizaje abstracto .....	81
3.3.4 Otros enfoques.....	82
3.3.5 Los tipos de evaluación.....	86
3.3.6 La didáctica actual de las matemáticas en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador.....	90

### **CAPITULO IV: DIAGNÓSTICO DE FÍSICA**

4.1 La enseñanza actual de la física en el Sistema de Educación Básica y Media de El Salvador.....	99
4.1.1 La física a partir de la Reforma de 2008.....	99
4.1.2 La formación docente en Física para el Sistema de Educación Básica y Media de El Salvador.....	105
4.2 Análisis evolutivo de la Física en el Plan de Estudios de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador.....	107

4.3 La ausencia de la Física en el Plan de Estudios vigente de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador.....	109
---	-----

## **CAPITULO V: CASOS ANÁLOGOS**

5.1 Casos análogos de Matemática y Física en la formación de Arquitectos a nivel nacional.....	118
5.1.1 Universidad Politécnica de El Salvador.....	118
5.1.2 Universidad Dr. José Matías Delgado.....	119
5.1.3 Universidad Centroamericana José Simeón Cañas.....	120
5.1.4 Universidad Albert Einstein.....	121
5.1.5 Universidad Tecnológica de El Salvador.....	122
5.1.6 Universidad Francisco Gavidia.....	123
5.2 Casos análogos de Matemática y Física en la formación de Arquitectos a nivel internacional.....	124
5.2.1 Universidad de San Carlos de Guatemala.....	124
5.2.2 Universidad Nacional Autónoma de México.....	128
5.2.3 Universidad de Buenos Aires.....	131
5.2.4 Universidad de Sevilla.....	135
5.3 Cuadro sintético-comparativo de la Matemática y la Física en la formación de Arquitectos a nivel nacional e internacional.....	142
CONCLUSIONES.....	145

## **FASE 3**

### **CAPITULO VI: PROPUESTA CURRICULAR**

6.1 Consideraciones preliminares.....	147
6.2 Las ramas de la Matemática.....	149
6.3 La Física y sus ramas.....	166
6.4 Propuesta curricular para curso de matemáticas pre ingreso.....	176
6.5 Propuesta curricular para Matemáticas Fundamentales I.....	182
6.6 Propuesta curricular para Física Básica.....	198
6.7 Propuesta curricular para Matemáticas Fundamentales II.....	213
6.8 Propuesta curricular para Física Pre estructural.....	229
6.9 Integración de la propuesta en el plan de estudios vigente.....	239
6.10 Sugerencias para la implementación.....	240
RECOMENDACIONES.....	242
BIBLIOGRAFIA.....	243
ANEXOS.....	248

## INTRODUCCION

Siendo la Matemática y la Física, conocimientos fundamentales para el estudio y el ejercicio profesional de la Arquitectura, es conveniente analizar y actualizar los contenidos, así como también los aspectos que corresponden a su didáctica, razón por la que en el presente trabajo se aborda un tema escasamente tratado hasta el momento, una Propuesta Curricular sobre Fundamentos Básicos de Matemática y Física para la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

Lo novedoso de este trabajo radica en que siendo la Escuela de Arquitectura, la gran ausente en la administración de sus asignaturas básicas sobre Matemática y Física (esta última ausente en el plan de estudios vigente), se ha dado a la tarea de desarrollar una propuesta curricular fundamentada principalmente, en las experiencias de los estudiantes y los profesionales docentes que integran la Escuela de Arquitectura, así como también de los profesionales de otras disciplinas que brindan su aporte desde otras unidades académicas externas a ella. Por lo tanto este trabajo constituye un insumo a tomar en cuenta para los futuros cambios curriculares que se pretendan realizar desde la Administración Académica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, así como también desde la propia Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

El documento está constituido de tres fases y seis capítulos. La primera fase contiene los capítulos I y II; el primero, trata de los aspectos generales que engloban todo el trabajo y el segundo, contiene el Marco Teórico, que trata principalmente aspectos históricos y al final filosóficos sobre la relación de la Arquitectura con la Matemática y la Física. La segunda fase contiene los capítulos III, IV y V, estos tratan sobre el conocimiento de la situación de la Matemática y la ausencia de la Física en el plan de estudios vigente en la Escuela de Arquitectura, siguiendo con un análisis breve sobre casos análogos de Matemática y Física en la formación de Arquitectos a nivel nacional e internacional, citando a las principales universidades de la región, finalizando con las conclusiones y pasando posteriormente a la tercer fase, la cual contiene el capítulo VI, que trata específicamente sobre la Propuesta Curricular, finalizando con algunas recomendaciones que podrían abonar al diseño de un programa piloto para ensayar los planteamientos.

## **FASE 1**

### **CAPITULO I:**

#### **GENERALIDADES**

## **1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA**

Es necesario para contribuir al proceso de cambio curricular, analizar el grado de congruencia que tienen las asignaturas de matemáticas con la carrera de arquitectura y con el Plan de Estudios que actualmente se imparte; también habría que reconsiderar en qué medida es necesario introducir otros conocimientos técnicos no solo matemáticos, sino también físicos, que ayuden a solventar los problemas que se presentan en el proceso de diseño arquitectónico, diseño urbano y en los diferentes procesos que intervienen en el desarrollo de la tecnología de la construcción, teniendo así la oportunidad de llenar posibles vacíos en éstas áreas, que serán estudiados durante el desarrollo de esta investigación.

Este trabajo se enfoca en presentar un documento con una propuesta curricular, introduciendo principalmente conocimientos de matemáticas y física que se apliquen en la arquitectura visualizando esto como una necesidad para fortalecer el desarrollo institucional y académico especializado en el área de Arquitectura.

La propuesta se desarrollará dentro de una metodología de proceso continuo que servirá para conducir las acciones pero revisando y adecuando las actividades en tiempo real, dentro de una línea general de programación, utilizando un enfoque deductivo.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

- ✓ Desarrollar una propuesta curricular sobre fundamentos básicos de matemática y física para la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Dar a conocer la situación actual del estudio de la matemática en la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, para reconsiderar las necesidades en cuanto a conocimiento y didáctica,

para presentar una propuesta coherente con la realidad académica y profesional que la formación del arquitecto salvadoreño requiere.

- ✓ Conocer las ramas de la física que estudian los principales fenómenos que intervienen en el diseño arquitectónico, urbano y estructural, así como también los contenidos específicos que guardan una estrecha vinculación con la carrera, de tal manera que se comprenda la importancia del estudio de la física para el estudio y ejercicio profesional de la Arquitectura.

### **1.3 JUSTIFICACION**

Debido a que el/la estudiante de Arquitectura debe adquirir las competencias necesarias para resolver problemas en su disciplina de estudio, habría que reconsiderar si las asignaturas básicas de matemáticas responden a las características y contenidos especiales que aportan los fundamentos necesarios para el posterior estudio de las diferentes áreas que componen el plan de estudios de la carrera de Arquitectura.

Por tal motivo se considera necesario estudiar y desarrollar una propuesta curricular de las asignaturas básicas, que aporten conocimientos técnicos especiales para el desarrollo intelectual del estudiante de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, pudiendo ofrecer una arquitectura más competitiva a nivel nacional e internacional.

### **1.4 LIMITES**

#### **1.4.1 Límite legal**

La propuesta respetará lo estipulado en la Ley General de Educación, Ley de Educación Superior, Reglamento General de Educación Superior, Acuerdos de Educación Superior y la Ley Orgánica de la Universidad de El Salvador.

#### **1.4.2 Límite institucional**

Las instituciones involucradas en este proceso serán: la Unidad de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El

Salvador y la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, por ende los/as docentes y estudiantes de Arquitectura.

### **1.5 ALCANCES**

- ✓ Se presentará un documento con una propuesta curricular, considerando las necesidades de conocimiento en las áreas de matemática y física para el estudio de la carrera de Arquitectura.
- ✓ Que las autoridades de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, consideren la propuesta como una recomendación para mejorar la calidad de la educación superior en los/as estudiantes de la carrera de Arquitectura.
- ✓ Sentar precedentes para que la Escuela de Arquitectura pueda desarrollar propuestas a futuro en la administración de las asignaturas básicas relacionadas con Matemática y Física, fortaleciendo de esta manera la institucionalidad y el desarrollo académico de los/as futuros/as Arquitectos/as graduados/as de la Universidad de El Salvador.

### **1.6 METODOLOGIA**

Debido a la naturaleza del tema a estudiar, se ha considerado apropiado utilizar una metodología cualitativa, con el objetivo de descubrir los principales aspectos que nos puedan dar un mejor entendimiento sobre la situación de las matemáticas y la física en la formación del Arquitecto salvadoreño.

Por lo tanto se ha considerado necesario tratarlo como un estudio exploratorio, ya que es un tema con el que no se está familiarizado y que ha sido escasamente estudiado. Siendo esta investigación el punto de partida para posteriores estudios de mayor profundidad.

A continuación se describe brevemente la metodología a partir de la elaboración del marco teórico.

## FASE I

### CAPITULO II: MARCO TEORICO

El marco teórico será elaborado en base a consultas de libros, tesis, documentos web y toda la literatura que esté al alcance, de los cuales se colocarán referencias de la procedencia de la información, siendo el objetivo principal conocer los antecedentes del desarrollo de la matemática en el mundo, esto de una forma muy breve debido a que no es el tema principal que atañe a este trabajo.

Posteriormente se tratará el desarrollo histórico de las matemáticas en El Salvador, de tal manera que se pueda comprender los antecedentes de la actividad matemática a nivel nacional, ya que posiblemente de ahí deriven algunas situaciones que tengan incidencia en el desarrollo histórico de la matemática en la Escuela de Arquitectura y nos puedan ayudar a explicar la situación actual de las mismas en la carrera de Arquitectura, este último aspecto se tratará en el siguiente capítulo.

Finalmente se adoptará una perspectiva teórica con respecto a la relación que posee la Arquitectura con la matemática y la física. Este planteamiento servirá de base para orientar el desarrollo de todos los demás capítulos; pero principalmente el que concierne a la propuesta curricular que se presentará al final de este trabajo.

## FASE II

### CAPITULO III: DIAGNOSTICO DE MATEMATICAS

### CAPITULO IV: DIAGNOSTICO DE FISICA

Para la elaboración de estos capítulos se tomará en cuenta que los estudiantes provienen de un nivel anterior de estudios, por lo que el conocimiento de la formación académica previa es importante para el diagnóstico de este trabajo.

Seguidamente se tratará el desarrollo de las matemáticas y la física específicamente en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, ya que con el conocimiento que aporta el marco teórico y el

conocimiento de la situación de los estudiantes de nuevo ingreso se logrará una mejor comprensión de la problemática.

Finalizando el capítulo III se tratará el tema de la didáctica de las matemáticas desde una perspectiva general, debido a que se tiene consciencia que este es un tema de nivel mundial, sin embargo se tratará de dilucidar la problemática de la didáctica de las matemáticas específicamente para la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

Finalizando el capítulo IV, se tratará el tema de la ausencia de la Física en el plan de estudios vigente de la carrera de Arquitectura y cómo dicha ausencia afecta la formación profesional de los futuros arquitectos.

Para la realización de estos capítulos se tendrá en cuenta el diseño de los siguientes instrumentos de recolección de información:

- ✓ **Encuestas cualitativas:** el objetivo de este instrumento es recolectar información cualitativa proveniente de una muestra del 51% de los estudiantes que ya cursaron las asignaturas de matemáticas, correspondientes al segundo, tercero y quinto año de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador.  
El diseño del cuestionario para la encuesta buscará obtener los datos necesarios para lograr los objetivos del trabajo de investigación. Este formato se agregará en los anexos.  
Posteriormente se realizará una Transcripción y Compilación Digital de los Resultados de la Encuesta, con el fin de tener la información en un orden que facilite el inicio de su procesamiento para el análisis.  
Debido a la riqueza de la información que se obtendrá, se analizarán las respuestas y se obtendrán las principales tendencias de las opiniones de los estudiantes.
- ✓ **Entrevistas:** Se realizarán entrevistas periodísticas semiestructuradas, (priorizando sobre la ética profesional) a los jefes de las áreas académicas de la Escuela de Arquitectura cuyas asignaturas tienen una relación más directa con las Matemáticas y la Física. El formato de solicitud se adjunta en los anexos.

El objetivo de la entrevista consiste en obtener el conocimiento de las diferentes perspectivas que tienen los profesionales docentes en cuanto al tema en estudio; para ser tomadas en cuenta en el desarrollo del diagnóstico, haciendo citas textuales que puedan fundamentar este capítulo y dar aportes importantes para la elaboración de la propuesta curricular.

Durante la presentación del diagnóstico se cruzará la información obtenida de encuestas, entrevistas y otras consultas bibliográficas, de tal manera que se obtenga toda información posible para el análisis de la situación actual.

## CAPITULO V: CASOS ANALOGOS

En este capítulo se analizará en primer lugar y de manera muy breve el papel que la Matemática y la Física tienen en los planes de estudio de las carreras de Arquitectura de las principales universidades de El Salvador.

En segundo lugar se analizará el papel que tiene la Matemática y la Física en la formación de Arquitectos a nivel internacional, considerando algunas de las universidades más representativas y que cuentan con un plan de estudio estructurado de manera similar al de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador. Esto ayudará a enriquecer la perspectiva sobre el rol que la Matemática y la Física tiene en la formación de profesionales de la Arquitectura de países más desarrollados.

Por lo tanto se presentarán esquemas basados en los planes de estudio donde se colocan las asignaturas de Matemática y Física y toda la relación secuencial que ésta tiene a lo largo de los planes de estudio. Estos esquemas estarán acompañados de una breve descripción sobre la relación antes mencionada.

Posteriormente se llegará a las conclusiones sobre el diagnóstico, que serán tomadas en cuenta para la elaboración de la propuesta curricular.

### FASE III

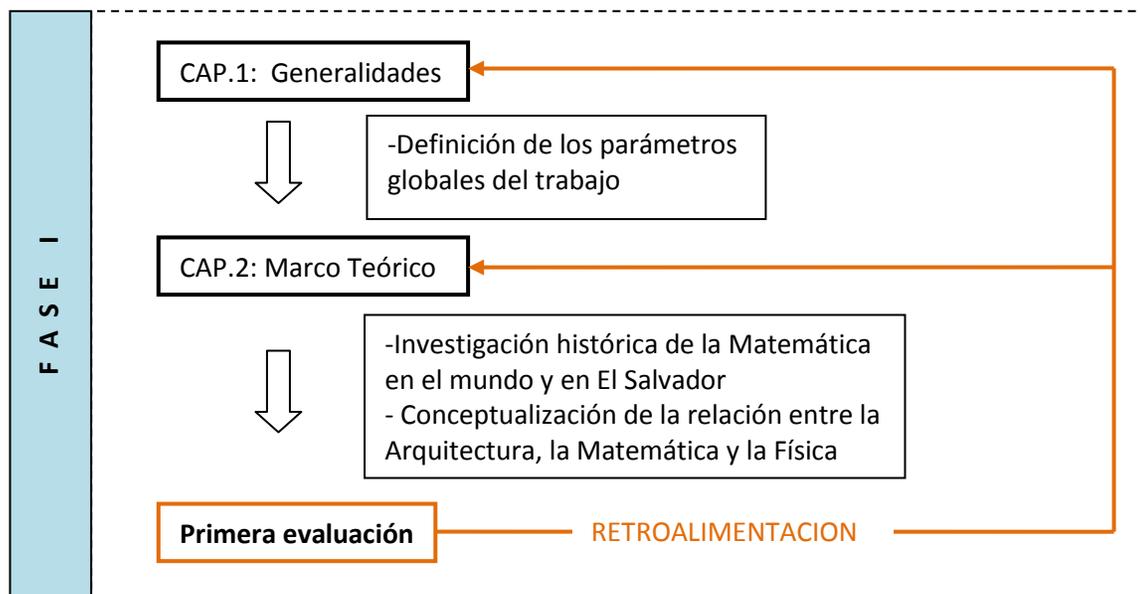
#### CAPITULO VI: PROPUESTA CURRICULAR

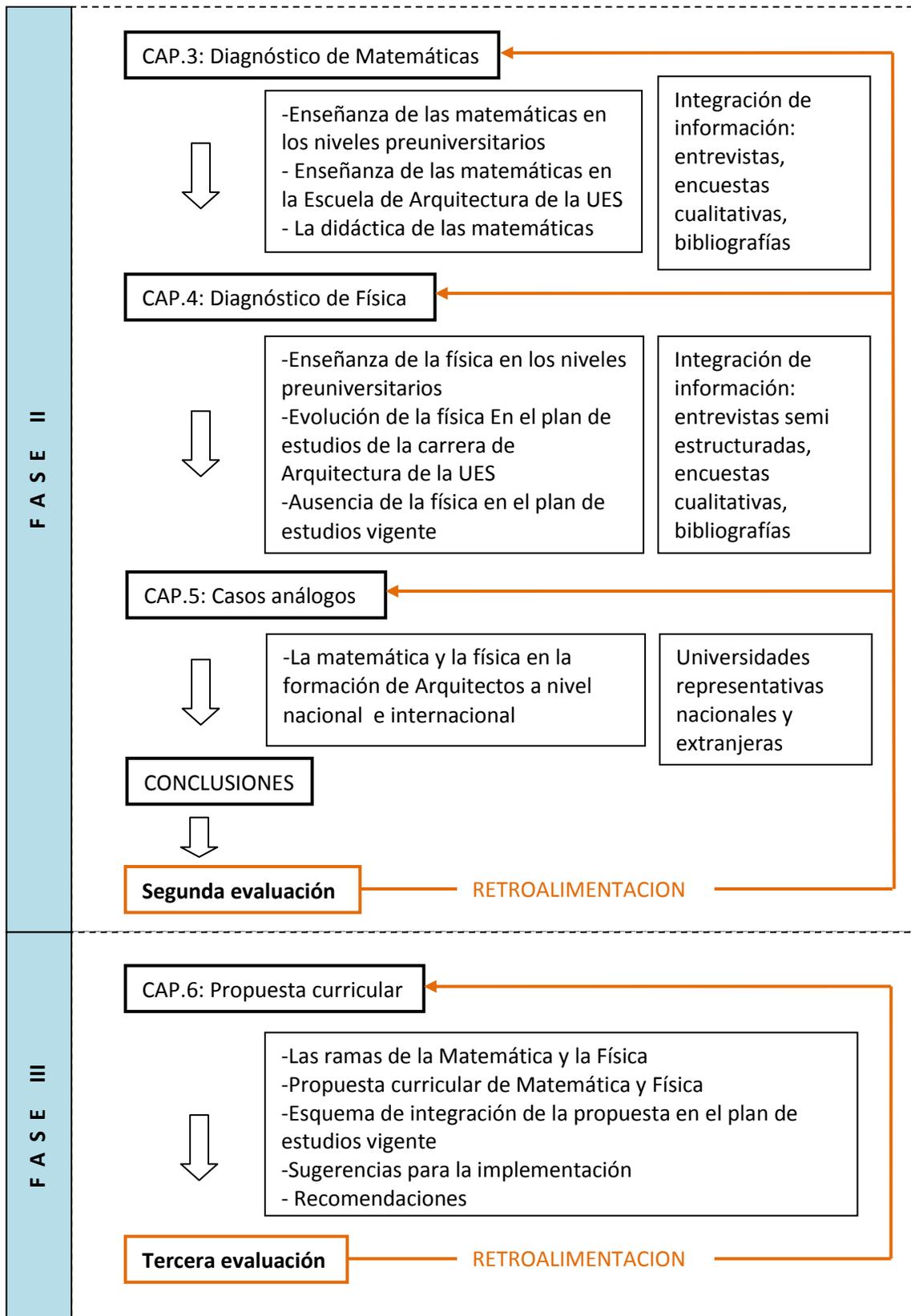
Para el desarrollo de este último capítulo se tomará en cuenta todo el conocimiento acumulado durante el desarrollo de este trabajo, de tal manera que la propuesta se presentará en un formato de fácil comprensión y con el enfoque que se considere más pertinente (según el diagnóstico) para el estudio de la Matemática y la Física en la carrera de Arquitectura.

Se justificará todas y cada una de las propuestas para que se tenga claridad del porqué se está proponiendo uno u otro contenido, esto con el fin de registrar según el contexto actual lo que podría ser una propuesta curricular realizable a mediano plazo.

Finalmente se presentarán algunas sugerencias para la implementación de la propuesta así como también recomendaciones con respecto al tema.

#### ESQUEMA METODOLOGICO





**FASE 1**

**CAPITULO II:**

**MARCO TEÓRICO**

## **2.1 DESARROLLO HISTORICO DE LAS MATEMATICAS EN EL MUNDO**

En este numeral se presenta de forma breve una clasificación histórica sobre el desarrollo de las matemáticas en las principales regiones del mundo donde su auge y caída ha sido significativo para la humanidad, esto con el propósito de ampliar la perspectiva general sobre el tema.

### **2.1.1 Las matemáticas en la antigüedad**

Las primeras referencias a matemáticas avanzadas y organizadas datan del tercer milenio a.C., en Babilonia y Egipto. Estas matemáticas estaban dominadas por la Aritmética, con cierto interés en medidas y cálculos geométricos y sin mención de conceptos matemáticos como los axiomas o las demostraciones.

#### **2.1.1.1 Las matemáticas Mesopotámicas<sup>1</sup>**

Utilizaron el sistema de numeración posicional sexagesimal, carente de cero, en el que un mismo símbolo podía representar indistintamente varios números que se diferenciaban por el enunciado del problema. Desarrollaron un eficaz sistema de notación fraccionario, que permitió establecer aproximaciones decimales verdaderamente sorprendentes. Esta evolución y simplificación del método fraccionario permitió el desarrollo de nuevos algoritmos que se atribuyeron a las matemáticas de épocas posteriores.

Desarrollaron el concepto de número inverso que simplificó notablemente la operación de la división.

Se encuentran en esta época los primeros sistemas de dos ecuaciones con dos incógnitas; pero sin duda la gran aportación algébrica babilónico se centra en el campo de la potenciación y en la resolución de ecuaciones cuadráticas. Efectuaron un sin fin de tabulaciones que utilizaron para facilitar el cálculo de algunas ecuaciones cúbicas. El dominio en esta materia era tal, que incluso desarrollaron algoritmos para el cálculo de sumas de progresiones, tanto aritméticas como geométricas.

---

<sup>1</sup>Fuente: <http://www.scribd.com/doc/2062635/HISTORIA-DE-LAS-MATEMATICAS> (25/05/2009)

Su capacidad de abstracción fue tal que desarrollaron muchas de las que hoy se conocen como ecuaciones diofánticas, algunas de las cuales están íntimamente unidas con conceptos geométricos.

### **2.1.1.2 Las matemáticas egipcias<sup>2</sup>**

Los primeros libros egipcios, escritos hacia el año 1800 a.C., muestran un sistema de numeración decimal con distintos símbolos para las sucesivas potencias de 10 (1, 10, 100...), similar al sistema utilizado por los romanos. Los números se representaban escribiendo el símbolo del 1 tantas veces como unidades tenía el número dado, el símbolo del 10 tantas veces como decenas había en el número, y así sucesivamente. Para sumar números, se sumaban por separado las unidades, las decenas, las centenas... de cada número. La multiplicación estaba basada en duplicaciones sucesivas y la división era el proceso inverso.

Los egipcios fueron capaces de resolver problemas aritméticos con fracciones, así como problemas algebraicos elementales. En geometría encontraron las reglas correctas para calcular el área de triángulos, rectángulos y trapecios, y el volumen de figuras como ortoedros, cilindros y por supuesto pirámides.

La geometría estaba más desarrollada por motivos prácticos principalmente por el reparto de las tierras después de las crecidas del Nilo.

### **2.1.1.3 Las matemáticas Indias<sup>3</sup>**

Se calculan hacia los siglos VIII-VII a.C. y aparecen evidentes que desde tiempos remotos utilizaron un sistema de numeración posicional y decimal.

Fue, sin embargo, entre los siglos V-XII d.C. cuando la contribución a la evolución de las matemáticas se hizo especialmente interesante, destacando cuatro nombres propios: Aryabhata (s.VI), Brahmagupta (s.VI), Mahavira (s.IX) y Bhaskara Akaria (s.XII).

---

<sup>2</sup> Fuente: [http://soko.com.ar/historia/Historia\\_matem.htm](http://soko.com.ar/historia/Historia_matem.htm) (27/05/2009)

<sup>3</sup> Fuente: <http://www.scribd.com/doc/2062635/HISTORIA-DE-LAS-MATEMATICAS> (27/05/2009)

La característica principal del desarrollo matemático en esta cultura, es el predominio de las reglas aritméticas de cálculo, destacando la correcta utilización de los números negativos y la introducción del cero, llegando incluso a aceptar como números válidos ecuaciones lineales y cuadráticas, en las cuales las raíces negativas eran interpretadas como deudas. Desarrollaron también, sin duda para resolver problemas astronómicos, métodos de evolución de ecuaciones diofánticas, llegando incluso a plantear y resolver la ecuación, denominada ecuación de Pelt.

Matemáticamente se considera indiscutible la procedencia hindú del sistema de numeración decimal y las reglas del cálculo.

#### **2.1.1.4 Las matemáticas chinas<sup>4</sup>**

El sistema de numeración es el decimal jeroglífico. Las reglas de las operaciones son las habituales, aunque destaca como singularidad, que en la división de fracciones se exige la previa reducción de estas a común denominador. Dieron por sentado la existencia de números negativos, aunque nunca los aceptaron como solución a una ecuación.

La contribución algebraica más importante es, sin duda, el perfeccionamiento alcanzado en la regla de resolución de sistemas de ecuaciones lineales.

Inventaron el “tablero de cálculo”, artilugio consistente en una colección de palillos de bambú de dos colores (uno para el número negativo y otro para el número positivo) y que podría ser considerado como una especie de ábaco primitivo.

Esta orientación de las matemáticas en la China antigua, se mantiene hasta mediados del siglo XIV debido fundamentalmente a las condiciones Socio-económicas de esta sociedad. Con el desarrollo del “método del elemento celeste” se culminó el desarrollo del algebra en China en la edad media. Este método, desarrollado por Chou Shi Hié, permitía encontrar raíces no solo enteras, sino también racionales.

---

<sup>4</sup> Fuente: <http://www.scribd.com/doc/2062635/HISTORIA-DE-LAS-MATEMATICAS> (29/05/2009)

Otro gran logro de la época medieval fue la suma de progresiones desarrollada por Chon Huo (s.XI) y Yang Hui (s.XIII).

A lo largo de la historia, los matemáticos chinos no permitieron que su tradición fuese reemplazada por la matemática occidental, hasta comienzos del siglo XX, donde incluso los estudiantes chinos empezaron a estudiar matemáticas en el extranjero.

### **2.1.2 Las matemáticas en la América Precolombina**

La actividad matemática de las culturas precolombinas estaba muy relacionada a la contabilización del tiempo, ya que por una parte tenía un rol importante en su vida espiritual como también en su vida cotidiana, por lo que el desarrollo de los calendarios fue el aspecto más importante de estas culturas, a continuación se presentan las más principales.

#### **2.1.2.1 Las matemáticas mayas<sup>5</sup>**

Los mayas creían que antes de existir nuestro mundo habían existido otros, pero que estos habían sido destruidos por diferentes catástrofes. En base a lo anterior, consideraron que todo se repite, incluyendo la historia humana, por lo que trataron de manejar ese cambio ordenándolo y registrándolo. Para ello, desarrollaron una compleja escritura (la más avanzada de la América precolombina), crearon una matemática con un sistema de numeración vigesimal, el uso del cero y el valor posicional de los signos, y gracias a esta matemática y a una paciente labor de observación, lograron registrar con gran exactitud los ciclos de sol, la Luna, Venus y otros astros.

Los Mayas desarrollaron todo un sistema calendárico, aun más exacto que el gregoriano, creando una Fecha Era como punto de partida para sus cálculos cronológicos, que corresponde al 13 de agosto de 3113 a. C.

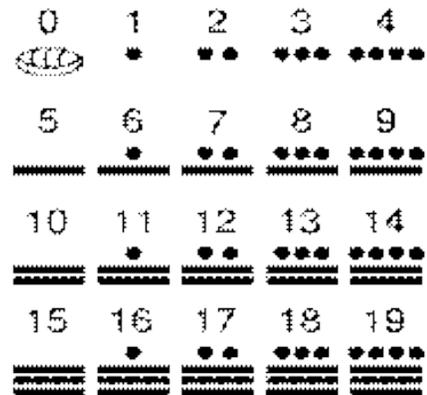
El calendario maya se resumía en una sucesión indefinida de días, ordenada pero arbitraria, independiente de los fenómenos astronómicos, de hecho, los mayas tenían y usaban dos calendarios: un calendario ritual de 260 días,

---

<sup>5</sup> Fuente: <http://centros5.pntic.mec.es/sierrami/dematesna/demates67/opciones/investigaciones%20matematicas%200607/matematicas%20mayas/matematicas%20mayas.htm> (03/06/2009)

llamado tzolkín; un calendario solar, llamado haab.

Los orígenes del sistema de numeración maya están en el interior de una zona comprendida entre Tres Zapotes, Monte Albán, y Chalchuapa (El Salvador). En algunos monumentos olmecas aparecen cifras y esbozos de glifos, pero entre 300 a. C. y 150 d. C. se inscriben ya fechas con el sistema de cuenta larga.



Los mayas utilizaban un sistema de numeración de puntos y rayas, el punto equivalía al 1 y la raya al cinco. Se escribían hasta 4 rayas lo que nos da un máximo de 20, después de esa cantidad, se utilizaba un sistema bastante complejo de multiplicación.

### 2.1.2.2 Las matemáticas aztecas<sup>6</sup>

Contrario a lo que se cree, la cultura azteca alcanzó un desarrollo matemático importante, incluso usó un sistema de fracciones de unidad que les permitió cálculos aritméticos para determinar con exactitud áreas de superficies o terrenos agrícolas.

Los aztecas representaban esas fracciones a partir de símbolos que usaban para calcular la superficie de terrenos y establecer los montos de impuestos que debían pagar los súbditos de su imperio.

Los aztecas utilizaron su propia forma de aritmética, la cual incluyó dibujos de corazones, manos y flechas como alternativas a fracciones, para medir y registrar áreas de parcelas de tierra.

Los aztecas empleaban el tlalcuahuitl como unidad de medición de distancia, el cual equivale a 2.5 metros; sin embargo, en los códices estas unidades están acompañadas de flechas, corazones o brazos.

<sup>6</sup> Fuente: <http://eigualmc2.wordpress.com/2008/04/07/matematicas-aztecas> (06/06/2009)

Para medir un terreno, emplearon el sistema lado por lado, cuando eran cuadriláteros, pero en otras superficies con formas más complicadas a manera de pentágonos o hexágonos, usaron algoritmos como el de tomar un par de lados opuestos y promediarlos, para luego multiplicar el resultante por alguno de los otros lados.

Las matemáticas aztecas todavía se encuentran en estudio por investigadores.

### **2.1.2.3 Las matemáticas incas<sup>7</sup>**

En el campo de la matemática los incas destacaron principalmente por su capacidad de cálculo en el ámbito económico. Los quipus y yupanas fueron señal de la importancia que tuvo la matemática en la administración incaica. Esto dotó a los incas de una aritmética sencilla pero efectiva, para fines contables, basada en el sistema decimal; desconocieron el cero, pero dominaron la suma, la resta, la multiplicación y la división.

Por otra parte, la construcción de caminos, canales y monumentos, así como el trazado de ciudades y fortalezas, exigió el desarrollo de una geometría práctica, que fue indispensable para la medición de longitudes y superficies, además del diseño arquitectónico. A la par desarrollaron importantes sistemas de medición de longitud y capacidad, los cuales tomaban el cuerpo humano como referencia.

Se tiene noción que en el Imperio Inca el sistema de numeración imperante era el decimal. Una de las principales referencias que confirman esto son las crónicas que presentan una jerarquía de autoridades organizadas decimalmente.

También se puede confirmar el uso del sistema decimal en el incario, por medio de la interpretación de los quipus, que están organizados de modo que los nudos de acuerdo a su ubicación pueden representar: unidades, decenas, centenas, etc.

---

<sup>7</sup> Fuente: <http://quintogradomav.wordpress.com/matematicas-incas/> (08/06/2009)

### 2.1.3 Las matemáticas en Grecia<sup>8</sup>

Los griegos se caracterizaron por hacer matemática abstracta. Esta contribución principal es de una relevancia y un valor inconmensurables por el hecho de que un mismo triángulo abstracto o una misma ecuación algebraica se pueden aplicar a cientos de situaciones físicas diferentes, que es donde se ha demostrado que radica el secreto de la potencia de la matemática.

Los griegos insistieron en las demostraciones deductivas. Este fue sin duda un avance extraordinario. De los cientos de civilizaciones que habían existido, algunas habían desarrollado algún tipo rudimentario de aritmética y de geometría. Sin embargo, ninguna civilización, aparte de los griegos concibió la idea de establecer conclusiones exclusivamente a través del razonamiento deductivo. La decisión de exigir demostraciones deductivas está en contraposición absoluta con los métodos utilizados por el hombre hasta entonces en los demás campos; es, de hecho, casi irracional, porque casi todo el conocimiento altamente fiable se adquiría a través de la experiencia, la inducción, el razonamiento por analogía y la experimentación. Pero los griegos buscaban verdades y vieron que solamente las obtendrían por los métodos infalibles del razonamiento deductivo. Comprendieron también que para llegar a verdades seguras debían partir de verdades y estar seguros de no suponer ningún hecho no garantizado. Por tanto, establecieron todos sus axiomas de forma explícita y además adoptaron la práctica de situarlos muy al principio de sus trabajos para que de esta manera pudieran ser examinados de golpe con sentido crítico.

La potencia de los griegos para intuir teoremas y demostraciones queda atestiguada por el hecho de que los Elementos de Euclides contienen 467 proposiciones y las Secciones Cónicas de Apolonio, 487, obtenidas todas ellas a partir de 10 axiomas enunciados en los Elementos.

La contribución griega al contenido de la matemática (geometría plana y del espacio, trigonometría plana y esférica, los comienzos de la teoría de

---

<sup>8</sup> El ocaso de la matemática helena y la matemática en Roma

Autora: Ana María Miguel Gil

Fuente: [http://matematicas.uclm.es/ita-cr/web\\_matematicas/trabajos/3/3\\_ocaso\\_matematica\\_helena.pdf](http://matematicas.uclm.es/ita-cr/web_matematicas/trabajos/3/3_ocaso_matematica_helena.pdf)  
(10/06/2009)

números, la ampliación de la aritmética y el álgebra de Egipto y Babilonia) es enorme, especialmente si se tiene en cuenta el reducido número de personas dedicada a ellas y los escasos siglos a los que se extendió su actividad. A estas contribuciones se debe añadir el álgebra geométrica, que esperaba solamente el reconocimiento de los números irracionales y la instauración del lenguaje elemental.

Una contribución igualmente importante fue la concepción griega de la naturaleza. Los griegos identificaban la matemática con la realidad del mundo físico y veían en ella la verdad última sobre la estructura y el plan del Universo. Encontraron la alianza entre la matemática y el estudio desinteresado de la naturaleza, lo que se ha convertido desde entonces en la gran base de la ciencia moderna.

#### **2.1.4 El oscurantismo de las matemáticas en Europa<sup>8</sup>**

Comenzando aproximadamente con el principio de la era cristiana, la vitalidad de la actividad matemática griega declinó rápidamente. Las únicas contribuciones importantes de la nueva era fueron las de Ptolomeo y Diofanto. Los grandes comentaristas Pappus y Proclo merecen también la atención, pero en realidad son los que cierran la nómina. El declive de esta civilización, que durante cinco o seis siglos aportó contribuciones que sobrepasaban en gran medida, tanto en extensión como en brillantez, las de cualquier otra, se debió en primer lugar al advenimiento de los romanos, cuyo único papel en la historia de las matemáticas fue el de agentes de destrucción.

Desde el punto de vista de la historia de las matemáticas, la aparición del cristianismo tuvo consecuencias poco afortunadas. Pese a que los jefes cristianos adoptaron varios mitos y costumbres griegas y orientales con la intención de hacer el cristianismo más aceptable a los conversos, se opusieron a las enseñanzas paganas y ridiculizaron las matemáticas, la astronomía y la física; se prohibió a los cristianos contaminarse con las enseñanzas griegas.

---

<sup>8</sup>El ocaso de la matemática helena y la matemática en Roma

Autora: Ana María Miguel Gil

Fuente:[http://matematicas.uclm.es/ita-cr/web\\_matematicas/trabajos/3/3\\_ocaso\\_matematica\\_helena.pdf](http://matematicas.uclm.es/ita-cr/web_matematicas/trabajos/3/3_ocaso_matematica_helena.pdf)  
(10/06/2009)

Los libros griegos se quemaron a millares. Se estima que fueron destruidos 300,000 manuscritos. Años después el emperador romano de Oriente, Justiniano, cerró todas las escuelas griegas de filosofía, incluida la Academia de Platón. Muchos sabios griegos abandonaron el país y algunos se asentaron en Persia.

Este declive de las matemáticas no se recuperó hasta la llegada del imperio islámico y posteriormente el renacimiento en Europa.

### **2.1.5 Las matemáticas en el mundo islámico<sup>9</sup>**

Después de un siglo de expansión en la que la religión musulmana se difundió desde sus orígenes en la península Arábiga hasta dominar un territorio que se extendía desde la península Ibérica hasta los límites de la actual China, los árabes empezaron a incorporar a su propia ciencia los resultados de "ciencias extranjeras". Los traductores de instituciones como la *Casa de la Sabiduría de Bagdad*, mantenida por los califas gobernantes y por donaciones de particulares, escribieron versiones árabes de los trabajos de matemáticos griegos e indios. Esto fue una misión religiosa, tenían que conocer la grandeza de Dios mediante el estudio de toda la creación divina.

Hacia el año 900 d. de C., el periodo de incorporación se había completado y los estudiosos musulmanes comenzaron a construir sobre los conocimientos adquiridos. Entre otros avances, los matemáticos árabes ampliaron el sistema indio de posiciones decimales en aritmética de números enteros, extendiéndolo a las fracciones decimales. En el siglo XII, el matemático persa Omar Jayyam generalizó los métodos indios de extracción de raíces cuadradas y cúbicas para calcular raíces cuartas, quintas y de grado superior. El matemático árabe Al-Jwārizmī (de su nombre procede la palabra algoritmo, y el título de uno de sus libros es el origen de la palabra álgebra) desarrolló el álgebra de los polinomios; al-Karayi la completó para polinomios incluso con infinito número de términos. Los geómetras, como Ibrahim ibn Sinan, continuaron las investigaciones de Arquímedes sobre áreas y volúmenes. Kamal al-Din y otros aplicaron la teoría de las cónicas a la resolución de problemas de óptica. Los matemáticos Habas al-Hasib y Nasir

---

<sup>9</sup> Fuente: [http://soko.com.ar/historia/Historia\\_matem.htm](http://soko.com.ar/historia/Historia_matem.htm) (15/06/2009)

ad-Din at-Tusi crearon trigonometrías plana y esférica utilizando la función seno de los indios y el teorema de Menelao. Estas trigonometrías no se convirtieron en disciplinas matemáticas en Occidente hasta la publicación del *De triangulis omnimodis* (1533) del astrónomo alemán Regiomontano.

Finalmente, algunos matemáticos árabes lograron importantes avances en la teoría de números, mientras otros crearon una gran variedad de métodos numéricos para la resolución de ecuaciones. Los países europeos con lenguas latinas adquirieron la mayor parte de estos conocimientos durante el siglo XII, el gran siglo de las traducciones. Los trabajos de los árabes, junto con las traducciones de los griegos clásicos fueron los principales responsables del crecimiento de las matemáticas durante la edad media. Los matemáticos italianos, como Leonardo Fibonacci y Luca Pacioli (uno de los grandes tratadistas del siglo XV en álgebra y aritmética, que desarrollaba para aplicar en el comercio), se basaron principalmente en fuentes árabes para sus estudios. Por tal motivo se sostiene que todo el desarrollo científico del mundo Occidental se le debe a los musulmanes.

### **2.1.6 Las matemáticas durante el renacimiento**

Aparte de la adopción de los dígitos arábigos y del trabajo de unas pocas personas de talento (como Pappus y Fibonacci), durante los siglos que prosiguieron a Diophantus no se habían producido avances significativos en Matemáticas. En los siglos XV y XVI tuvo lugar un repentino brote de actividad impulsado por el descubrimiento chino de la imprenta, la cual llegó a Europa en 1450 y propulsó a unas Matemáticas (tanto las puras como las aplicadas) que se habían quedado estancadas en los logros de tiempos ancestrales.<sup>10</sup>

La imprenta fue muy importante para la difusión del conocimiento matemático. El copiado a mano de textos matemáticos requería mucho tiempo y esfuerzo. En los tiempos antiguos, de la mayoría de los textos sólo existía una copia única que se encontraba en la biblioteca de Alejandría; ésta es la razón por la que toda la actividad matemática estuvo concentrada en un solo sitio durante unos ochocientos años. Con la llegada de la imprenta los textos pasaron a estar disponibles por todo el mundo civilizado y la gente podía aprender matemáticas en lugares tan distantes como Escocia.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> Fuente: <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd97/Otros/33-2-o-Renacimiento.html> (17/06/2009)

Aunque el final del periodo medieval fue testigo de importantes estudios matemáticos sobre problemas del infinito por autores como Nicole Oresme, no fue hasta principios del siglo XVI cuando se hizo un descubrimiento matemático de trascendencia en Occidente. Era una fórmula algebraica para la resolución de las ecuaciones de tercer y cuarto grado, y fue publicado en 1545 por el matemático italiano Gerolamo Cardano en su "*Ars magna*". Este hallazgo llevó a los matemáticos a interesarse por los números complejos y estimuló la búsqueda de soluciones similares para ecuaciones de quinto grado y superior. Fue esta búsqueda la que a su vez generó los primeros trabajos sobre la teoría de grupos a finales del siglo XVIII y la teoría de ecuaciones del matemático francés Évariste Galois a principios del XIX.<sup>11</sup>

También durante el siglo XVI se empezaron a utilizar los modernos signos matemáticos y algebraicos. El matemático francés François Viète llevó a cabo importantes estudios sobre la resolución de ecuaciones. Sus escritos ejercieron gran influencia en muchos matemáticos del siglo posterior, incluyendo a Pierre de Fermat en Francia e Isaac Newton en Inglaterra.<sup>11</sup>

### **2.1.7 Las matemáticas en el siglo XVII<sup>11</sup>**

Los europeos dominaron el desarrollo de las matemáticas después del renacimiento.

Durante el siglo XVII tuvieron lugar los más importantes avances en las matemáticas desde la era de Arquímedes y Apolonio. El siglo comenzó con el descubrimiento de los logaritmos por el matemático escocés John Napier (Neper); su gran utilidad llevó al astrónomo francés Pierre Simon Laplace a decir, dos siglos más tarde, que Neper, al reducir el trabajo de los astrónomos a la mitad, les había duplicado la vida.

La ciencia de la teoría de números, que había permanecido aletargada desde la época medieval, es un buen ejemplo de los avances conseguidos en el siglo XVII basándose en los estudios de la antigüedad clásica. La obra "*Las aritméticas de Diofante*" ayudó a Fermat a realizar importantes descubrimientos en la teoría de números.

---

<sup>11</sup> Fuente: [http://www.luxdomini.com/historia\\_matematicas.pdf](http://www.luxdomini.com/historia_matematicas.pdf) (19/06/2009)

En geometría pura, dos importantes acontecimientos ocurrieron en este siglo. El primero fue la publicación, en el Discurso del método (1637) de Descartes, de su descubrimiento de la geometría analítica, que mostraba cómo utilizar el álgebra (desarrollada desde el renacimiento) para investigar la geometría de las curvas (Fermat había hecho el mismo descubrimiento pero no lo publicó). El Discurso del método, junto con una serie de pequeños tratados con los que fue publicado, ayudó y fundamentó los trabajos matemáticos de Isaac Newton hacia 1660. El segundo acontecimiento que afectó a la geometría fue la publicación, por el ingeniero francés Gérard Desargues, de su descubrimiento de la geometría proyectiva en 1639. Aunque este trabajo fue alabado por Descartes y por el científico y filósofo francés Blaise Pascal, su terminología excéntrica y el gran entusiasmo que había causado la aparición de la geometría analítica retrasó el desarrollo de sus ideas hasta principios del siglo XIX, con los trabajos del matemático francés Jean Victor Poncelet.

Otro avance importante en las matemáticas del siglo XVII fue la aparición de la teoría de la probabilidad a partir de la correspondencia entre Pascal y Fermat sobre un problema presente en los juegos de azar, el llamado problema de puntos. Este trabajo no fue publicado, pero llevó al científico holandés Christiaan Huygens a escribir un pequeño folleto sobre probabilidad en juegos con dados, que fue publicado en el *Ars coniectandi* (1713) del matemático suizo Jacques Bernoulli. Tanto Bernoulli como el francés Abraham De Moivre, en su *Doctrina del azar* de 1718, utilizaron el recién descubierto cálculo para avanzar rápidamente en su teoría, que para entonces tenía grandes aplicaciones en pujantes compañías de seguros. Sin embargo, el acontecimiento matemático más importante del siglo XVII fue, sin lugar a dudas, el descubrimiento por parte de Newton de los cálculos diferencial e integral, entre 1664 y 1666.

Newton se basó en los trabajos anteriores de dos compatriotas, John Wallis e Isaac Barrow, así como en los estudios de otros matemáticos europeos como Descartes, Francesco Bonaventura Cavalieri, Johann van Waveren Hudde y Gilles Personne de Roberval. Unos ocho años más tarde, el alemán Gottfried Wilhelm Leibniz descubrió también el cálculo y fue el primero en publicarlo, en 1684 y 1686. El sistema de notación de Leibniz es el que se usa hoy en el cálculo.

### **2.1.8 Las matemáticas en el Siglo XVIII<sup>11</sup>**

Durante el resto del siglo XVII y buena parte del XVIII, los discípulos de Newton y Leibniz se basaron en sus trabajos para resolver diversos problemas de física, astronomía e ingeniería, lo que les permitió, al mismo tiempo, crear campos nuevos dentro de las matemáticas. Así, los hermanos Jean y Jacques Bernoulli inventaron el cálculo de variaciones y el matemático francés Gaspard Monge la geometría descriptiva. Joseph Louis Lagrange, también francés, dio un tratamiento completamente analítico de la mecánica en su gran obra "*Mecánica analítica*" (1788), en donde se pueden encontrar las famosas ecuaciones de Lagrange para sistemas dinámicos.

Además, Lagrange hizo contribuciones al estudio de las ecuaciones diferenciales y la teoría de números, y desarrolló la teoría de grupos. Su contemporáneo Laplace escribió "*Teoría analítica de las probabilidades*" (1812) y el clásico "*Mecánica celeste*" (1799-1825), que le valió el sobrenombre de "el Newton francés".

El gran matemático del siglo XVIII fue el suizo Leonhard Euler, quien aportó ideas fundamentales sobre el cálculo y otras ramas de las matemáticas y sus aplicaciones. Euler escribió textos sobre cálculo, mecánica y álgebra que se convirtieron en modelos a seguir para otros autores interesados en estas disciplinas. Sin embargo, el éxito de Euler y de otros matemáticos para resolver problemas tanto matemáticos como físicos utilizando el cálculo sólo sirvió para acentuar la falta de un desarrollo adecuado y justificado de las ideas básicas del cálculo. La teoría de Newton estaba basada en la cinemática y las velocidades, la de Leibniz en los infinitésimos, y el tratamiento de Lagrange era completamente algebraico y basado en el concepto de las series infinitas. Todos estos sistemas eran inadecuados en comparación con el modelo lógico de la geometría griega, y este problema no fue resuelto hasta el siglo posterior.

### **2.1.9 Las matemáticas en el Siglo XIX<sup>11</sup>**

En 1821, un matemático francés, Augustin Louis Cauchy, consiguió un

---

<sup>11</sup> Fuente: [http://www.luxdomini.com/historia\\_matematicas.pdf](http://www.luxdomini.com/historia_matematicas.pdf) (19/06/2009)

enfoque lógico y apropiado del cálculo. Cauchy basó su visión del cálculo sólo en cantidades finitas y el concepto de límite. Sin embargo, esta solución planteó un nuevo problema, el de la definición lógica de número real. Aunque la definición de cálculo de Cauchy estaba basada en este concepto, no fue él sino el matemático alemán Julius W. R. Dedekind quien encontró una definición adecuada para los números reales, a partir de los números racionales, que todavía se enseña en la actualidad; los matemáticos alemanes Georg Cantor y Karl T. W. Weierstrass también dieron otras definiciones casi al mismo tiempo.

Además de fortalecer los fundamentos del análisis, nombre dado a partir de entonces a las técnicas del cálculo, los matemáticos del siglo XIX llevaron a cabo importantes avances en esta materia. A principios del siglo, Carl Friedrich Gauss dio una explicación adecuada del concepto de número complejo; estos números formaron un nuevo y completo campo del análisis, desarrollado en los trabajos de Cauchy, Weierstrass y el matemático alemán Bernhard Riemann.

Otro importante avance del análisis fue el estudio, por parte de Fourier, de las sumas infinitas de expresiones con funciones trigonométricas. Éstas se conocen hoy como series de Fourier, y son herramientas muy útiles tanto en las matemáticas puras como en las aplicadas. Además, la investigación de funciones que pudieran ser iguales a series de Fourier llevó a Cantor al estudio de los conjuntos infinitos y a una aritmética de números infinitos. La teoría de Cantor, que fue considerada como demasiado abstracta y criticada como "enfermedad de la que las matemáticas se curarán pronto", forma hoy parte de los fundamentos de las matemáticas y recientemente ha encontrado una nueva aplicación en el estudio de corrientes turbulentas en fluidos.

Otro descubrimiento del siglo XIX que se consideró abstracto e inútil en su tiempo fue la geometría no euclídea. En esta geometría se pueden trazar al menos dos rectas paralelas a una recta dada que pasen por un punto que no pertenece a ésta. Aunque descubierta primero por Gauss, éste tuvo miedo de la controversia que su publicación pudiera causar. Los mismos resultados fueron descubiertos y publicados por separado por el matemático ruso Nikolái Ivánovich Lobachevski y por el húngaro János Bolyai. Las geometrías

no euclídeas fueron estudiadas en su forma más general por Riemann, con su descubrimiento de las múltiples paralelas. En el siglo XX, a partir de los trabajos de Einstein, se le han encontrado también aplicaciones en física.

Gauss es uno de los más importantes matemáticos de la historia. Los diarios de su juventud muestran que ya en sus primeros años había realizado grandes descubrimientos en teoría de números, un área en la que su libro "*Disquisitiones arithmeticae*" (1801) marca el comienzo de la era moderna. En su tesis doctoral presentó la primera demostración apropiada del teorema fundamental del álgebra. A menudo combinó investigaciones científicas y matemáticas.

De mayor importancia para el álgebra que la demostración del teorema fundamental por Gauss fue la transformación que ésta sufrió durante el siglo XIX para pasar del mero estudio de los polinomios al estudio de la estructura de sistemas algebraicos. Un paso importante en esa dirección fue la invención del álgebra simbólica por el inglés George Peacock. Otro avance destacado fue el descubrimiento de sistemas algebraicos que tienen muchas propiedades de los números reales.

Otro paso importante fue el desarrollo de la teoría de grupos, a partir de los trabajos de Lagrange. Galois utilizó estos trabajos muy a menudo para generar una teoría sobre qué polinomios pueden ser resueltos con una fórmula algebraica.

También los fundamentos de las matemáticas fueron completamente transformados durante el siglo XIX, sobre todo por el matemático inglés George Boole en su libro "*Investigación sobre las leyes del pensamiento*" (1854) y por Cantor en su "*Teoría de Conjuntos*". Sin embargo, hacia finales del siglo, se descubrieron una serie de paradojas en la teoría de Cantor. El matemático inglés Bertrand Russell encontró una de estas paradojas, que afectaba al propio concepto de conjunto.

Los matemáticos resolvieron este problema construyendo teorías de conjuntos lo bastante restrictivas como para eliminar todas las paradojas conocidas, aunque sin determinar si podrían aparecer otras paradojas (es decir, sin demostrar si estas teorías son consistentes). Especialmente

preocupante fue la conclusión, demostrada en 1931 por el lógico estadounidense Kurt Gödel, según la cual en cualquier sistema de axiomas lo suficientemente complicado como para ser útil a las matemáticas es posible encontrar proposiciones cuya certeza no se puede demostrar dentro del sistema. Entonces llegó la crisis de los fundamentos con la que se inició el siglo XX.

### **2.1.10 Las matemáticas en el siglo XX<sup>11</sup>**

En la Conferencia Internacional de Matemáticos que tuvo lugar en París en 1900, el matemático alemán David Hilbert expuso sus teorías. Hilbert era catedrático en Gotinga, el hogar académico de Gauss y Riemann, y había contribuido de forma sustancial en casi todas las ramas de la matemática, desde su clásico *"Fundamentos de la geometría"* (1899) a su *"Fundamentos de la matemática"* en colaboración con otros autores. La conferencia de Hilbert en París consistió en un repaso a 23 problemas matemáticos que él creía podrían ser las metas de la investigación matemática del siglo que empezaba. Estos problemas, de hecho, han estimulado gran parte de los trabajos matemáticos del siglo XX, y cada vez que aparecen noticias de que otro de los "problemas de Hilbert" ha sido resuelto, la comunidad matemática internacional espera los detalles con impaciencia.

A pesar de la importancia que han tenido estos problemas, un hecho que Hilbert no pudo imaginar fue la invención del ordenador o computadora digital programable, primordial en las matemáticas del futuro. Aunque los orígenes de las computadoras fueron las calculadoras de relojería de Pascal y Leibniz en el siglo XVII, fue Charles Babbage quien, en la Inglaterra del siglo XIX, diseñó una máquina capaz de realizar operaciones matemáticas automáticamente siguiendo una lista de instrucciones (programa) escritas en tarjetas o cintas. La imaginación de Babbage sobrepasó la tecnología de su tiempo, y no fue hasta la invención del relé, la válvula de vacío y después la del transistor cuando la computación programable a gran escala se hizo realidad. Este avance ha dado un gran impulso a ciertas ramas de la matemática, como el análisis numérico y las matemáticas finitas, y ha generado nuevas áreas de investigación matemática como el estudio de los algoritmos.

---

<sup>11</sup> Fuente: [http://www.luxdomini.com/historia\\_matematicas.pdf](http://www.luxdomini.com/historia_matematicas.pdf) (25/06/2009)

El conocimiento matemático del mundo moderno está avanzando más rápido que nunca. Teorías que eran completamente distintas se han reunido para formar teorías más completas y abstractas. Aunque la mayoría de los problemas más importantes han sido resueltos, otros como las hipótesis de Riemann siguen sin solución. Al mismo tiempo siguen apareciendo nuevos y estimulantes problemas. Parece que incluso las matemáticas más abstractas están encontrando aplicación en la actualidad

## **2.2 DESARROLLO HISTORICO DE LA MATEMATICA EN EL SALVADOR<sup>12</sup>**

### **2.2.1 La Matemática en la Época Precolombina**

No existen actualmente ejemplares de códices que evidencien de manera concreta la presencia del conocimiento matemático occidental durante la época precolombina en El Salvador.

Sin embargo, históricamente se acepta el que los pueblos centroamericanos surgieron a partir de migraciones mexicanas, resultado de la desintegración de algunas de sus culturas, en consecuencia los pobladores del territorio nacional asimilaron parte de estas culturas y de las que se formaron a lo largo de su recorrido migratorio. Es de esta manera que el sistema de numeración y calendario llegaron probablemente a El Salvador para ser utilizados en las actividades de una economía agrícola de autoconsumo y en las de una religión basada fundamentalmente en la astronomía, aspectos que llegaron de manera similar y que con la mitología fueron las causas fundamentales del origen, existencia y desarrollo del conocimiento matemático de las culturas Precolombinas en general.

### **2.2.2 La Matemática en tiempos de la Colonia**

La aritmética, el álgebra, la geometría y hasta el cálculo diferencial e integral además de aplicaciones a la mecánica, la hidráulica, navegación, geografía, astronomía, aspectos militares, religión y filosofía son las más frecuentes

---

<sup>12</sup> Libro: Origen y Desarrollo de Histórico de la Matemática en El Salvador – Editorial Universitaria  
Universidad de El Salvador, Colección Investigaciones científicas No. 1 - Julio de 1995  
Autores: J. Mauricio Castro Elizondo y C. Eduardo Alvarado Ramírez

formas en que hizo su aparición la actividad matemática durante los 300 años de dominación hispana en las colonias de la América septentrional; pero más específicamente en el Virreynato Nueva España incluido el Reino de Guatemala, unidad política de la que El Salvador formó parte.

A finales del siglo XVIII, se funda la primera Escuela de Matemáticas del Reino ubicada en Guatemala, mientras que en las demás provincias los rudimentos de la aritmética eran materia reservada a unos pocos de los escasos establecimientos de instrucción pública que existían en la época.

El estado de las matemáticas a nivel general en tiempos de la Colonia no era muy alentador; sin embargo Nueva España (México) fue mejor favorecida con conocimientos matemáticos que el Reino de Guatemala y que cualquier otra colonia española en América. Esto se puede comprender cuando se tienen en cuenta que la base de la economía española era la explotación de los recursos minerales de México y Perú. Dicha explotación y los enormes volúmenes comerciales que generaban demandaron a partir de cierto momento, conocimiento matemático superior al desarrollado por los indígenas, de tal manera que ni en la Universidad de México las matemáticas eran tan atendidas como en la escuela de Minas, donde los estudiantes aprendían cálculo diferencial e integral, e iban más adelantados en otras áreas de la misma a tal punto que fundaban o dirigían escuelas, institutos o fábricas relativas a la minería.

En El Salvador la situación era distinta, la economía colonial se basaba fundamentalmente en la explotación de sus recursos agrícolas con fines comerciales, dicha explotación tenía como requisitos; la fuerza de trabajo del indio y el conocimiento que este tenía de la tierra que lo rodeaba ya que era capaz de producir las plantas que el español codiciaba, tanto en el caso del cacao, como en el del bálsamo y el añil. En consecuencia los requerimientos matemáticos que demandaron tal explotación eran mínimos, pues el indio sin mayor cultura letrada, permitió al español obtener a través de la encomienda, el repartimiento y la hacienda suficientes riquezas de manera que la relación entre las estructuras y la actividad matemática se mantuvo prácticamente inalterada durante toda la Colonia.

### **2.2.3 La Matemática entre 1821 y 1841**

El periodo que va de 1821 a 1841, fechas en que se proclama la Independencia y nace El Salvador como un estado independiente, se desarrolla en su mayor parte dentro de lo que se conoció como República Federal, en este contexto se dan los primeros intentos de usar la matemática y la estadística para proclamar cuestiones de naturaleza política y económica, para desarrollar censos, hacer mapas, cuantificar la existencia de recursos.

Por otra parte en la Universidad de San Carlos, la matemática ya se había establecido como cátedra y con los movimientos de reforma, las innovaciones culturales de la filosofía “moderna” van encontrándose cauce, sin embargo las sucesivas guerras internas, el hecho de que la educación seguía en manos de la iglesia, y el de que la producción depende de nuevo de una explotación agrícola basada en abundante mano de obra y tecnología rudimentaria, hace que estos aspectos no encontraran condiciones propicias para desarrollarse con rapidez y se desarrollaran casi superfluamente, pues la explotación de los recursos se hace de la misma manera que en la época pre independentista por lo que divulgar y desarrollar el conocimiento matemático no representa interés alguno para el criollo, menos para aquel que tenía que viajar hasta la provincia de Guatemala o hasta México para adquirirlo. Es así como en El Salvador, apenas se comienza a divulgar entre las masas, las 4 operaciones fundamentales de la aritmética, por lo que el nivel de la matemática no había dado grandes pasos.

### **2.2.4 La Matemática entre 1841 y 1948**

Lo que se ha registrado como evidencia histórica a partir del surgimiento de El Salvador como estado independiente, se diferencia significativamente de lo encontrado en los periodos anteriores, esto se debe a algunos efectos de la independencia.

En 1841 se encuentra el país en crisis económica con un agudo estancamiento de su producción, por lo que se tomaron una serie de medidas cuya implementación frecuentemente se dificultaba por los problemas que generaba una heredada y persistente confusión relativa al uso, extensión y tenencia de la tierra, particularmente el de la delimitación

de propiedades, convirtiéndose así en un problema de vital interés para el Estado. Esto justifica la temprana formación de agrimensores, actividad que concentró las mejores herramientas matemáticas que se tenían hasta finales del siglo XIX.

Para 1864, la crisis de producción que se tuvo, se había superado, principalmente por el libre comercio exterior; sin embargo, la mayor expansión de las relaciones mercantiles y la todavía confusa situación de la propiedad de la tierra, fueron creando necesidades que le dieron nuevas orientaciones al quehacer matemático, apareciendo contenidos como: *Aritmética Comercial*, *Geometría Industrial*, entre otros; pero que dejaron casi intacto el papel del agrimensor como portador de los contenidos más avanzados que se tenían hasta 1885, entre ellos, la Trigonometría y la Geometría Analítica.

En 1885, junto a la construcción y mejoramiento de caminos, puertos, líneas ferroviarias, explotación de minas, actividad bancaria y la exportación agrícola, se impulsa el desarrollo matemático, pues tanto el cálculo diferencial, la física-matemática, el cálculo de las probabilidades, y otros contenidos no disponibles anteriormente de manera oficial, hacen su aparición ligados al surgimiento y desarrollo de diversas ramas de la ingeniería asociadas con estas actividades.

Para finales de la década de 1940, el clima en el que se desarrollaba la actividad matemática, estaba influenciado por una serie de factores como las frecuentes luchas por el poder político, auges y crisis económicas, influencias extranjeras, entre otras, hasta llegar a 1948, fecha que marca una etapa de modernización del estado en todos sus ordenes, para responder a las necesidades de la futura industrialización, nuevo factor condicionante de la actividad matemática en El Salvador.

### **2.2.5 La Matemática entre 1948 y 1961**

Luego de un periodo de inestabilidad política, el golpe de 1948 lleva al poder político, a un sector de la oligarquía relativamente progresista, en el sentido de no depender únicamente de una economía agroexportadora debido a las oscilaciones que sufre el precio del café a nivel internacional. Este sector

plantea como alternativa para la acumulación de capital, orientar al estado hacia un proceso de industrialización que se había estancado desde los años 20, dando como resultado un proceso de integración económica que comienza con una serie de tratados bilaterales y que culmina con otra de tratados multilaterales, todos los cuales responden a diferentes concepciones de integración dependiendo de los intereses dominantes que se vieran involucrados.

Paralelo a este fenómeno, se inicia en 1948 con la celebración del *1er Congreso Centroamericano de Universidades*, un proceso de integración de la educación superior, pretendiendo superar la universidad tradicional y adecuándola gradualmente a las demandas que le iría planteando el proceso de integración económica que estaba por comenzar. Uno de los grandes objetivos de este congreso fue orientar a las universidades hacia el desarrollo de la investigación, la combinación de humanismo y técnica, el espíritu centroamericano y la búsqueda de la unidad. Para ello resuelve organizar los estudios en departamentos, crear facultades o departamentos de humanidades, establecer institutos destinados a la investigación, emitir planes básicos mínimos de estudio, proponer reformas educativas a todo nivel, entre otras.

Es en este contexto que en 1949, surgen algunas estructuras dentro de la Universidad de El Salvador, tales como la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, que consistió en una Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, que desapareció poco después y un Instituto de Investigaciones Tropicales, que llegó posteriormente a facilitar la creación de una Facultad de Ciencias todavía inexistente. También en la educación superior no universitaria surgió un hecho particularmente importante y es la creación de una especialidad en Física-Matemática en la Escuela Normal Superior creada en 1953.

En este periodo tuvieron presencia en la actividad matemática de El Salvador, las siguientes ramas: *Aritmética, Álgebra, Geometría Analítica, Geometría Descriptiva, Trigonometría, Cálculo Diferencial e Integral, Cosmografía, Geografía, Matemática y Cartografía, Matemáticas Financieras, además de la Lógica Matemática, Didáctica de las Matemáticas e Historia y Filosofía de las Matemáticas*. La mayoría de estos contenidos estaban reflejados en el orden educativo a través de la siguientes asignaturas: *Complementos de*

*Álgebra, Álgebra Superior, Nociones de Cálculo Diferencial y Geometría Analítica, Trigonometría Esférica, Calculo I, Calculo II, Cálculo Infinitesimal, Nociones de Cálculo Diferencial, Matemática I, Matemática II, Matemática para Químicos, Estadística I, Estadística II, Metodología Estadística, Estadística Aplicada a la educación , Demografía, Psicometría, Econometría,* entre otras.

Por lo que respecta al material bibliográfico empleado en esta época se caracteriza por ser escaso y en su mayoría extranjero tanto en la educación superior como en el resto del sistema educativo. Los países fuente han sido principalmente México, Francia y Estados Unidos.

Otro elemento a mencionar es el del personal que impartía los conocimientos matemáticos de más alto nivel en el país, naturalmente concentrado en la Universidad de El Salvador, sobre este particular se puede decir muy poco, pero si es de afirmar que la mayoría no trabajaban a tiempo completo, lo cual pudo contribuir a la existencia de muy pocas tareas de investigación en Matemática que se desarrollaron en el período.

A nivel general de la población, el desarrollo en el área Matemática ha sido bajo y esto puede explicarse más que todo en el hecho de que el modelo económicamente dominante en este período no demandaba mayor personal calificado, pues era el modelo tradicional, y este basaba las características de su producción en un ejército de mano de obra, pues al igual que el porcentaje de la población económicamente activa dedicada a las actividades agrícolas no bajó del 60%, el porcentaje de la población analfabeta tampoco bajó del 70% y precisamente en una etapa donde el café llegó a representar el 84.1% del total de las exportaciones de manera que tampoco resulta extraño que en este periodo no se hayan dado significativas reformas educativas.

Es necesario aclarar que hasta 1952, fecha en la que se fundó la Escuela Normal Superior, se comienza hablar de personal con especialidad en Matemática y Física.

A finales de la década del cincuenta (período de crisis económica del sector cafetalero agro exportador) los esfuerzos con carácter integracionista que

venían desarrollándose desde principios del periodo, sufrirían tanto en el orden económico, como en el educativo un nuevo impulso con carácter externo que los llevaría a sentar las bases de los acontecimientos que se suscitarían en la década de los 60's, incluyendo la llegada de todo un movimiento de reforma en Matemática a nivel regional.

### **2.2.6 La Matemática entre 1961 y 1972**

Este periodo se caracteriza por la llegada de la *“Matemática Moderna”* a principios de la década de los 60's, hecho que no se registró solo a nivel local sino dentro de un contexto de carácter regional, en casi todos los órdenes de la vida (educativo, político, económico, social, etc) en cuyo marco dicha matemática sería implementada de manera oficial en El Salvador, a partir de 1964 en la educación universitaria y luego, al resto de los niveles del sistema educativo a partir de 1968, ambas implementaciones en distinta medida de correspondencia con el programa *“Alianza para el Progreso”*, ya sea a través del Plan de Integración Regional de la Educación Superior Centroamericana (PIRESC) como a través de los *“Programas Nacionales de Desarrollo Económico y Social”*, que incluirían *“Planes integrales de Desarrollo Educativo”*.

Es entonces cuando se realiza dentro de la Universidad de El Salvador la creación del Departamento de Física y Matemática que llegaría a formar parte de lo que se dio en llamar *“Instituto de Ciencias Naturales y Matemáticas”*, el incremento de la asesoría técnica de personal especializado en matemáticas a todo nivel, la formación de los primeros profesionales en Matemática de El Salvador a través de la creación de una licenciatura en la misma y el incremento significativo de material bibliográfico.

Cabe destacar que la sección de matemáticas del referido Departamento dirigía su mayor atención hacia la parte básica de la matemática, impartiendo contenidos y haciendo uso de métodos que llegarían a diferenciar este período de los anteriores, constituyéndose como su principal característica, la enseñanza de la matemática moderna, y cuya forma concreta se revela en la enseñanza de la Teoría de conjuntos, la Lógica Matemática, la Programación Lineal, el Álgebra Abstracta, las Probabilidades, y el Cálculo

Vectorial y Matricial, haciendo uso de la axiomática como forma de construcción de las teorías matemáticas.

Para el año 1972, se concluye la reforma universitaria iniciada en 1963, se termina el periodo de elaboración de la reforma educativa del resto del sistema, habiendo concluido prácticamente la “Alianza para el Progreso”, y es entonces cuando el desarrollo de la matemática se enmarca en un nuevo contexto: el inicio de una aguda crisis política y económica a nivel interno, además de una nueva crisis del capitalismo a nivel mundial, elementos que marcarían el ambiente en el que la actividad matemática se desarrollaría en el siguiente periodo.

### **2.2.7 La Matemática entre 1972 y 1992**

Para 1972, ante el agotamiento del modelo de integración reflejado en la quiebra del Mercado Común Centroamericano, el estancamiento del crecimiento industrial y otros aspectos de la consecuente crisis económica, el estado salvadoreño se encuentra en una aguda situación política.

Dentro de este contexto, se realizaron varias intervenciones gubernamentales en la Universidad de El Salvador, que incluyeron cierres y daños a las instalaciones físicas, así como también la imposición del CAPUES (Consejo de Administración Provisional de la Universidad de El Salvador), que realizó cambios en los planes de estudio de algunas carreras, entre ellas la de Arquitectura.

A nivel general, las matemáticas dentro de este entorno presentaron las siguientes características:

- ✓ La actividad matemática más relevante se concentra en el orden educativo, encontrándose la de más alto nivel en la educación superior, sin embargo en este periodo los contenidos matemáticos de las carreras tradicionales tendieron o bien a cierto decrecimiento o bien al estancamiento de su desarrollo.
- ✓ No existen cambios significativos en cuanto a los programas de matemáticas para educación básica desarrollados por la reforma 1968-1972 a lo largo de este periodo.

- ✓ No existen cambios significativos en cuanto a los programas de matemáticas para educación media implementados a partir de un reajuste de los mismos desarrollado a partir de 1975.
- ✓ Existencia de una baja producción bibliográfica e investigación a nivel nacional.
- ✓ Para finales de este periodo los contenidos matemáticos demandados por las carreras universitarias varían desde los conceptos elementales de la matemática moderna implementados a partir de la década los sesenta, con una demanda máxima del 40.91% del total de las carreras existentes, junto con el cálculo diferencial e integral con una demanda del 36.36% , hasta conceptos de mayor complejidad como los de análisis vectorial, ecuaciones diferenciales y análisis tensorial con un 21.82% y análisis numérico e investigación de operaciones con un 10.91%.
- ✓ A la estadística corresponde la mayor demanda de las carreras existentes para finales del periodo, con un valor del 44.55%.
- ✓ Durante este periodo las matemáticas hacen su presencia en la mayoría de las carreras demandadas a nivel nacional.

A partir de 1983, se puede afirmar que las actividades en el orden matemático a nivel general se mantuvieron con retraso con respecto a su desarrollo a antes del cierre. Las razones que llevaron a tal estado giraron alrededor de la baja asignación presupuestaria y de problemas administrativos que se agravarían con el terremoto de 1986 y con la intervención del campus en 1989.

Con respecto a la educación media, la demanda aumentó y junto con la ausencia de la escuela normal superior (cerrada en 1980), volvieron insuficiente la capacidad de los centros de formación de profesores en matemática.

En cuanto a la educación básica, se suspendió la televisión educativa entre 1983 y 1984, por lo que la educación básica se queda sin material básico oficial.

A partir de los años 90's la actividad matemática se vería insertada en un nuevo contexto de reestructuración del capitalismo latinoamericano y cuyo

papel se establece a partir de los ajustes neoliberales y una nueva “Alianza” llamada “Iniciativa para las Américas”.

Es necesario aclarar que durante la elaboración de este trabajo no se ha podido recabar información fidedigna sobre la actividad matemática en El Salvador, después de los Acuerdos de Paz, celebrados el 16 de enero de 1992, por lo tanto no se cita el periodo de 1992 a 2008, este último, año en el que se propone por parte del Ministerio de Educación el cambio de enfoque que pasa de ser un aprendizaje en base a correlación de objetivos a un aprendizaje basado en la formación de competencias, del cual se habla en el siguiente capítulo.

### **2.3 LA ARQUITECTURA, LA MATEMATICA Y LA FISICA**

El cambio más profundo que ha sufrido la humanidad es anterior a la historia escrita, es cuando el ser humano empieza a fijar la idea, el concepto, la sustancia de las cosas, es decir a crear símbolos en lugar de imágenes.

Es entonces cuando se inicia la creación de un submundo artificial dentro del mundo natural y empieza a conceptualizar formas que percibe de la naturaleza.

Es en la creación de ese submundo artificial donde nace la Matemática, siendo el lenguaje convencional del ser humano para intentar comprender a la naturaleza que le rodea, para transformarla de acuerdo a sus necesidades y antojos. Por esa razón el estudio de las matemáticas ha ocupado un espacio especial y prioritario en todos los imperios de poder que han existido a lo largo de la historia. Pero antes de pretender transformar los recursos se debe poseerlos. Este es el principal motivo de las guerras entre los seres humanos.

En este submundo artificial, las matemáticas son la base principal del artificio, por eso se dice que están en todo, porque son fundamentales para transformar los elementos de la naturaleza, por eso conforman el conocimiento imprescindible para el estudio de todas las ciencias. En este sentido las matemáticas no se inventan, sino que se descubren, siendo el mejor libro la naturaleza misma.

La Arquitectura es parte del artificio del ser humano y conforma el límite entre el mundo natural y el submundo artificial. La arquitectura es la actividad del ser humano que sirve para definir el submundo artificial y por su naturaleza es una de las principales actividades desequilibradoras del medio ambiente, ya que toma sus elementos y los transforma en edificios, viviendas, urbanizaciones, ciudades, donde el ser humano desarrolla sus estilos de vida en las diferentes partes del mundo.

El desequilibrio natural que genera la Arquitectura no se puede reducir a cero, sin embargo lo que se puede hacer es disminuir la contaminación, la deforestación, que se ha venido generando de una forma directa o indirecta en el mundo natural.



Los conceptos de EQUILIBRIO y ARMONIA son universales y cuando el ser humano transforma el medio natural, éste busca siempre su equilibrio para estar en armonía, siendo en estas manifestaciones donde ubicamos actualmente los “desastres naturales” y el cambio climático, que solo son la búsqueda del equilibrio por parte de la naturaleza, entonces es el momento de mencionar el ORDEN, otro concepto universal que se logra luego del equilibrio y la armonía y es a través del cual el ser humano comprende la jerarquía entre la naturaleza y el artificio. El mundo natural es superior al mundo artificial, los seres humanos no podemos detener a las fuerzas de la naturaleza, es un círculo cerrado en el que para no autodestruirnos tenemos que respetar la superioridad de la naturaleza.

Es en la interrelación entre el mundo natural y artificial donde se ubica la física, una ciencia natural que estudia las propiedades del espacio, el tiempo, la materia y la energía, así como sus interacciones. El ser humano busca la comprensión de su entorno a través del estudio de los fenómenos físicos y es en ese punto donde convergen las Matemáticas, la Arquitectura y la Física.

Toda la Arquitectura es geometría y utiliza un espacio físico dentro del submundo artificial el cual interacciona con el medio natural donde se incluye la parte biológica del ser humano. Estas interacciones son las que estudia la física cuyo enfoque en la Arquitectura ayuda a que el medio artificial reduzca sus efectos nocivos sobre la parte biológica y psicológica del ser humano, esto a través del estudio de la óptica, la estática, la acústica, la sismología y la termodinámica, para mejorar la calidad de vida. Pero la física también necesita de las matemáticas para formular sus principios y modelizar las leyes de la naturaleza.

La mayoría de necesidades actuales del ser humano son aprendidas en el sub mundo artificial, entonces resulta interesante cómo la Arquitectura sumerge a un ser biológicamente natural a la interacción con un medio artificial. Sin duda los seres humanos existentes podemos transformar la arquitectura; pero también la arquitectura transformará a los nuevos seres humanos.

Por otra parte no todos los cambios que se han dado en la humanidad han tenido buenos efectos a largo plazo y uno de los cambios más contundentes en los últimos siglos ha sido la Revolución Industrial, un fenómeno

irreversible que ha cambiado la perspectiva y los estilos de vida de la población en el mundo. Los efectos de la Revolución Industrial, han resultado exitosos desde la perspectiva económica; pero su contraparte se manifiesta en el aumento de la contaminación del medio ambiente, de las enfermedades que padecen las personas y en consecuencia un desmejoramiento de la calidad de vida de los seres humanos.

Es por estas razones humanas que el estudio de la Arquitectura, en su vinculación con la Matemática y la Física puede ayudar a que la Arquitectura del siglo XXI, sea una apuesta por el conocimiento, mediante el cual se pueda reflexionar sobre el uso apropiado de las tecnologías utilitarias.

**FASE 2**

**CAPITULO III:**

**DIAGNÓSTICO DE MATEMÁTICAS**

### **3.1 LA ENSEÑANZA ACTUAL DE LAS MATEMÁTICAS EN EL SISTEMA DE EDUCACIÓN BÁSICA Y MEDIA DE EL SALVADOR.**

El principal requisito académico para ingresar al sistema de Educación Superior es haber obtenido el título de Bachiller en una institución pública o privada, autorizada por el Ministerio de Educación. En ese sentido el Sistema de Educación Superior, recibe a los estudiantes que han aprobado los niveles de Educación Básica y Media.

Es necesario hacer un estudio previo sobre el nivel educativo en el área de matemáticas que poseen los estudiantes de nuevo ingreso de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, ya que las asignaturas de Matemáticas se cursan en el primer año y dado que los estudiantes encuentran dificultades en su estudio, es importante tener en consideración sus experiencias y conocimientos previos.

#### **3.1.1 Las Matemáticas a partir de la Reforma de 2008**

La última reforma realizada en el Sistema Educativo Salvadoreño fue en el año 2008 y se planteó pasar de un aprendizaje en base a correlación de objetivos a un aprendizaje por competencias. Este cambio obedece a la dinámica que el mercado laboral requiere.

*“Los empleadores de hoy, y con más razón los empleadores del futuro, no están interesados en trabajadores que solamente sepan hacer un conjunto reducido de tareas u operar una cierta maquinaria. Los empleadores necesitan trabajadores que puedan comprender conceptos nuevos, adquirir nuevas habilidades, improvisar, solucionar problemas y trabajar eficientemente en grupos. Por lo tanto, es conveniente entender que si bien la clave para tener éxito en la educación superior está en el dominio de disciplinas académicas, la clave para lograr y mantener un buen trabajo está en el dominio de temas académicos “útiles”.*<sup>13</sup>

La Reforma de 2008 enfoca las Matemáticas a la resolución de problemas. En

---

<sup>13</sup> ENSEÑANZA CONTEXTUAL DE LA MATEMATICA – Leading Change in Education  
Fuente: <http://www.cord.org/uploadedfiles/Ensenanza%20Contextual%20de%20Matematica.pdf> (23/04/2010)

la Presentación de la Asignatura<sup>14</sup>, el MINED plantea que el enfoque de la asignatura es la resolución de problemas en los ámbitos científico, técnico, artístico y de la vida cotidiana. Respondiendo este enfoque a la naturaleza de las matemáticas e intentando fijar el aprendizaje para la vida y no para pasar una evaluación.

Este aprendizaje al que se refiere la reforma consiste en el desarrollo de competencias en los/as estudiantes, fortaleciendo el razonamiento lógico matemático, así como también la traducción de los problemas del lenguaje natural al lenguaje matemático, superando la práctica tradicional de partir de una definición matemática y no del descubrimiento del principio o proceso que le da sentido.

El cambio de enfoque de las matemáticas, también está acompañado de Lineamientos Metodológicos en los que se busca una mayor participación por parte de los estudiantes, promoviendo su iniciativa y generando un ambiente de confianza que les permita equivocarse sin temor, desarrollar su razonamiento lógico y comunicar ideas para solucionar situaciones problemáticas de su entorno, contribuyendo de esta forma al desarrollo de las competencias demandadas en la asignatura. Algunas recomendaciones que se les hacen a los docentes consisten en evitar las explicaciones largas, tener en consideración los conocimientos previos de los estudiantes y asegurar que el procedimiento lógico empleado haya sido debidamente aprendido.

Por otra parte, no se logró llegar a conocer durante la elaboración de este trabajo, si se implementó un programa de capacitación docente, para el cambio de enfoque desde la perspectiva de los profesores del nivel básico y medio.

Este punto es muy importante según la opinión del Ing. René Orlando Pocasangre, docente de matemáticas de la Unidad de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador. En una entrevista realizada en marzo de 2010 manifestó lo siguiente:

---

<sup>14</sup> Programas de Estudio Matemáticas – Presentación de la Asignatura - MINED

*“En 1969, se hizo una reforma educativa, donde se cambió prácticamente todo lo del área de matemáticas y se planteó lo que llamaban “Matemáticas Modernas”. Esta reforma se llevó a cabo como todas las reformas que se han hecho posteriormente en educación, en la que no se prepara al personal docente. Entonces todos los profesores, estaban preparados para impartir Aritmética, Álgebra, Geometría y Trigonometría, porque eso era lo normal; pero con las matemáticas modernas se introducen la teoría de conjuntos, lógica, entre otros temas, y la gente no estaba preparada para eso y nunca se les preparó en eso. De ahí se da el caso de que cuando el profesor tiene temas nuevos y no los domina, trata de obviarlos, eso es lo que hacen.”*<sup>15</sup>



*“Se han hecho varias reformas en nuestro país, pero las reformas se hacen y no se prepara al personal docente y debido a eso parece ser según algunos comentarios que me han hecho algunos estudiantes que en el bachillerato ya casi no ven matemáticas. Entonces como que matemáticas ven un poco hasta noveno grado.”*<sup>15</sup>

La formación y capacitación docente en Matemáticas y Física para el Sistema de Educación Básica y Media es un tema muy importante en la fase diagnóstica de este trabajo, por tal motivo, se trata con mayor énfasis más adelante.

En cuanto a los conocimientos matemáticos que según el Ministerio de Educación aprenden los estudiantes durante la Educación Básica y Media, estos, tienen una duración de 11 años lectivos, con un total de 2,360 horas clase y están constituidos por bloques de contenidos asignados a unidades didácticas, distribuidos de la siguiente manera:

---

<sup>15</sup> Entrevista para las asignaturas de Matemáticas

<b>Bloques de contenidos</b>	<b>No. unidades didácticas</b>	<b>Nivel de estudios en el que se cursa</b>
Geometría y Medidas	18	Primer Ciclo Segundo Ciclo Tercer Ciclo
Geometría	10	Primer Ciclo Segundo Ciclo Tercer Ciclo
Aritmética	24	Primer Ciclo Segundo Ciclo
Medidas y Aritmética	2	Primer Ciclo Segundo Ciclo
Medidas	6	Primer Ciclo Segundo Ciclo Tercer Ciclo
Números y operaciones	6	Tercer Ciclo
Álgebra	15	Tercer Ciclo Educación Media
Relaciones y funciones	2	Educación Media
Geometría analítica	2	Educación Media
Estadística	17	Primer Ciclo Segundo Ciclo Tercer Ciclo Educación Media
Trigonometría	3	Educación Media

Tabla basada en los Programas de Estudio presentados por el MINED para la Reforma del año 2008.

Es necesario señalar que la Trigonometría es una de las ramas de la matemática que menos unidades didácticas tienen asignadas en los niveles preuniversitarios y que es el conocimiento que más utilizan los estudiantes de Arquitectura, seguido del Álgebra, la Aritmética y la Geometría, esto según la opinión de los estudiantes de segundo, tercero y quinto año, obtenida en una encuesta cualitativa realizada en noviembre de 2009.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Encuesta cualitativa para estudiantes de Arquitectura de la Universidad de El Salvador  
Pregunta No.7 (Ver anexos)

Lo anterior constituye un factor que influye en que los estudiantes, ingresen al nivel universitario con deficiencias en la rama de la matemática que más utilizan en la carrera de Arquitectura.

Hay que tener en cuenta que la Trigonometría, es esencial principalmente para el estudio de la Estática en Estructuras y para la Topografía, aparte de utilizarse también en otras áreas de estudio.

Con respecto a las deficiencias en el campo de la Trigonometría, el Ing. Mario Ernesto Valencia, docente de la asignatura de Topografía para la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, en febrero de 2010, opinó lo siguiente:



*“Hay mucho problema con respecto al análisis matemático. El dominio de la Trigonometría es malísimo. Al estudiante no le cuesta el concepto de topografía, lo que le cuesta es el concepto trigonométrico de la topografía y ahí es donde se dan los fracasos”.*<sup>17</sup>

La propuesta que resulte de este trabajo tendrá en cuenta un mayor énfasis en la Trigonometría, ya que es un conocimiento necesario para el estudio de la Arquitectura y del que pocas bases de conocimiento tienen y tendrán los estudiantes de nuevo ingreso en los próximos años.

Pero las deficiencias en las matemáticas no solo ocasionan problemas en las asignaturas intermedias de la carrera, como es el caso de la Topografía que está ubicada en el segundo ciclo del tercer año, sino también en las asignaturas básicas que se imparten al inicio de ésta, en la cual se empieza el proceso de transición del Sistema de Educación Media, al Sistema de Educación Superior.

---

<sup>17</sup> Entrevista para la asignatura de Topografía

### **3.1.2 La transición del Sistema de Educación Media, al Sistema de Educación Superior.**

Tener en cuenta el conocimiento previo de los estudiantes y el sistema metodológico de aprendizaje que han experimentado en los niveles anteriores es un punto fundamental, para que la transición entre el nivel medio y universitario, no resulte en un cambio demasiado brusco, que genere rechazo en lugar de una transición adecuada.

El Sistema de Educación Superior, puede entonces funcionar en parte, como un instrumento de diagnóstico de la calidad del Sistema de Educación Básica y Media, ya que necesariamente los estudiantes tienen que tener como prerrequisito para el ingreso universitario, el título de Bachiller. Desde este punto de vista las opiniones de los estudiantes y de los profesionales docentes universitarios llegan a tener mucha importancia en la fase diagnóstica de este trabajo.

En las encuestas cualitativas realizadas a los estudiantes de segundo, tercero y quinto año de la carrera de Arquitectura, se llegó a saber que un promedio del 85%, considera que hay una gran diferencia entre las matemáticas de Bachillerato y las matemáticas universitarias, ya que no hay un proceso de transición adecuado, encontrándose con temas nunca antes vistos y metodologías de enseñanza diferentes, por lo cual tuvieron un alto grado de dificultad, admitiendo en algunos casos que parte del problema se debe a que traen deficiencias en los conocimientos básicos que deberían de haber adquirido en la Educación Media.<sup>18</sup>

Todos los profesionales docentes que fueron entrevistados, coinciden en que los estudiantes ingresan a la universidad con deficiencias en los conocimientos previos de Matemáticas y Física que se necesitan para cursar el plan de estudios de la carrera de Arquitectura.

El Ing. Mario Arturo Hernández, Jefe del Departamento de Física de la Unidad de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, en una entrevista realizada en febrero de 2010,

---

<sup>18</sup> Encuesta cualitativa para estudiantes de Arquitectura de la Universidad de El Salvador  
Pregunta No.1 (Ver anexos)

para este estudio, manifestó lo siguiente:

*“Se habla mucho sobre el nivel académico con el que el estudiante ingresa a esta Facultad. Generalmente la conclusión es que existen deficiencias en las bases de conocimiento, destrezas y habilidades en la mayoría de estudiantes de nuevo ingreso”.*<sup>19</sup>



*“En mi opinión este problema es estructural y proviene desde el diseño del sistema educativo para Educación Media, el cual según como lo muestra, no está diseñado para satisfacer las aspiraciones del estudiante de posteriormente ingresar en un nivel superior en sus estudios. A esto se suman las dificultades de algunas instituciones de educación media, en cuanto a la formación de sus estudiantes. (en las áreas de matemática y física)”.*<sup>19</sup>

*“Cada nuevo ingreso tiene sus propias características; pero prevalece el hecho de que la mayoría viene con deficiencias en el conocimiento de base en matemáticas.”*<sup>19</sup>

También sobre el mismo punto se cuestionó al Ing. René Orlando Pocasangre, docente de Matemáticas de la Unidad de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, manifestando lo siguiente:

*“Yo a veces les pregunto a los estudiantes que es lo que pasó en la educación secundaria y algunos me dicen que nunca han estudiado, que ellos por primera vez, vienen acá y se sientan a estudiar y se ponen a leer; pero que antes no habían hecho eso en casa.”*<sup>20</sup>



---

<sup>19</sup> Entrevista para la asignatura de Métodos Experimentales

<sup>20</sup> Entrevista para las asignaturas de Matemáticas

*“El muchacho cuando ingresa a la universidad viene bien deficiente; sin embargo, cuando tiene la vocación y quiere ser Arquitecto o Ingeniero, emplea todas sus energías para eso. Yo he tenido casos de ese tipo, donde el estudiante me ha dicho que viene nulo, pero que ponen todo su esfuerzo y aprueban las asignaturas.”*<sup>20</sup>

El planteamiento tanto de los contenidos como de las metodologías en el sistema de Educación Básica y Media, tendrán sus efectos en la formación de los futuros profesionales de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador y los docentes de las matemáticas universitarias, deben de estar atentos a los cambios en los planteamientos teóricos y en la realidad práctica de los estudiantes de los niveles anteriores, para estar en armonía con el proceso y tener una idea más o menos clara de algunas características, que puedan llegar a tener los futuros estudiantes de nuevo ingreso.

### **3.1.3 La formación docente en Matemáticas para el Sistema de Educación Básica y Media de El Salvador.**

A continuación se menciona un poco sobre la situación de la formación docente en el Sistema de Educación Básica y Media, la cual ha sido identificada por algunos estudios como uno de los factores principales de la problemática de la calidad educativa en El Salvador. Al final se plantea en forma breve y como un ejemplo el caso de Finlandia, donde le apostaron a la inversión y a la calidad en la formación docente, llegando a ser considerado en varias ocasiones como uno de los mejores sistemas educativos del mundo.

Posiblemente una de las causas principales de las deficiencias con las que ingresan los estudiantes al nivel superior, se encuentra en la formación de profesores para el Sistema de Educación Básica y Media.

Con respecto a esto, el especialista en sistemas de información William Willy Lázaro Apolaya escribe lo siguiente: *“el rol de los docentes en la mejora de la calidad educativa es fundamental. No es posible mejorar la calidad de la educación si es que no se logra mejorar prioritaria y sustancialmente la calidad profesional de quienes enseñan. La construcción del nuevo modelo educativo acorde con los tiempos y los requerimientos del siglo XXI requiere*

---

<sup>20</sup> Entrevista para las asignaturas de Matemáticas

*medidas integrales, radicales y urgentes destinadas a revertir, en todos los órdenes, el perfil y la situación actual de la profesión docente.”*<sup>21</sup>

Actualmente los principales requisitos especiales para ingresar a las carreras de profesorado en la Universidad de El Salvador<sup>22</sup>, son los siguientes:

*1) Aprobar la Prueba de Aptitudes y Aprendizaje para Estudiantes de Educación Media (PAES) con calificación igual o mayor a la requerida por el Ministerio de Educación, que en la actualidad es de 6.0 (seis).*

*2) Aprobar una prueba psicológica.*

*3) Para los aspirantes a la carrera de profesorado en idioma inglés, aprobar pruebas orales y escritas del dominio de este idioma (los resultados deberán constar en su expediente).*

*4) Para los aspirantes cuyo título de bachiller fue obtenido con examen de suficiencia, poseer nota promedio de las asignaturas de matemática, ciencias sociales, lenguaje y ciencias naturales igual o mayor a 7.0 (siete).*

*5) Podrá otorgarse equivalencia de asignaturas a carreras de profesorado siempre que las asignaturas a equivaler sean de igual naturaleza, hayan sido cursadas en los últimos cinco años y tengan una calificación igual o mayor a 7.0 (siete).*

*6) Los estudiantes de otras carreras que deseen continuar con estudios de profesorado, deberán poseer un CUM de 7.0 (siete) a la fecha; aprobar dos pruebas psicológicas; aprobar el estudio de equivalencia cuya evidencia deberá constar en el expediente académico a más tardar treinta (30) días después del inicio del ciclo correspondiente.*

Cumpliendo con los anteriores requisitos los estudiantes pueden optar al profesorado en Matemáticas para Tercer Ciclo de Educación Básica y Educación Media, en el cual tendrán que cursar y aprobar el siguiente Plan de Estudio:

---

<sup>21</sup> William Willy Lázaro Apolaya “Caracterización Cuantitativa de Docentes en El Salvador”. pag. xii (Ministerio de Educación –United States Agency International Development) 2004

<sup>22</sup> Fuente: [http://www.fmp.ues.edu.sv/institucional/comunidad\\_universitaria/index.html](http://www.fmp.ues.edu.sv/institucional/comunidad_universitaria/index.html) (19/04/2010)

Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 11
		<b>DAC1109</b> 4 UVs Diseño y Aplicación de Currículo				
<b>DGE1109</b> 4 UVs Didáctica General I	<b>DGE2109</b> 4 UVs Didáctica General II		<b>EGT1109</b> 5 UVs Elementos de Geometría y Trigonometría			
				<b>DPO1109</b> 4 UVs Desarrollo Profesional	<b>DIM1109</b> 5 UVs Didáctica de la Matemática	
<b>EYS1109</b> 4 UVs Educación y Sociedad	<b>FAL1109</b> 5 UVs Fundamentos de Álgebra	<b>EVA1109</b> 4 UVs Evaluación del Aprendizaje	<b>IED1109</b> 4 UVs Informática Educativa			
				<b>IMS1109</b> 5 UVs Introducción a la Matemática Superior	<b>IMT1109</b> 5 UVs Informática	<b>PER1109</b> 0 UVs Programa Especial de Refuerzo Académico
<b>FMB1109</b> 5 UVs Fundamentos de Matemática Básica	<b>PDM1109</b> 4 UVs Práctica Docente I: Observación Institucional	<b>PDM2109</b> 4 UVs Práctica Docente II: Asistencia al Docente	<b>PDM3109</b> 4 UVs Práctica Docente III: Asistencia al Docente		<b>PDM5109</b> 10 UVs Práctica Docente V: Aplicación de Currículo	
				<b>PDM4109</b> 10 UVs Práctica Docente IV: Aplicación de Currículo		
<b>PSP1109</b> 4 UVs Psicopedagogía I	<b>PSP2109</b> 4 UVs Psicopedagogía II	<b>TIE1109</b> 5 UVs Tratamiento de la Información Estadística	<b>PIE1109</b> 5 UVs Probabilidad e Inferencia Estadística			

Fuente: [https://www.academica.ues.edu.sv/consultas/plan\\_estudio/diagrama\\_carrera.php?carrera=P10923-1998&facultad=naturales](https://www.academica.ues.edu.sv/consultas/plan_estudio/diagrama_carrera.php?carrera=P10923-1998&facultad=naturales) (19/04/2010)

Posteriormente para ingresar legalmente al ejercicio de la docencia, la Ley de la Carrera Docente<sup>23</sup>, establece lo siguiente:

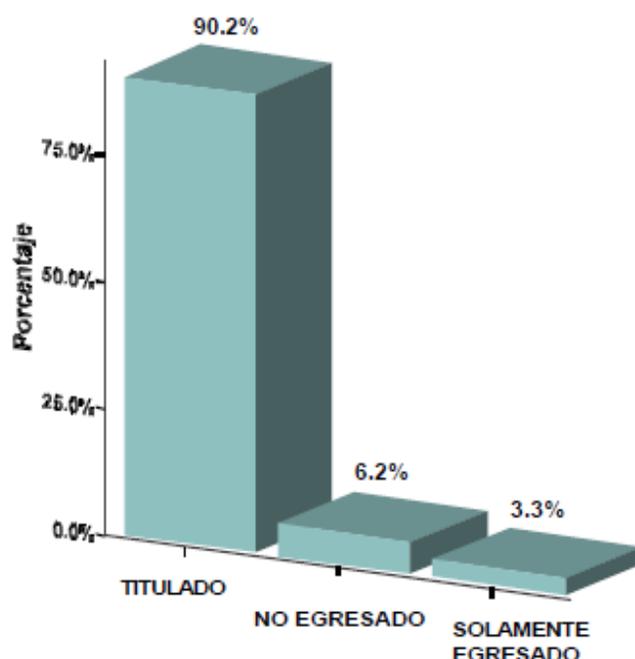
*Art. 14.- La docencia es una carrera profesional y para ejercerla en centros educativos del Estado o privados en cualquiera de los niveles educativos son necesarios los siguientes requisitos:*

- 1) *Poseer el correspondiente título pedagógico reconocido por el Ministerio de Educación;*
- 2) *Estar inscrito en el Registro Escalafonario; y,*
- 3) *No tener ninguna de las incapacidades para el ejercicio de la misma.*

Además de esto, actualmente se realiza la Evaluación de las Competencias Académicas Y Pedagógicas (ECAP) por parte del Ministerio de Educación

<sup>23</sup> Ley de la Carrera Docente, Sección C, Ejercicio de la Docencia, Art.14, pag.5

antes de acreditar legalmente a los nuevos profesores, la cual pueden aprobar con una calificación igual o mayor a seis; sin embargo, en la práctica, la docencia se puede ejercer sin haber cumplido estos requisitos, tal y como lo Menciona William Apolaya: “En el país, 9 de cada 10 docentes tienen título para ejercer la profesión. La menor proporción la constituyen los docentes que señalaron que solo han egresado”<sup>24</sup>



La cantidad de docentes contabilizados por el MINED, en el censo matricular de 2003, fue de 50,419; de los cuales 45,485 tienen título profesional y el resto no han culminado su plan de estudios o solamente han egresado.

“De los 45,485 titulados, el 95% tienen título de profesorado, el 4.8% tienen título de licenciatura, el 0.1% tienen título de Post grado y el 0.1% no precisó.”<sup>24</sup>

### Total de docentes por condición profesional

Lo anterior se puede apreciar también en el siguiente cuadro:

### Total de docentes con título, por sexo, según último título alcanzado

Título más alto alcanzado	Total	Masculino	Femenino	No precisó
Total	100.0	100.0	100.0	100.0
	45,485	13,763	31,678	44
Profesorado	95.0	94.8	95.0	90.9
Licenciatura	4.8	5.0	4.8	9.1
Post grado	.1	.1	.1	.0
No precisó	.1	.1	.1	.0

Fuente: MINED. Censo Matricular 2003

Posiblemente la remuneración económica que reciben los docentes es una de las principales causas, por las cuales el 95% solo tienen título de profesor,

<sup>24</sup> William Willy Lázaro Apolaya “Caracterización Cuantitativa de Docentes en El Salvador”. pag. 19 (Ministerio de Educación –United States Agency International Development) 2004

ya que la diferencia de la paga en cuanto a niveles no es mucha, sino más bien se rige en base a categorías.

Para aclarar la diferencia entre niveles y categorías citaremos los siguientes artículos de la Ley de la Carrera Docente:

*“Art. 19.- Los cargos dentro de la carrera docente estarán estructurados en niveles, de acuerdo con la formación académica y en categorías según el tiempo de servicio activo, previa inscripción en el registro correspondiente.”*<sup>25</sup>

*“Son títulos docentes válidos para la inscripción y ascenso en el nivel de escalafón, los siguientes:*

- 1) Profesor;*
- 2) Licenciado en Ciencias de la Educación;*
- 3) Master en Educación; y,*
- 4) Doctor en Educación.”*<sup>25</sup>

*“Art. 20.- Los educadores de acuerdo con su nivel académico, se clasifican así:*

- 1) Docente Nivel Uno; y*
- 2) Docente Nivel Dos.”*<sup>25</sup>

*“Para escalafonarse como Docente Nivel Uno se requiere poseer cualquiera de los títulos señalados en los numerales 2), 3), y 4) del artículo anterior y someterse a las pruebas de suficiencia ante el Tribunal Calificador.”*<sup>25</sup>

*“Para escalafonarse como Docente Nivel Dos se requiere: Título de Profesor, extendido por una institución de Educación Superior autorizada por el Ministerio de Educación.”*<sup>25</sup>

Para el año 2007, se logró un acuerdo entre el MINED y las principales gremiales docentes, en cuanto a los incentivos económicos, quedando la tabla de salarios de la siguiente manera:

---

<sup>25</sup> Ley de la Carrera Docente, Capítulo III, Escalafón Docente, pag.6 y 7

<b>Categoría</b>	<b>Tiempo de servicio</b>	<b>Nivel 1 Título de licenciado, máster o doctor</b>	<b>Nivel 2 Título de profesor</b>	<b>Porcentaje de aumento</b>
1a	Más de 35 años de servicio	\$775.52	\$703.67	7%
1b	Más de 30 años y hasta 35 de servicio	\$724.79	\$657.63	6%
1	Más de 25 años y hasta 30 de servicio	\$683.76	\$620.41	6%
2	Más de 20 años y hasta 25 de servicio	\$644.82	\$584.76	6%
3	Más de 15 años y hasta 20 de trabajo	\$607.86	\$551.77	8%
4	Más de 10 años y hasta 15 de docencia	\$562.32	\$510.84	8%
5	Más de 5 años y hasta 10 de labor	\$520.08	\$472.57	10%
6	Hasta cinco años de servicio	\$472.57	\$429.66	

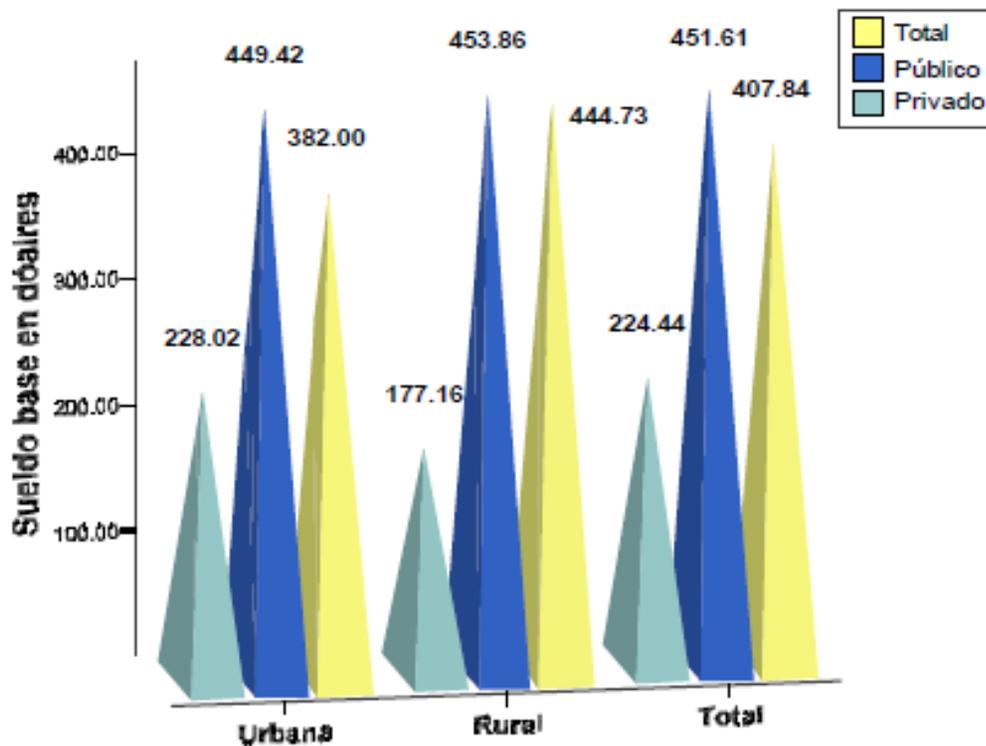
*Fuente: Ministerio de Educación*

Hay que tener en cuenta que el salario para los profesionales con licenciatura, máster o doctorado, no tiene diferencias notables con respecto al salario de los que solo han alcanzado el título de profesor, por lo tanto este es un factor de desmotivación que podría contribuir a que el 95% de los docentes, solo haya alcanzado el profesorado.

Por otra parte el porcentaje de aumento es mínimo comparado con la cantidad de años de servicio que tienen que prestar para obtenerlo.

Sin embargo en la práctica la tabla anterior solo se aplica a los docentes que trabajan en las instituciones del Estado, pues en las instituciones privadas aún pagan menos que en las públicas. Veamos el siguiente gráfico:

*Sueldo base actual promedio, por ámbito Geográfico y sector* <sup>26</sup>



Según William Willy Lázaro Apolaya<sup>26</sup>, el sueldo base promedio que reportan los docentes salvadoreños es de 407.84 dólares mensuales, pero existen diferencias al desglosarlo por ámbito geográfico y sector en el que laboran, ya que los docentes en el área rural reportan mayor sueldo que los del área urbana y los docentes del sector público reportan mayor sueldo que los del sector privado.

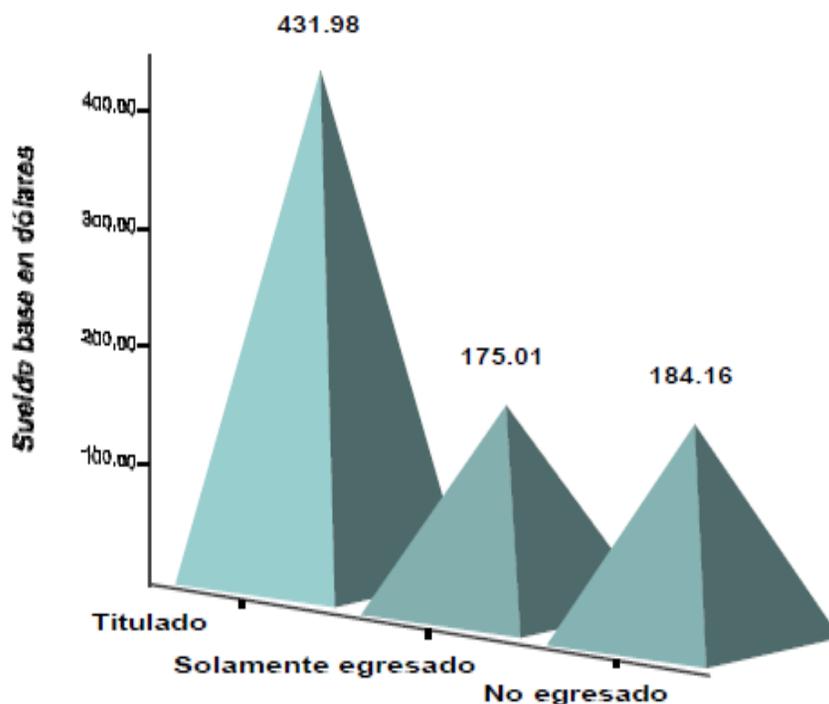
También existen diferencias notables entre el salario de los que tienen título y de los que aún no lo tienen, lo cual incentiva a que los estudiantes que ejercen la docencia sin estar autorizados por la ley, terminen sus estudios, obtengan su título y posteriormente el escalafón docente.

El siguiente gráfico muestra la diferencia de salarios por condición profesional:

---

<sup>26</sup> William Willy Lázaro Apolaya "Caracterización Cuantitativa de Docentes en El Salvador". pag. 39 (Ministerio de Educación –United States Agency International Development) 2004

### *Sueldo base actual promedio, por condición profesional* <sup>27</sup>



La carencia de recursos económicos no solo afecta a la situación personal o familiar de los docentes, sino también a todos los usuarios del sistema educativo, ya que en El Salvador, la mayoría de profesores cuentan con el mínimo de recursos didácticos, siendo acompañados a lo sumo de una pizarra, un yeso o un plumón y un borrador que incluso en ocasiones a ellos les toca comprar de su salario, y a la mayoría de estudiantes por su situación económica, es difícil pedirles que se hagan de equipamientos personales idóneos, sin embargo una mejor preparación docente en cuanto a metodologías de enseñanza-aprendizaje y especialización del conocimiento podría ayudar a mejorar la problemática de la Educación en El Salvador.

Otros países ya han experimentado apostarle a la formación docente para tener un buen nivel educativo, el cual se refleja en la economía y la calidad de vida de sus habitantes, tal es el caso actual de Finlandia que ha sido considerado en varios años por el Fórum Económico Mundial como el país que tiene la economía más competitiva del mundo.

---

<sup>27</sup> William Willy Lázaro Apolaya "Caracterización Cuantitativa de Docentes en El Salvador". pag. 43 (Ministerio de Educación –United States Agency International Development) 2004

El informe PISA<sup>28</sup> 2003, que mide el rendimiento educativo de los países de la OCDE<sup>29</sup>, ha colocado por varios años a Finlandia como un país ejemplar, siendo los primeros en matemáticas, comprensión de la escritura y en cultura científica (con Japón).<sup>30</sup>

*“Los profesores, y la misma ministra de Educación, Tuula Haatainen, lo atribuyen en gran medida a la sólida formación de los docentes y a un marco educativo muy claro. «Tenemos un sistema uniforme, obligatorio y gratuito que garantiza la equidad y el acceso para todos; el personal docente está altamente cualificado y las madres, incorporadas al sistema laboral, son las primeras en motivar a sus hijos para que estudien», resume la ministra.”*<sup>30</sup>

Los profesores en Finlandia gozan de valoración social y prestigio entre sus compatriotas y su salario es de aproximadamente 2,300 euros brutos al mes, la jornada semanal es de 37 horas, además de esto, los profesores finlandeses están motivados y realizan su trabajo por vocación.<sup>30</sup>

El número de estudiantes por clase ronda la veintena; pero si hay problemas académicos los sacan en grupos de 10 y les ponen al día. En Finlandia los profesores se aseguran de que ningún alumno se quede atrasado.<sup>30</sup>

Todas las condiciones para que el sistema educativo funcione muy bien están garantizadas por el Estado, la enseñanza obligatoria es gratuita y la inversión en educación abarca desde el salario de los profesores hasta el último lápiz que utilizan los estudiantes.<sup>30</sup>

*“Desde el experto Schleicher hasta el último padre de los 500,000 estudiantes de Enseñanza Básica finlandeses están convencidos de que **la piedra angular del éxito finlandés son los profesores**. Hasta los alumnos lo reconocen. Jenni (estudiante): «Se ve enseguida que un profesor está motivado cuando te anima a estudiar y siempre parece feliz. Ah, y no nos manda muchos deberes».”*<sup>30</sup>

En Finlandia la formación de docentes es muy exigente y su formación está dirigida a que además de perfectos conocedores de la materia que imparten

---

<sup>28</sup> PISA (Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes)

<sup>29</sup> OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico)

<sup>30</sup> Fuente: [http://www.stecyl.es/Prensa/041220\\_Escuela\\_Finlandia.htm](http://www.stecyl.es/Prensa/041220_Escuela_Finlandia.htm) (19/04/2010)

sean auténtico expertos en pedagogía. Por tal razón el paso por la universidad es extenso, pues solo para poder dar clases en primaria se exige una titulación universitaria de carácter superior de seis años de duración.<sup>30</sup>

En la cultura finlandesa el profesor es visto como uno de los profesionales más importantes de la sociedad, por lo que se invierte muchos recursos en la formación de docentes; sin embargo muchos jóvenes que aspiran a convertirse en profesores quedan fuera del sistema ya que las universidades que ofrecen las titulaciones de profesor solo pueden aceptar el 15% de los estudiantes que solicitan su ingreso, el 85% restante queda fuera. La selección es tan exigente que solo los más brillantes terminan por acceder a las facultades.<sup>30</sup>

La experiencia de Finlandia, podría ayudar un poco a comprender algunos de los problemas por los cuales atraviesa el sistema educativo salvadoreño.

### **3.2 LAS MATEMÁTICAS EN LA ESCUELA DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

Durante el desarrollo de este trabajo, no se ha podido encontrar mucha documentación específica que justifique los cambios curriculares que en las asignaturas de matemáticas ha tenido la Escuela de Arquitectura, desde su fundación en 1954. Sin embargo hay aspectos históricos importantes que pueden contribuir a tener una perspectiva general sobre la situación, a continuación se presentan de manera muy breve.

#### **3.2.1 Orígenes de la carrera de Arquitectura en El Salvador<sup>31 y 32</sup>**

En un inicio, la Arquitectura como tal, era desarrollada por ingenieros, albañiles nacionales o arquitectos del extranjero contratados por la clase dominante económicamente. En su mayoría los Arquitectos eran europeos,

---

<sup>30</sup> Fuente: [http://www.stecyl.es/Prensa/041220\\_Escuela\\_Finlandia.htm](http://www.stecyl.es/Prensa/041220_Escuela_Finlandia.htm) (19/04/2010)

<sup>31</sup> Tesis "Ensayo de Diseño Curricular para la carrera de Arquitectura de Universidad de El Salvador" Autores: Ligia E. Cansinos Godinez, Silvia Elena García Orellana, Pedro José Guzmán Aparicio. Octubre 1987

<sup>32</sup> Historia de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador durante los años 1935-1965. Publicado en la revista *La Universidad*, No. 5, Editorial Universitaria, año 2009  
Autor: Ing. Carlos Eugenio Martínez Cruz, docente de la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

ya que eran en esos países en los que los estilos y corrientes arquitectónicas tenían su auge. Así se trabajó por décadas hasta que en 1935, surgen los primeros Arquitectos salvadoreños: Armando Sol y Ernesto de Sola, graduados en Bélgica y Estados Unidos respectivamente.

La UES en vista de la imposibilidad de incorporar a la Facultad de Ingeniería (FI) a los titulados de Arquitecto, decidió modificar su nombre a Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA). La idea según se dijo era que la Facultad de Ingeniería controlara la práctica de la Arquitectura en el país.

En ese tiempo la FIA no había podido producir ningún arquitecto. Es más, hasta después de 13 años, se pudo realizar una nueva incorporación de un graduado de esa disciplina.

Fue hasta 1954 que se funda la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador; pero como un departamento de Ingeniería Civil.

### **3.2.2 Planes de estudio de la carrera de Arquitectura en la Universidad de El Salvador.**<sup>33</sup>

Debido a la inexistencia en un principio de la carrera de Arquitectura, los ingenieros desarrollaban las actividades arquitectónicas. Ésta surge orientada a la ingeniería civil; construyendo un plan de estudios enfatizado a la ingeniería, con implantación cultural extranjera, básicamente europea. Este plan en 1954, estaba dedicado a la élite económica y su contenido programático no presentaba objetivos muy claros, donde solamente un 36% era exclusivo para Arquitectura, el resto era de tipo ingenieril y no existía ninguna vinculación entre materias, debido a que la carrera funcionaba como un departamento de Ingeniería.

En 1958, se separa la carrera de arquitectura y se funda la escuela; desvinculándola de la ingeniería, y permitiéndole promover características propias, cambiándose por un plan de estudios con enfoque artístico. Esto se ve reflejado en la implementación de materias de representación gráfica y

---

<sup>33</sup> Tesis "Ensayo de Diseño Curricular para la carrera de Arquitectura de Universidad de El Salvador"  
Autores: Ligia E. Cansinos Godinez, Silvia Elena García Orellana, Pedro José Guzmán Aparicio. Octubre 1987

artística, que no previeron su aplicación con relación a las materias técnicas; lo que formó un plan de estudios de 77 materias.

En 1966 se crea el proceso de reforma universitaria que se orienta a:

1. La reforma técnico-pedagógica
2. La reforma administrativa
3. Democratizar los servicios universitarios

Para cumplir con esta reforma, se establecen los prerrequisitos y las unidades valorativas, de este modo el estudiante puede dirigirse a la universidad por tiempo parcial y graduarse en menos tiempo. Así la universidad crea el plan de estudios 1966, que busca impulsar el diseño y disminuir el área técnica, se reduce a 49 materias y se mantiene el área gráfica de contenidos teóricos.

El plan de estudios de 1970, surge basándose en nuevas demandas, en bienes y servicios, se aumentan las asignaturas a 52, se enfoca más el área técnica y las materias humanísticas se imparten de manera común, pero su duración es de solo un año; ya que los cambios que se realizan no son mayores y se crea el plan de estudios de 1971, que intenta popularizar al arquitecto en su formación, para así disminuir la idea de lo que era una carrera solo de élite. Para lograrlo el área humanística se orienta a la arquitectura específicamente, y se implementan los talleres de arquitectura en todos los ciclos, enfatizando el área de diseño y las materias se reducen a 41.

Este último plan solo dura un año, por el cierre de la UES en 1972 y se reabre hasta 1973 por el Consejo de Administración Provisional de la Universidad de El Salvador (CAPUES), que impuso el gobierno, y este implanta un nuevo plan de estudios, que es el de 1973 que se concibe completamente opuesto al plan de estudios de 1971, se reduce grandemente el área de humanística, y las asignaturas técnicas aumentan, el área teórica y de representación gráfica, se desligan del área técnica y de diseño. Por esto existe una gran desvinculación en los contenidos programáticos.

El nuevo plan de estudios de 1978, realmente no es variado, solo muestra ciertos cambios de prerrequisitos y unidades valorativas en las materias, por lo tanto se mantienen las características del plan de estudios de 1973:

- Área humanística mínima

- Aumento del área técnica
- El enfoque técnico se orienta solo ante las demandas del mercado formal
- Desvinculación entre asignaturas
- Posee 50 materias

Posteriormente surge el plan 1978 reformado (año 1989), donde se realizan fuertes cambios, aunque no sustanciales, en los contenidos programáticos de las áreas de estudio. Los cambios están relacionados a la idea socio-política que el grupo coordinador del Diseño Curricular consideró convenientes en ese momento.

Las características de este plan son:

- Mínima área humanística
- Disminución de unidades valorativas, con relación al plan anterior (90 U.V.)
- Se vinculan algunas asignaturas por nivel de estudio
- Posee 50 materias
- El área urbanística posee una carga similar al área de Proyección arquitectónica.
- Diversidad de opciones en asignaturas electivas

En 1998 se intentó hacer una nueva reforma, que radicó solamente en el cambio de nombre de una materia y algunos prerrequisitos, así como también algunos contenidos; a esta reforma se le llamó: Plan de estudios 1998 y es con el que se está trabajando en la actualidad.

A continuación se presenta un cuadro de resumen sobre los planes de estudio que han existido:

<b>PLAN</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>
1954	Base extranjera. Para élite, no hay objetivos claros, parte de Ingeniería Civil
1958	Técnica – gráfica (77 materias)
1966	Técnica gráfica pero con menos materias básicas comunes (49 materias)
1970	Técnica, áreas comunes (52 materias)

1971	Lo técnico se orienta ya a lo arquitectónico y se aumenta lo humanístico (41 materias)
1972	CIERRE DE UES
1973	-Plan creado por el régimen CAPUES, humanística mínima, técnico enfatizado a demandas formales -Técnico en diseño de interiores
1976	CIERRE DE UES
1978	Cambian prerrequisitos y unidades valorativas
1980	CIERRE DE UES
1983-1986	UES EN EL EXILIO
1989 (1978 R)	(OFENSIVA FINAL) Cambio al plan, nombre prerrequisitos, unidades valorativas
1998	Cambio al plan, nombre prerrequisitos, unidades valorativas

### 3.2.3 Análisis evolutivo de las Matemáticas en el Plan de Estudio de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador

No se ha podido encontrar mucha información desde el nacimiento de la Escuela de Arquitectura en 1954, acerca de cómo se ha desarrollado la Matemática en el Plan de estudio de la carrera; pero según algunos datos que aparecen en el libro **Origen y Desarrollo histórico de la Matemática en El Salvador**<sup>34</sup>, se puede saber que en 1962, los estudiantes de Arquitectura debían de cursar: Álgebra, Geometría Analítica I, Geometría Analítica II, Cálculo Infinitesimal I y Cálculo Infinitesimal II. Es decir que cursaban 5 asignaturas de matemáticas. En 1967, hubo cambios y se impartía Matemáticas I, II, III, IV y Estadística. Para el año 1973, luego del cierre de la UES y con el plan creado por el CAPUES, la carrera ya solo contaba con Matemáticas I y II, de igual manera se mantiene para el año 1998 hasta la actualidad.

En ningún momento se da a conocer el motivo de los cambios o el estudio que fundamentó el recorte en las asignaturas y contenidos de matemáticas para la carrera de Arquitectura, posiblemente documentos valiosos se habrán perdido o destruido en las intervenciones militares que sufrió la universidad en décadas anteriores.

---

<sup>34</sup> Libro: Origen y Desarrollo de Histórico de la Matemática en El Salvador – Editorial Universitaria Universidad de El Salvador, Colección Investigaciones científicas No. 1 - Julio de 1995  
Autores: J. Mauricio Castro Elizondo y C. Eduardo Alvarado Ramírez

Sin embargo, afortunadamente todavía se pudo lograr una entrevista con el Arq. Julio Martínez, quien ingresó en la segunda promoción de la Escuela de Arquitectura y que al cuestionarlo sobre las matemáticas que se estudiaban en ese tiempo dijo lo siguiente:

*“Las matemáticas las recibíamos junto a los de ingeniería, entonces estudiábamos **Algebra Superior, Física, Estática, Resistencia de Materiales**, luego seguía **Concreto** y por supuesto que estudiábamos **Calculo Diferencial** y **Calculo Integral** que eran los quebraderos de cabeza, aunque el Cálculo diferencial es más o menos deductivo pero el cálculo integral, requería de un poco de mas esfuerzo porque había que memorizar las fórmulas, aunque con las matemáticas nunca tuve problemas. Posteriormente a **Concreto** estudiábamos **Estructuras Metálicas** y también veíamos **Geometría Descriptiva Teórica** y **Geometría Descriptiva Practica.**”<sup>35</sup>*



Por lo tanto, el único cambio que ha tenido las matemáticas en la carrera de Arquitectura de la UES, ha sido en la cantidad, pasando de 4 a 2 asignaturas.

### **3.2.4 Los contenidos de las Matemáticas en el Plan de Estudios vigente de la carrera de Arquitectura.**

Según lo planteado en los aspectos históricos del numeral anterior, los contenidos de las matemáticas en Arquitectura, no han variado significativamente y el diseño de las asignaturas ha sido influenciado por agentes externos, quienes introdujeron los contenidos del Cálculo Infinitesimal desde la perspectiva del contexto del país de procedencia.

Posiblemente los intelectuales que tomaron estas decisiones comprendían la relación entre estas matemáticas y la Arquitectura, pues muchos docentes a

---

<sup>35</sup> Entrevista para el área de Tecnología, Administración y Supervisión de Obras

mediados del siglo pasado, eran extranjeros, de naciones industrialmente avanzadas, y donde posiblemente ellos podían enlazar ese conocimiento; pero actualmente parece que aquí en El Salvador todavía no se ha logrado comprender las aplicaciones del Cálculo Infinitesimal en Arquitectura. Esta falta de claridad en las aplicaciones del Cálculo Infinitesimal, radica posiblemente en la ausencia de una Física Aplicada a la Arquitectura, la cual sería muy difícil de implementar debido al bajo nivel matemático con el que los estudiantes ingresan al nivel universitario.

El cálculo infinitesimal, constituye una parte muy importante de las matemáticas modernas. Es normal en el contexto matemático, por simplificación, llamarlo Cálculo. El cálculo incluye el estudio de los límites, derivadas, integrales y series infinitas, y constituye la mayor parte de los contenidos estudiados en las matemáticas I y II de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, los cuales se presentan a continuación:



## PROGRAMA DE MATEMÁTICA I

### I. GENERALIDADES

AÑO ACADEMICO	: 2010
CICLO	: I
PRE-REQUISITO	: BACHILLERATO
UNIDADES VALORATIVAS	: 4 U.V
DURACION	: 16 SEMANAS
COORDINADOR DE CATEDRA	: ING. JOSÉ MARÍA JÁCOME
COORDINADOR DE EVALUACIONES INDIVIDUALES	: LIC. FRANCISCO RIVERA ZAVALA
COORDINADOR DE EVALUACIONES COLECTIVAS	: LIC. GABRIEL ANTONIO CATACHO
PROFESORES	: ING. RENE ORLANDO POCASANGRE : ING. JULIO CESAR ZEPEDA L. : ING. RICARDO HERRERA MIRÓN ING. ROSA ELVIRA FERNÁNDEZ ING. JESÚS OLIVERIO TORRES LICDA. SILVIA MILAGRO MAYORGA.. LICDA. ALMA AZUCENA DE SANDOVAL

### II. OBJETIVO GENERAL

Proporcionar a los estudiantes los conceptos teóricos del Cálculo Diferencial y sus aplicaciones, y que el estudiante adquiera destreza en la solución de problemas aplicables en INGENIERIA.

### III. DESCRIPCIÓN SINTÉTICA DEL CURSO

Este curso desarrolla la Teoría General de Funciones, Límites y Continuidad, Derivada y las respectivas aplicaciones de cada tópico, haciendo énfasis en problemas de aplicación en Ingeniería.

### IV. DESCRIPCIÓN DEL CURSO POR UNIDADES

#### UNIDAD I: FUNCIONES Y SUS GRÁFICAS

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al finalizar esta unidad el estudiante deberá ser capaz de:

1) Dada una función:

- Evaluarla en diferentes puntos.
- Definir su dominio, contradominio
- Obtener su dominio y contradominio en forma gráfica y analítica
- Determinar si es par o impar

- 2) Definir, graficar, dar dominio, contradominio de las siguientes funciones:
- Constante
  - Potencia:
    - Lineal
    - Identidad
    - Cuadrática de la forma  $y = x^2$
    - Cúbica de la forma  $y = x^3$
    - Raíz
  - Polinomiales
  - Racionales
  - Algebraicas
  - Seccionadas
  - Valor absoluto
  - Trigonómicas
  - Trigonómicas inversas
  - Exponenciales
  - Logarítmicas
- 3) Dadas las funciones cualesquiera definir y obtener la función: suma, resta, producto, cociente y sus respectivos dominios.
- 4) Definir y obtener la función compuesta de dos funciones, así como su dominio.
- 5) Determinar la función inversa de una función
- 6) Reconocer las transformaciones básicas de funciones.
- 7) Graficar funciones aplicando transformaciones básicas.

## CONTENIDOS

- 1.1 Definición de función, dominio y contradominio
- 1.2 Gráfica de una función
- 1.3 Tipos de funciones
- 1.4 Álgebra de funciones
- 1.5 Composición de funciones
- 1.6 Función inversa
- 1.7 Función exponencial y logarítmicas
- 1.8 Funciones trigonométricas y funciones trigonométricas inversas
- 1.9 Transformaciones de funciones
- 1.10 Funciones pares e impares

## UNIDAD II: LÍMITES Y CONTINUIDAD

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al terminar esta Unidad el estudiante deberá ser capaz de:

1. Definir intuitivamente el límite de una función.
2. Definir límite por la izquierda y por la derecha de un valor  $a$ .
3. Calcular límite de una función utilizando la definición intuitiva.
4. Dado el gráfico de una función calcular límites en un punto, así como límites laterales.

5. Enunciar los teoremas de límite de las funciones suma, producto, cociente, potencia y límites especiales de:

a)  $f(x) = \frac{\text{sen } x}{x}$

b)  $h(x) = \frac{1 - \cos(x)}{x}$

6. Encontrar el límite de una función aplicando teoremas.

7. Explicar el significado de las expresiones:

a)  $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = L$

b)  $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = L$

c)  $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = \infty$

d)  $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = -\infty$

8. Calcular asíntotas horizontales, verticales y oblicuas de una función si existen.  
9. Definir la continuidad de una función en un punto.  
10. Dada una función determinar en forma gráfica y analítica si la función es continua o discontinua en un punto.  
11. Definir los diferentes tipos de discontinuidad.  
12. Dada una función con discontinuidad evitable redefinirla para obtener una función continua.

## CONTENIDOS

- 2.1 Introducción a los límites. Definición intuitiva de límite.
- 2.2 Límites laterales
- 2.3 Teoremas sobre límites.
- 2.4 Cálculo de límites aplicando teoremas.
- 2.5 Continuidad, puntual y en un intervalo.
- 2.6 Límites infinitos, asíntotas verticales
- 2.7 Límites al infinito, asíntotas horizontales.

## UNIDAD III: DERIVACIÓN

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al finalizar esta Unidad el estudiante deberá ser capaz de:

1. Definir la derivada de una función.
2. Obtener la derivada de una función a partir de su definición.
3. Enunciar los teoremas básicos referentes a la derivada.
4. Obtener la derivada de una función aplicando teoremas.
5. Enunciar el teorema de la regla de la cadena para derivadas.
6. Aplicar el teorema regla de la cadena para obtener la derivada de una función compuesta.
7. Dada una función, obtener la derivada con respecto a una variable determinada, utilizando derivación implícita.
8. Obtener las derivadas de orden superior de una función dada.

### CONTENIDOS

- 3.1 Introducción (Pendiente de la recta tangente).
- 3.2 Definición de la derivada.
- 3.3 Interpretación geométrica de la derivada.
- 3.4 Derivada como una función.

- 3.5 Reglas de la derivada (teoremas).
- 3.6 Derivadas de funciones.
- 3.7 Regla de cadena.
- 3.8 Derivación implícita.
- 3.9 Derivación logarítmica.
- 3.10 Derivadas de orden superior.

#### UNIDAD IV: APLICACIONES DE LA DERIVADA

##### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al finalizar esta Unidad el estudiante será capaz de:

1. Dada la función  $f$  determinar:
  - a) En que intervalos es creciente y decreciente
  - b) Los valores críticos, máximos y mínimos
  - c) Puntos de inflexión
  - d) En qué intervalos es cóncava hacia arriba y en qué intervalos es cóncava hacia abajo.
  - e) Asíntotas horizontales, verticales y oblicuas si existen.
  - f) Su gráfica
2. Resolver problemas que involucren máximos y mínimos de una función
3. Aplicar la regla de L'Hospital para evaluar límites
4. Resolver problemas sobre tasas relacionadas
5. Resolver problemas usando diferenciales

##### CONTENIDOS

- 4.1 Formas indeterminadas y regla de L'Hospital
- 4.2 Valores máximos y mínimos (extremos de una función)
- 4.3 Teorema del valor medio
- 4.4 Funciones monótonas y criterio de la primera derivada
- 4.5 Concavidad, puntos de inflexión y el criterio de la segunda derivada
- 4.6 Análisis de gráficas
- 4.7 Problemas aplicados de máximos y mínimos
- 4.8 Tasas relacionadas
- 4.9 Diferenciales

#### IV. METODOLOGÍA

##### CLASE EXPOSITIVA

Dos sesiones semanales, de 100 minutos cada una, de exposición teórica y algunos ejemplos de aplicación. El alumno tendrá anticipadamente el material a desarrollar en cada clase, con el objetivo que lo lea previamente, lo estudie; y en la clase aclare dudas y reafirme conocimientos.

### DISCUSIÓN DE PROBLEMAS (LABORATORIO)

Una sesión semanal de 100 minutos en la que el estudiante resolverá ejercicios con la orientación del instructor.

### CONSULTA

Habrà, durante toda la semana, consulta para que el estudiante aclare dudas sobre el material teórico y los ejercicios propuestos.

### V. EVALUACIÓN

Se realizará 3 evaluaciones parciales, 2 cortas individuales y 2 colectivas con la siguiente ponderación:

Parcial I	:	25 %
Parcial II	:	25 %
Parcial III	:	20 %
Evaluaciones individuales	:	20 %
Evaluaciones colectivas	:	10 %

### VI. BIBLIOGRAFÍA

- 1) Material de Apoyo de matemática I de la UCB
- 2) Cálculo Diferencial (Matemáticas 1) con Geometría Analítica.  
Larson Edwars. Hostetler (Adoptado de la 8ª Edición del cálculo) MC Graw-Hill
- 3) Cálculo, Volumen I  
Robert T. Smith  
Roland B. Minton  
(2ª Edición MC Graw-Hill)
- 4) Cálculo Trascendentes Tempranas  
Stewart James  
Thomson Editores  
(4ª Edición MC Graw-Hill)
- 5) El Cálculo  
Leithold Louis  
Oxford University Press (7ª Edición)



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
UNIDAD DE CIENCIAS BÁSICAS



---

**PROGRAMA DE MATEMATICA II**

---

**I. GENERALIDADES**

CÓDIGO DE ASIGNATURA	: MAT-215
PRE-REQUISITOS	: Matemática I
DURACIÓN DEL CICLO	: 16 Semanas
UNIDADES VALORATIVAS	: 4
CICLO	: II/2010
HORAS POR CICLO	: 96
HORAS TEORICAS SEMANALES	: 4
HORAS PRÁCTICAS SEMANALES	: 2
DURACION HORA CLASE	: 50 Minutos

**II. DESCRIPCION DE LA ASIGNATURA**

El curso se inicia con una introducción a matrices y determinantes, siguiendo con el estudio de la integral indefinida y las técnicas de integración más usuales, para luego pasar a la Integral Definida e Integrales Impropias, y se finaliza con las aplicaciones de la integral definida..

**III. OBJETIVOS GENERALES**

1. Proporcionar al estudiante los conceptos teóricos del Cálculo Integral y sus aplicaciones.
2. Que el estudiante adquiera destreza en la solución de problemas aplicables en Ingeniería.

**IV. METODOLOGIA DE LA ENSEÑANZA**

El desarrollo del curso comprenderá:

- a) Clases magistrales semanales (2 sesiones de 100 minutos), donde se expondrá por parte de la cátedra la teoría correspondiente.
- b) Discusiones semanales (sesión de 100 minutos) donde el alumno pondrá en práctica lo desarrollado en las clases magistrales resolviendo problemas con la orientación continuada del instructor.
- c) Consultas Individuales (de asistencia libre); se orientará a los alumnos, que así lo deseen, en las dudas que surjan en la solución de la guía de problemas.

**UNIDAD 0: MATRICES Y DETERMINANTES****OBJETIVO GENERAL:**

Qué el estudiante adquiera destreza en utilizar el método adecuado en la solución de sistemas de ecuaciones lineales.

CONTENIDO	OBJETIVOS TERMINALES
Matrices: definición Operaciones con matrices: - Suma y resta - producto de una constante por una matriz - producto de matrices - Inversa de una matriz Determinante: Definición - Menor - Cofactor Propiedades de los determinantes Resolución de sistemas de ecuaciones lineales - Método de Gauss - Método de Cramer	Al estudiar ésta unidad, el estudiante será capaz de: - Efectuar operaciones con matrices - Calcular el determinante de una matriz cuadrada - Resolver sistemas de ecuaciones lineales mediante el método de Gauss y/o de Cramer

**UNIDAD I: INTEGRAL INDEFINIDA****OBJETIVO GENERAL:**

- Qué el estudiante adquiera destreza en utilizar el método adecuado de integración en el cálculo de una integral

CONTENIDO	OBJETIVOS TERMINALES
1.1 Antidiferenciación. 1.2 Integración por cambio de variable 1.3 Integración por partes. 1.4 Integración de potencias de funciones trigonométricas. 1.5 Integración por sustitución trigonométrica 1.6 Integración de funciones racionales por fracciones parciales. 1.7 Uso de tablas de Integrales	Al estudiar ésta unidad, el estudiante será capaz de: - Definir antiderivada de una función. - Encontrar la antiderivada de una función dada usando cambio de variable. - Aplicar el método de integración por partes - Integrar potencias de funciones trigonométricas. - Aplicar el método de sustitución trigonométrica. - Aplicar el método de fracciones parciales. - Utilizar las tablas de Integración

**UNIDAD II: INTEGRAL DEFINIDA****OBJETIVO GENERAL:**

-- Qué el estudiante adquiera destreza al evaluar integrales .

CONTENIDO	OBJETIVOS TERMINALES
2.1 La Integral definida. Propiedades de la integral definida.	Al estudiar ésta unidad, el estudiante será capaz de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir la integral definida de una función.</li> <li>- Evaluar integrales definidas</li> <li>- Evaluar integrales impropias</li> </ul>
2.2 Teorema del valor medio para integrales	
2.3 Relación entre la derivada y la integral	
2.4 Teorema fundamental del cálculo.	
2.5 Integrales impropias	

**UNIDAD III: APLICACIONES DE LA INTEGRAL DEFINIDA****OBJETIVOS GENERALES:**

- Qué el estudiante adquiera destreza al calcular el área de una región.
- Que el estudiante adquiera destreza al calcular el volumen de un sólido de revolución

CONTENIDO	OBJETIVOS TERMINALES
3.1 Área entre curvas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calcular el área bajo una curva.</li> <li>- Calcular el área entre curvas.</li> <li>- Calcular el volumen de un sólido de revolución utilizando los métodos estudiados en clase.</li> </ul>
3.2 Volúmenes de sólidos de revolución:	
a) Método de los discos.	
b) Método de los anillos.	
c) Método de las capas cilíndricas	
d) Volúmenes de sólidos con secciones de área conocida.	

**V. EVALUACIONES**

Se realizarán las siguientes evaluaciones:

- 3 exámenes parciales:
  - ✓ Parcial I ..... 25 %
  - ✓ Parcial II..... 25 %
  - ✓ Parcial III..... 20 %
- Exámenes de Discusión individual ..... 20 %
- Exámenes de Discusión colectivos..... 10 %

**VI. BIBLIOGRAFÍA.**

1. Larson, R.; Hostetler, R.P.; Edwards, B.H. 2006: "**Cálculo I**". 8ª Edición, México. Mc.Graw-Hill.
2. Thomas Junior, G:B: 2005, Calculo. Una Variable; 11 ed. México, Pearson Educación.
3. Stewart, J. 2002. "**Cálculo. Trascendentes Tempranas**". 4ª Edición, México, Thomson.
4. Leithold, L. 1998. "**El Cálculo**". 7ª Edición, México. Oxford.
5. Smith, R.T.; Minton, R.B., 2003. "**Cálculo**". 2ª Edición, España, Mc.Graw-Hill.

El cálculo infinitesimal tiene amplias aplicaciones en las Ingenierías, la Arquitectura y todas las ramas de la ciencia. Es usado para resolver problemas para los cuales el Álgebra y todas las demás ramas de las matemáticas son insuficientes.<sup>36</sup>

Las bases fundamentales del Cálculo están constituidas por Álgebra, Trigonometría y Geometría Analítica e incluye dos campos principales: Cálculo Diferencial y Cálculo Integral. Las aplicaciones del cálculo diferencial incluyen cálculos que involucran velocidad, aceleración, la pendiente de una curva y optimización. Las aplicaciones del cálculo integral están en cálculos que incluyen elementos de área, volumen, centro de masa, longitud de arco, trabajo y presión. Aplicaciones más avanzadas incluyen Series de Potencias y Series de Fourier.<sup>36</sup>

En base a lo anterior, se podría sostener que las aplicaciones del Cálculo Infinitesimal llegan a la Arquitectura, a través de la Física.

El Cálculo Infinitesimal es a la Física, así como la Geometría es al espacio. Lo que sucede es que la Física ha sido excluida del Plan de Estudios de la carrera, y de ahí que no se comprenda las aplicaciones del Cálculo en la Arquitectura.

Por ahora las matemáticas de las variables están presentes en el plan de estudio de Arquitectura; pero no se reflejan en la Arquitectura que se produce en El Salvador, porque todavía no se han comprendido las aplicaciones del Cálculo Infinitesimal.

Por lo tanto, las ramas de la matemática que predominan en la Arquitectura salvadoreña son: Aritmética, Geometría plana, Álgebra y Trigonometría plana.

Según la mayoría de estudiantes lo que más utilizan es el conocimiento básico (Trigonometría, Geometría, Álgebra y Aritmética) adquirido previo a su ingreso a la universidad; siendo éste un poco reforzado al principio de la asignatura de Matemáticas I. Posteriormente a este pequeño refuerzo los

---

<sup>36</sup> Cálculo Infinitesimal

Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Cálculo\\_infinitesimal](http://es.wikipedia.org/wiki/Cálculo_infinitesimal) (24/04/2010)

estudiantes inician el estudio del Cálculo Infinitesimal, el cual tienen que cursar y aprobar como requisito obligado para pasar a las otras asignaturas de la carrera, ya que no encuentran ninguna conexión entre esos contenidos y la Arquitectura<sup>37</sup>. Entonces muchos se remiten a estudiar por puro acto de obediencia para pasar al siguiente nivel.

Algo interesante es que algunos estudiantes principiantes, creen que aplicarán el Cálculo en las demás asignaturas de la carrera; pero pronto se dan cuenta que no es así.

### **3.2.5 La ausencia de la Estadística en el Plan de Estudios vigente de la carrera de Arquitectura.**

Actualmente no se contempla en el Plan de Estudios de la carrera de Arquitectura, la preparación académica en Estadística.

La Estadística como herramienta de investigación en la parte de diseño Arquitectónico y Urbanismo es esencial principalmente en la fase de diagnóstico de los proyectos que se diseñan para una población determinada.

Con respecto a la ausencia y la necesidad de la Estadística en el Plan de Estudios de la carrera de Arquitectura, se entrevistó en marzo de 2009 al Arq. Manuel Ortiz Garméndez, Jefe del Área de Urbanismo de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, quien opinó lo siguiente:



*“Considero que las Matemáticas dentro del Pensum, son elementos básicos al inicio de todas las carreras de la Facultad. No las matemáticas como un hecho específico de cálculo, sino como una herramienta que genera mayor análisis en las personas, es decir que va a poder razonar cualquiera de las situaciones*

---

<sup>37</sup> Encuesta cualitativa para estudiantes de Arquitectura de la Universidad de El Salvador  
Pregunta No.6 (Ver anexos)

*en las diferentes asignaturas.”<sup>38</sup>*

*“En el caso específico de las asignaturas de Urbanismo III y Urbanismo IV, se estudia el diseño de instrumentos, eso implica conocer Matemáticas básicas; pero también conocer un poco específicamente de Estadística y a partir de ese momento se utiliza hasta el final de la carrera.”<sup>38</sup>*

*“Ahora, también en los software que se estudian para ésta área, principalmente los paquetes estadísticos como el SPSS, que es un software de análisis de datos, el estudiante necesita entender el razonamiento de lo que implica o significa eso.”<sup>38</sup>*

*“Lo que sucede es que muchos aunque tengan los programas, sacan los resultados sin ningún razonamiento, así como sacados de la manga de la camisa, porque no justifican el proceso de interacción de elementos que se observan en la realidad y para poderlos comprobar científicamente, tendrías que generar algunas metodologías como las matrices, para tener un proceso más científico.”<sup>38</sup>*

*“Las asignaturas de Urbanismo, están diseñadas en paquetes de dos, las primeras consisten en un conocimiento general de lo que es el Urbanismo, en la III y IV, se tratan los instrumentos para analizar e interpretar los datos que se obtienen en campo, para eso utilizamos la Estadística; pero se va profundizando más cuando se entra al Urbanismo V y VI, donde tratamos la planificación urbana y diseño urbano. En esta etapa se estudia la población, el territorio y su interacción y hay que planificar esos procesos y para llegar a eso, se tiene que tratar científicamente, entonces se utiliza de nuevo la Estadística para poder hacer las interpretaciones. De igual manera en Urbanismo VII y VIII, cuando ya se trata con casos reales, tienen que lograr analizar e interpretar la situación de las personas en combinación con los aspectos físicos.”<sup>38</sup>*

*“El problema de esto es que quizás no está socializado, a veces creemos que los estudiantes traen algún conocimiento; pero en realidad no lo manejan. Entonces son vacíos que en el tiempo los hemos ido cubriendo y cuando entramos a esos campos los tenemos que estar explicando; pero ya no lo hacemos como se debería de hacer.”<sup>38</sup>*

---

<sup>38</sup> Entrevista para el Área de Urbanismo

*“Lo que debería de ser es que el estudiante los vea primero como instrumento y lo tendrías que pedir para aplicarlo en las siguientes asignaturas.”<sup>38</sup>*

*“Últimamente hubo un congreso en Costa Rica donde las metodologías de análisis de planificación rural, están en base a las matemáticas, donde se evalúa en términos numéricos, para justificar, para tener una base científica sobre los problemas. Eso acá se ha estado explicando, no tanto como nosotros quisiéramos; pero si ha habido algún avance en la explicación de la Estadística.”<sup>38</sup>*

Sin duda la inclusión de la Estadística es necesaria en el Plan de Estudios de la carrera de Arquitectura, ya que las investigaciones deben de estar acuerpadas por datos estadísticos, y los estudiantes como futuros Arquitectos deben de aprender a interpretar y dar significado a los resultados obtenidos para justificar algunas decisiones.

### **3.3 LA DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS**

La didáctica de las matemáticas tiene como objeto de estudio los procesos y elementos existentes en la enseñanza y aprendizaje de esta área de conocimientos.

Entre las teorías de aprendizaje podemos encontrar algunas que han influido de poca o gran manera durante la historia, principalmente en el siglo XX, que es cuando se populariza la enseñanza, estableciendo sistemas de formación en masa, aspecto que en siglos anteriores no existía, debido a la exclusividad y personalización que se le daba solo a las personas que se les permitía el acceso a este tipo de conocimientos.

#### **3.3.1 El Conductismo**

Al hablar de metodologías de aprendizaje no se puede olvidar hacer mención del psicólogo Edward Lee Thorndike (1874 – 1949) considerado como un antecedente de la psicología conductista estadounidense, quien interesado en la teoría del aprendizaje, introducía animales dentro de jaulas, en las cuales, para salir de ellas, era necesario que el animal aprendiera a tirar de

---

<sup>38</sup> Entrevista para el Área de Urbanismo

un cordel o manipular un mecanismo que abría las puertas. El animal, excitado y hambriento, efectuaba una serie de movimientos al azar (ensayos) hasta que, por causalidad, daba con la solución propicia para salir. Una vez aprendida la conducta, desaparecían los ensayos.<sup>39</sup>

A través de sus experimentos Thorndike Formuló la **ley del ejercicio**, según la cual aumenta la probabilidad de una respuesta en función de las veces que se haya dado esa situación en el pasado.

También postuló la **ley del efecto**: *“la posibilidad de alcanzar un estado gratificante favorece la aparición de una conducta. O si se prefiere, un comportamiento que va acompañado de una recompensa queda fortalecido, es decir, tiende a repetirse. De esa manera se consolida el nexo entre situación y respuesta. En cambio, si la situación se acompaña de un estado molesto, el nexo se debilita.”*<sup>39</sup>

Las contribuciones que hizo Thorndike en el campo de las enseñanzas de las matemáticas fueron importantes y planteó que el aprendizaje implicaba las conexiones entre estímulo y respuesta que se producía en el cerebro de los individuos; por lo tanto, los programas para enseñar matemáticas podían elaborarse sobre la base de estímulos y respuestas, los cuales podían traducirse en cambios observables en la conducta de los estudiantes.<sup>39</sup>

En las primeras décadas del siglo XX el psicólogo estadounidense John Broadus Watson fundador de la escuela Psicológica Conductista, se convirtió en el gran teórico del conductismo. Algunas de sus opiniones provocaron indignación entre sus colegas y también en la opinión pública. Una vez escribió: *“El conductista no reconoce ninguna línea divisoria entre el animal y el hombre”*.<sup>40</sup>

Es muy difícil desvincular el conductismo del sistema de formación en masas, ya que muchas veces el docente no puede acoplarse a las particularidades de cada estudiante, sino que al contrario, los estudiantes deben acoplarse a las particularidades del docente y del sistema educativo, generando en ocasiones rechazo de quienes tienen una forma de aprender diferente a la

<sup>39</sup> Fuente: <http://html.rincondelvago.com/conductismo-y-aprendizaje.html> (19/04/2010)

<sup>40</sup> La Didáctica de las Matemáticas: una visión general - Dr. Juan Antonio García Cruz  
Fuente: <http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/rtee/didmat.htm> (19/04/2010)

que el docente utiliza en la enseñanza. Para resolver este tipo de problemas sería necesario iniciar por fortalecer la investigación en didáctica a nivel nacional.

### 3.3.2 Filosofías básicas de aprendizaje

En la actualidad se reconocen básicamente cuatro filosofías de aprendizaje de las matemáticas: Estructuralismo, Mecanicismo, Empirismo y Realismo.

De las cuatro anteriores, las más ampliamente difundidas son el Estructuralismo con la llegada de las Matemáticas Modernas y el Mecanicismo, del cual se pretendía escapar con la llegada del movimiento moderno antes mencionado.

El Ing. René Orlando Pocasangre, docente de Matemáticas de la FIA, durante una entrevista realizada para este trabajo, opina sobre la introducción de las Matemáticas Modernas a nuestro país.

*“Uno de los argumentos por los cuales se dijo que se hacía la reforma en 1969, era porque sostenían que la educación era muy memorística y se quería que los muchachos razonaran, ese era uno de los objetivos de la reforma, pero al final, ni logró que memorizaran, ni que razonaran, entonces ese gran objetivo que había justificado la reforma, no se cumplió.”<sup>41</sup>*



Habría que considerar una concepción básica de estas cuatro filosofías mencionadas anteriormente, para tenerlas presentes en la conceptualización de la propuesta.

Para el **Estructuralismo** las matemáticas constituyen una ciencia lógica deductiva, es decir que se parte de la generalidad para luego concluir sobre

---

<sup>41</sup> Entrevista para las asignaturas de Matemáticas

algo específico, considerándose también como una ciencia cerrada y fuertemente organizada, donde los logros son puramente intelectuales, excluyendo los aspectos afectivos y emocionales del individuo que aprende, siendo además la estructura del sistema la guía del proceso de aprendizaje. En el estructuralismo las matemáticas no se relacionan directamente con la realidad del individuo que aprende, factor por el cual, su implementación en las “Matemáticas Modernas” ha creado un rechazo generalizado de la sociedad hacia las matemáticas.<sup>42</sup>

En el **Mecanicismo** raramente se parte de problemas cercanos al estudiante, prestándole poca importancia a las aplicaciones como origen del aprendizaje de conceptos o procedimientos. En el estilo mecanicista se estudian las matemáticas como un conjunto de reglas que el estudiante debe aplicar a problemas similares a los ejemplos previos. Se presta mucha atención a la memorización, por lo cual lograr la comprensión de los procesos que se hacen era uno de los grandes problemas que se pretendía solucionar con la implementación de las Matemáticas Modernas; pero al final también resultó ser un fracaso.<sup>42</sup>

**El Empirismo**, enfoca su punto de partida del aprendizaje en la realidad cercana del estudiante, donde se adquieren experiencias y contenidos útiles, pero carece de profundización matemática y de un aprendizaje donde la secuenciación aditiva de contenidos es secundaria.<sup>42</sup>

**El Realismo** toma como punto de partida del aprendizaje la realidad cercana del estudiante; pero al contrario que el Empirismo se profundiza más en los aspectos matemáticos y en la sistematización del aprendizaje, es decir se aprende de forma secuencial y aditiva. Es una enseñanza orientada básicamente a la reconstrucción de procesos por parte del estudiante, para resolver problemas de su entorno.<sup>42</sup>

Estos son a grandes rasgos los principales aspectos característicos de las cuatro filosofías de enseñanza de las matemáticas de las que se habla en la actualidad, conceptualizaciones a tomar en cuenta para la propuesta que se realizará en el capítulo final de este trabajo.

---

<sup>42</sup> Matemáticas y su didáctica

Fuente: <http://dmi.uib.es/~felixrd/docs/filosofias.pdf> (19/04/2010)

Además de considerar las filosofías de enseñanza, también otro aspecto importante son las diferentes formas de aprender que tienen los estudiantes, por lo cual se cita a continuación el siguiente caso.

### **3.3.3 El aprendizaje práctico y el aprendizaje abstracto (El Tech Prep estadounidense)**

En los Estados Unidos existe un movimiento que lidera el proceso de reforma educativa, este movimiento se denomina Tech Prep<sup>43</sup>. Mediante sus investigaciones han llegado a concluir que a nivel general existen dos formas de aprendizaje: el aprendizaje práctico y el aprendizaje abstracto.

De acuerdo a investigaciones realizadas en los Estados Unidos (pero que pueden tener aplicabilidad en otros países), aproximadamente el 65% de la población estudiantil pertenece al grupo de alumnos que aprenden mejor de forma práctica, constituyéndose en lo que algunos escritores llaman la “mayoría olvidada”. Sin embargo la mayoría de asignaturas que se cursan, tradicionalmente se enseñan de forma que beneficia precisamente a los alumnos que aprenden mejor de forma abstracta, los cuales constituyen menos del 25% de la población estudiantil.

Una conclusión muy importante a la que se ha llegado es que la mayoría de los alumnos aprende mejor cuando pueden conectar los nuevos conceptos con el mundo real a través de sus propias experiencias o las experiencias que puedan darle sus profesores.

Los programas del tipo Tech Prep brindan varias posibilidades. Al terminar un programa de ese tipo, puede continuar su educación universitaria o también puede optar por salidas laborales para trabajos de especialización técnica en los cuales se requiere tanto de las habilidades académicas como de las habilidades técnicas.

Con respecto a lo anterior, en el caso del sistema educativo salvadoreño no se hace investigación educativa sobre como aprenden los estudiantes y se

---

<sup>43</sup> ENSEÑANZA CONTEXTUAL DE LAS MATEMATICAS

Fuente: <http://www.cord.org/uploadedfiles/Ensenanza%20Contextual%20de%20Matematica.pdf> (23/04/2010)

intenta unificar a todos en las formas abstractas de enseñanza, ocasionando en muchos casos un rechazo natural por parte del estudiante. Por esa razón es bastante típico, catalogar en El Salvador a personas con el dicho “no son buenas para el estudio” las cuales muchas veces terminan abandonando la escuela debido a su record académico; pero que resultan ser muy inteligentes en las áreas técnicas de trabajo, en esos casos, el problema no estaba en el estudiante, sino en la forma abstracta de aprendizaje que se le quiso imponer.

Es importante tomar en cuenta los aspectos señalados en el Tech Prep estadounidense, ya que la complicación abstracta innecesaria del lenguaje matemático que se hizo con la introducción de las Matemáticas Modernas, terminó al final ocasionando un rechazo general de la sociedad hacia su estudio.

En la actualidad se empiezan a aplicar medidas correctivas, inclinándose ahora más hacia el empirismo y al realismo, donde el aprendizaje es más práctico y relacionado con la vida cotidiana del sujeto que aprende.

### **3.3.4 Otros Enfoques**

Las diversas problemáticas en la didáctica de las matemáticas, hacen que siempre se busquen mejores formas de enseñar y de aprender, por parte de personas particulares, instituciones e incluso gobiernos de los países que consideran elemental el conocimiento de las matemáticas para el desarrollo de su nación.

A continuación se presentan dos de estos enfoques con los que se pretende que la didáctica mejore.

#### **3.3.4.1 Las matemáticas recreativas**

Las matemáticas recreativas o divertidas es un enfoque de estudio de la didáctica de las matemáticas que se concentra en la obtención de resultados a través de actividades lúdicas o bien de resultar entretenida en su práctica.<sup>44</sup>

---

<sup>44</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Matemática\\_recreativa](http://es.wikipedia.org/wiki/Matemática_recreativa) (19/04/2010)

El concepto de matemáticas recreativas no es algo nuevo, ya en culturas del pasado se hacían prácticas similares y se planteaban los problemas matemáticos con formas muy entretenidas, principalmente en los países asiáticos, tal es el caso del Aryabhatiya de Aryabhata en las matemáticas hindúes, el Tangram en las matemáticas chinas y el Sudoku en las matemáticas japonesas.

Algunos tópicos relacionados a matemáticas recreativas son:

- El Sudoku
- El cuadrado mágico
- El cubo de Rubik
- Los fractales
- El Tangram
- El origami
- 142857
- El juego del oso
- El timbiriche o juego de los cuadraditos
- Las poliformas

El método japonés de enseñanza, se podría decir que tiene una buena dosis de este enfoque de las matemáticas recreativas.

En octubre de 2008, El profesor japonés Takao Seiyama, investigador de la Universidad de Tsukuba y experto en didáctica, compartió con el pueblo de Chile, el método que ha llevado a Japón a los primeros lugares a nivel internacional en matemáticas. Esto como parte de un convenio de cooperación con la Agencia de Cooperación de Japón (JICA) para el Mejoramiento de la Educación Matemática en Chile con asistencia técnica de la nación nipona. El encuentro fue publicado por la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, con el título: *“Método japonés: matemáticas que sí pueden ser entretenidas”*.<sup>45</sup>

En este encuentro la primera barrera fue la del idioma ya que el profesor hablaba japonés y los alumnos español. La segunda barrera fue más bien cultural, ya que los pequeños estudiantes del séptimo básico de la Escuela

---

<sup>45</sup> Fuente: <http://asiapacifico.bcn.cl/noticias/cultura-y-sociedad/metodo-japones-matematicas> (18/05/2010)

Gaspar Cabrales de Valparaíso fueron educados en su pasado dentro de un sistema de enseñanza repetitivo de fórmulas, donde la memoria prima sobre el entendimiento.

El profesor Seiyama ofreció una demostración del método japonés en una sesión interactiva, entretenida y basada en el ensayo y error, prescindiendo de los formalismos que tradicionalmente se tienen en el país de Chile.

Luego de un poco más de tres horas de haber empezado con la sesión, el nipón fue desarrollando junto a los niños varios ejercicios de fracciones. Entre medio de consultas, humor, interacción y seguimiento personalizado, de esta manera empezaron a surgir las diferencias entre la manera tradicional de abordar los planteamientos y se intentaron buscar formas comunes de solucionar los problemas.

Terminada la sesión el profesor Seiyama comentó: *“La capacidad de aprender y el entusiasmo es el mismo en todo el mundo. Para mejorar la enseñanza es necesario construir las lecciones junto con los alumnos, para que ellos participen y más importante aún es que los estudiantes puedan explicarse entre ellos, utilizando su propio lenguaje”*.<sup>45</sup>

Agregó también que la idea principal para mejorar las clases por parte de los docentes es aprender a observar, perder el temor a ser criticado y atreverse a intercambiar visiones diferentes sobre la enseñanza: *“Cada profesor debe estudiar cómo hacer sus clases, pero debe abrirla, que todos vean y opinen sobre cómo las hace.” “Como profesores debemos hacer que los niños piensen, activarlos y no sustituir el pensamiento de ellos por el nuestro”*.<sup>45</sup>

Pero después de todo, el principal mensaje que dejó el profesor Seiyama a los cientos de docentes chilenos fue: *“Dejen que los niños piensen”*.<sup>45</sup>

Otra opinión que abona al conocimiento sobre las matemáticas recreativas es la del reconocido matemático Bernardo Recamán Santos, graduado de la Universidad de Warwick, Inglaterra en un fragmento de la entrevista que [www.EDUTEKA.org](http://www.EDUTEKA.org) hizo en febrero de 2008, opina lo siguiente:

---

<sup>45</sup> Fuente: <http://asiapacifico.bcn.cl/noticias/cultura-y-sociedad/metodo-japones-matematicas> (18/05/2010)

*“Que sean divertidas no quiere decir que se aprendan sin esfuerzo. Significa que no deberían aburrir a nadie, y mucho menos ser causa de tedio. La literatura acerca de las matemáticas recreativas es inmensa. Hoy todos los que trabajamos en ese campo somos discípulos de Martin Gardner, cuyos libros no deberían faltar en los anaqueles de ningún profesor de matemáticas.”*<sup>46</sup>



Por el momento la conceptualización de las matemáticas como divertidas, solo forma parte de algunos planteamientos teóricos en nuestro país, pues todavía es muy difícil que los estudiantes se refieran a las matemáticas como una asignatura divertida.

### **3.3.4.2 El modelo constructivista en la enseñanza de las matemáticas**

La renovación de la enseñanza de las matemáticas exige nuevas características ya que tras varias décadas de esfuerzos no se ha producido una renovación efectiva de la enseñanza, que tenga como resultado un nuevo modelo capaz de dar respuesta las dificultades encontradas.<sup>47</sup>

Se debe terminar con la práctica pedagógica de la mera transmisión de conocimientos ya elaborados, que concibe la enseñanza como un simple traslado de información, mediante un discurso que cure la ignorancia del estudiante.<sup>47</sup>

Ante la problemática dentro de la psicología de la enseñanza de la matemática, la cual consiste en proveer de una teoría que facilite el proceso de enseñanza-aprendizaje, actualmente los investigadores ven con buenos ojos el constructivismo.<sup>47</sup>

El modelo constructivista consiste de manera general, en un marco teórico que

---

<sup>46</sup> ENTREVISTA CON EL MATEMATICO BERNARDO RECAMAN

Fuente: <http://www.eduteka.org/EntrevistaBernardoRecaman.php> (19/04/2010)

<sup>47</sup> MODELOS TEÓRICOS EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA

Fuente: <http://redexperimental.oob.mx/descargar.php?id=411>. (20/05/2010)

guía el desarrollo de las actividades instruccionales que desarrolla el docente, de modo que pueda facilitarle al estudiante la construcción progresiva de conceptos y procedimientos matemáticos, por sí mismo, es decir que el estudiante construye su propio conocimiento; pero con la ayuda del profesor.<sup>47</sup>

Lo anterior no significa que el rol del docente es secundario, sino que se refiere a que los profesores tienen que ser más estratégicos a la hora de las clases, para que los estudiantes tomen las riendas de su propio aprendizaje, claro con la guía del profesor. En ese sentido ya no basta que el profesor sea un erudito en el conocimiento de las matemáticas y se vaya a parar frente a la pizarra a llenarla de números y que luego recurra a explicaciones largas, tediosas y con un lenguaje poco entendible para los estudiantes.

En el constructivismo el conocimiento es construido por el estudiante, tomando en cuenta su propia experiencia, motivaciones e intereses, no se trata de que el profesor que sabe mucho y es superior a los estudiantes.

### **3.3.5 Los tipos de evaluación.**

Generalmente los tipos de evaluación, así como la didáctica de las matemáticas es un tema común en todo el mundo, por tal razón no existe mucha diferencia entre una región geográfica y otra.

Considerando lo anterior, los tipos de evaluación que sugiere el MINED en la Reforma de 2008, coincidan a nivel general con los tipos de evaluación considerados en otros países. Además de esto, es necesario tener en cuenta las experiencias previas que han tenido los estudiantes de nuevo ingreso, por eso se hace referencia en los párrafos siguientes a los Lineamientos de Evaluación<sup>48</sup> presentados por el MINED en la Reforma de 2008.

Para el MINED, el proceso de aprendizaje debe evaluarse continuamente considerando criterios e indicadores de logro para la resolución de problemas, estos indicadores están relacionados con los objetivos y los contenidos de cada una de las unidades.

---

<sup>47</sup> MODELOS TEÓRICOS EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA

Fuente: <http://redexperimental.gob.mx/descargar.php?id=411>. (20/05/2010)

<sup>48</sup> Programas de Estudio Matemáticas – Lineamientos de evaluación - MINED

De esta manera, se supone que los estudiantes desarrollarán las competencias matemáticas vinculadas con los diferentes contenidos. Con respecto a las evaluaciones, el profesor puede utilizar los resultados para mejorar el diseño de los recursos y materiales utilizados para la enseñanza, según las características específicas de cada caso.

Los indicadores de logro para cada contenido, constituyen un medio para que el docente determine el grado de avance que los estudiantes han tenido en el desarrollo de las competencias.

*“Los criterios de evaluación clarifican y ponderan lo que se valora, lo que se considera importante y representativo del aprendizaje. Por ejemplo, al traducir en una ecuación una frase dada, las competencias asociadas son: razonamiento lógico al interpretar información, utilización de lenguaje matemático al aplicar símbolos y notación matemática con un significado preciso. Estos criterios son ponderados para facilitar al profesor la asignación de notas.”<sup>48</sup>*

Los Lineamientos de Evaluación propuestos por el MINED, incluyen tres tipos de evaluación:

a) **Evaluación diagnóstica:** lo que se busca saber son las competencias que poseen los estudiantes al inicio del año y al inicio de cada unidad de la asignatura, mediante la aplicación matemática en la resolución de situaciones problemáticas de la vida cotidiana.

b) **Evaluación formativa:** esta se refiere al aprendizaje mediante ensayo o error, de manera que el docente y los mismos estudiantes puedan identificar las causas de los errores o confusiones durante el proceso de aprendizaje, para que el docente pueda ayudarles a superarlos antes de asignar una calificación final.

c) **Evaluación sumativa:** esta evaluación es la que se hace para verificar al final de la unidad, las competencias adquiridas por los estudiantes con el fin de enfrentar situaciones problemáticas de su entorno, a través de pruebas diseñadas para evaluar los contenidos conceptuales y procedimentales de

---

<sup>48</sup> Programas de Estudio Matemáticas – Lineamientos de evaluación - MINED

manera independiente o integrada, tomando en cuenta los indicadores de logro.

No hay que olvidar que los anteriores lineamientos de Evaluación son considerados para un aprendizaje basado en competencias, el cual ha sido considerado por el MINED como el adecuado para el contexto actual de El Salvador.

Existen clasificaciones más generales sobre los tipos de evaluación. Según el Instituto de Ciencias del Hombre de la Escuela de Postgrado de la Universidad de Alcalá en España<sup>49</sup>, se consideran los siguientes:

**a) Según su finalidad y función:**

**a.1) Función formativa:** es una evaluación que se hace durante el proceso de enseñanza-aprendizaje y funciona como una estrategia de mejora, previa al cumplimiento de los objetivos planteados.

Es la evaluación formativa a la que se refiere el MINED en su propuesta implementada a partir del 2008.

**a.2) Función sumativa:** se aplica en la evaluación de productos, es decir al final del proceso de aprendizaje. Con esta evaluación no se pretende modificar, ajustar o mejorar el objeto de la evaluación, sino simplemente determinar en qué medida se lograron los objetivos esperados. Es la evaluación sumativa a la que se refiere el MINED en su propuesta implementada a partir del 2008.

**b) Según su extensión:**

**b.1) Evaluación global:** este tipo de evaluación pretende abarcar todos los componentes, ya sea de un estudiante, de todo el centro educativo o de algún programa en específico. Es una forma de ver de manera general el estado del objeto que se evalúa. Este objeto se considera de un modo

---

<sup>49</sup> LA EVALUACIÓN EDUCATIVA: CONCEPTOS, FUNCIONES Y TIPOS.  
Instituto de Ciencias del Hombre Escuela de Postgrados, universidad de Alcalá, España  
Fuente: <http://www.oposicionesprofesores.com/biblio/docueduc/LA%20EVALUACION%20EDUCATIVA.pdf> (18/05/2010)

holístico, es decir, como una totalidad interactuante, en la que cualquier modificación en uno de sus componentes tiene consecuencias en el resto. Al final las valoraciones y las conclusiones son a nivel general.

**b.2) Evaluación parcial:** este tipo de evaluación abarca solo un componente específico, ya sea de un estudiante, de todo el centro educativo o de algún programa en específico. Con este tipo de evaluación se puede profundizar en detalles específicos del estado o situación del objeto que se quiere evaluar.

### **c) Según los agentes evaluadores:**

**c.1) Evaluación interna:** es aquella que llevan a cabo los propios integrantes de un centro de estudios, un programa educativo, etc. En pocas palabras podría decirse que es evaluarse a sí mismos. La evaluación interna ofrece diversas alternativas de realización: autoevaluación, heteroevaluación y coevaluación.

**c.1.1) Autoevaluación:** los evaluadores evalúan su propio trabajo, de tal forma que un alumno puede evaluar su propio rendimiento o ya sea un centro de estudios, programa, etc. En la autoevaluación el evaluador y el evaluado coinciden en las mismas personas.

**c.1.2) Heteroevaluación:** evalúan una actividad, objeto o producto, evaluadores distintos a las personas evaluadas, pero dentro de la misma institución o programa.

**c.1.3) Coevaluación:** es aquella en la que unos sujetos o grupos se evalúan mutuamente, por ejemplo, alumnos y profesores mutuamente o ya sea entre unos y otros equipos docentes. En este tipo de evaluación interna, evaluadores y evaluados intercambian su papel alternativamente.

**c.2) Evaluación externa:** se da cuando personas que no pertenecen a la institución o al programa, evalúan su funcionamiento. Suele ser el caso de la "evaluación de expertos". Estos evaluadores pueden ser inspectores de evaluación, investigadores o equipos de apoyo externo.

### **d) Según el momento de aplicación:**

**d.1) Evaluación inicial:** se realiza al comienzo del curso académico, de la implantación de un programa educativo, del funcionamiento de una institución escolar, etc. Consisten en el conocimiento de la situación desde su punto de partida, de tal manera que al generar diagnóstico, se puedan hacer los cambios que se consideren apropiados según sea el caso.

**d.2) Evaluación procesual:** consiste en la valoración a través del conocimiento continuo de la situación, durante el tiempo estipulado para lograr los objetivos. Se puede aplicar al funcionamiento de un centro, de un programa educativo, del proceso de aprendizaje de un alumno, de la eficacia de un profesor, etc. La evaluación procesual es de gran importancia dentro de una concepción formativa de la evaluación, porque permite tomar decisiones de mejora sobre la marcha.

**d.3) Evaluación final:** consiste en la recogida y valoración de datos al finalizar de un periodo de tiempo previsto para la realización de un aprendizaje, un programa, un trabajo, un curso escolar, etc. o para la consecución de unos objetivos. Es por lo general la que tradicionalmente se utiliza para la asignación de calificaciones.

Resultan interesantes los planteamientos donde se evalúa el propio sistema de enseñanza, ya que ahora el objeto de evaluación no solo va encaminado a los estudiantes, sino también a los docentes y a todo el sistema de enseñanza-aprendizaje, incluyendo el mismo centro de estudios, de manera que se puedan identificar de una manera más integral los problemas de la didáctica para intentar resolverlos.

Tener en consideración los anteriores tipos de evaluación constituye un insumo interesante para las sugerencias de lineamientos de evaluación que se plantearan en la propuesta que resulte de este trabajo.

### **3.3.6 La didáctica actual de las matemáticas en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador.**

El problema de la didáctica de las matemáticas en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador es fundamentalmente un problema de motivación, el cual vienen cargando los estudiantes desde el Sistema de

Educación Básica y Media, esto se debe a que las matemáticas no se estudian desde una perspectiva clara y práctica en relación con los anhelos profesionales futuros de los estudiantes.

En una encuesta cualitativa se llegó a conocer que la mayoría de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, afirman que los docentes de matemáticas no orientan la asignatura con un enfoque hacia la carrera y que por lo tanto no aplican esos contenidos en el estudio de la Arquitectura. Es importante destacar que en esta tendencia coincidió el 71% de la muestra efectiva de estudiantes de quinto año. Otra parte de los estudiantes afirmó que los docentes de matemáticas enfocan las asignaturas hacia las ingenierías y que enseñan aplicaciones para ellas; pero no para la carrera de Arquitectura.<sup>50</sup>

Es necesario observar un detalle en el programa de la asignatura de Matemáticas<sup>51</sup>, cuyo encabezado dice lo siguiente:

*“UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
UNIDAD DE CIENCIAS BASICAS  
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS”*<sup>51</sup>

Se ha subrayado la diferenciación que se hace entre Ingeniería y Arquitectura, porque si bien se separa es porque son diferentes.

El objetivo general dice lo siguiente: *“Proporcionar a los estudiantes los conceptos teóricos del Calculo Diferencial y sus aplicaciones, y que el estudiante adquiera destreza en la solución de problemas aplicables en INGENIERÍA”*<sup>51</sup>

La descripción sintética del curso dice lo siguiente: *“Este curso desarrolla la Teoría General de Funciones, Límites y Continuidad, Derivada y las respectivas aplicaciones de cada tópico, haciendo énfasis en problemas de aplicación en Ingeniería”*.<sup>51</sup>

---

<sup>50</sup> Encuesta cualitativa para estudiantes de Arquitectura de la Universidad de El Salvador  
Pregunta No.8 (Ver anexos)

<sup>51</sup> Programas de Estudio de la asignatura de Matemáticas I – FIA –UES (Ver pág. 64)

En el encabezado trata a la Ingeniería y a la Arquitectura como disciplinas diferentes incluidas para esta asignatura, pero en el objetivo general y en la descripción sintética del curso excluye a la Arquitectura. Entonces el problema también proviene desde el diseño de la asignatura, la cual no toma en cuenta a la Arquitectura y por consiguiente no toma en cuenta los intereses de todos los estudiantes de esa carrera, esto se observa tanto en matemáticas I como en Matemáticas II.

Durante el desarrollo de este trabajo, se llegó a conocer que en promedio, el 83% de los estudiantes que conforman la muestra efectiva, no están satisfechos con el estudio de las matemáticas en la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, ya que en primer lugar, consideran que las metodologías de aprendizaje empleadas, no son las adecuadas, por lo que no se sienten incentivados y los docentes son bastante inaccesibles para dar consultas. En segundo lugar, la insatisfacción se debe a que consideran que no se enseña lo necesario o lo adecuado para la carrera y que por lo tanto no se aplican los conocimientos matemáticos adquiridos, en el estudio de la Arquitectura. En tercer lugar, la insatisfacción se debe a que la asignatura, se estudia a un ritmo muy acelerado, habiendo muchos temas que al final poco logran comprender.<sup>52</sup>

En la encuesta cualitativa se llegó también a conocer que un promedio del 70% de los estudiantes de la carrera de Arquitectura, reconocen en primera instancia que las matemáticas las aprenden asistiendo a las clases teóricas y de laboratorio. El otro 30% de los estudiantes reconocen que recurren a formas alternativas de aprendizaje, destacando entre ellas el aprender, repitiendo ejercicios de las guías o de los libros para adquirir práctica para los exámenes parciales y laboratorios evaluados, actividad que realizan de forma individual o grupal.<sup>53</sup>

Recientemente en la formación de docentes de matemáticas, se ha combinado la demanda de los conocimientos propios de la asignatura, con la psicología de la educación; pero esto aún, no es suficiente, en el sentido de

---

<sup>52</sup> Encuesta cualitativa para estudiantes de Arquitectura de la Universidad de El Salvador  
Pregunta No.4 (Ver anexos)

<sup>53</sup> Encuesta cualitativa para estudiantes de Arquitectura de la Universidad de El Salvador  
Pregunta No.3 (Ver anexos)

que no existe un enfoque integrado, que reconozca el hecho de que las estrategias de enseñanza están en buena manera determinadas por la especificidad de los contenidos a enseñar, según una disciplina de estudio.

Esta es una forma de pensamiento que contribuye a que en la carrera de Arquitectura, no se vea con ningún problema el hecho de que los docentes de matemáticas no sean Arquitectos o que siendo de otras disciplinas de ingenierías o licenciatura en matemáticas, no tengan una capacitación, que les genere un conocimiento más profundo sobre el plan de estudios de la carrera de Arquitectura, para la cual sirven la asignatura de matemáticas.

Con respecto a este punto, se cuestionó al Arq. Mauricio Amílcar Ayala, Jefe y docente del Área de Taller de Proyección de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, en una entrevista que se realizó en febrero de 2010, al manifestarle la inquietud que los estudiantes habían mostrado en el sentido de que los docentes de matemáticas dominan la materia, pero no la relacionan con la carrera, opinó lo siguiente:

*“Yo creo que es válida la observación, lo cierto es que eso tiene relación con lo que te decía, pues ellos aprendieron las matemáticas y las dominan, pero quizás las están enseñando por el conocimiento mismo. Entonces esa relación con la realidad, por ejemplo las desigualdades, límites de una función, la derivada, es decir hasta que punto esos conceptos uno los va a usar en la carrera.”*<sup>54</sup>



*“Yo recuerdo que cuando estudié, hubo en la materia de Estructuras II, una pequeña aplicación de la derivada y fue hasta ahí que yo relacioné la derivada que me enseñaron en Matemáticas con ese ejercicio de Estructuras; pero cuando me enseñaron la derivada, nunca me dijeron que en Estructuras me iba a servir o por qué estábamos estudiando eso, entonces era un conocimiento muy abstracto y en ese sentido*

---

<sup>54</sup> Entrevista para el área de Taller de Proyección

*creo que tienen razón y el problema está en quién enseña, cómo la enseña y que el docente también tenga la conciencia de que eso que está enseñando, es porque el estudiante lo va a utilizar en un determinado punto de la carrera.”*<sup>54</sup>

*“Desde esa perspectiva creo que tienen razón, en el sentido de que son docentes que no han estudiado esta carrera o que no saben que la relación de esos contenidos se da en un determinado punto de la misma y eso es algo que hay que tratar de mejorar porque quizás sería de ordenar los contenidos de arriba hacia abajo, para ir vinculándolos con lo que se enseña en Matemáticas. Esa relación es la que quizás hace falta.”*<sup>54</sup>

Considerando siempre el punto de la falta de aplicación de las matemáticas que se cursan en la carrera de Arquitectura, se cuestionó al Arquitecto Manuel Heberto Ortiz Garméndez, Jefe y docente del Área de Urbanismo de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, en marzo de 2010, quien opinó lo siguiente:

*“Es que la gente quiere ahora aplicaciones prácticas; pero en ingeniería, en muchos cálculos de los que ellos hacen, si utilizan la derivada e integral, el problema es que aquí en Arquitectura, no tenemos unas Matemáticas o unas Estructuras especialmente para la carrera.”*<sup>55</sup>



*“ Si fuéramos igual que en otras universidades del mundo vas a ver que estudian las derivadas y las integrales y después muchos procesos los hacen con estas herramientas del cálculo, porque te resumen esos procesos; pero nosotros nunca lo hemos hecho así, todo lo hacemos a nivel de Aritmética y Álgebra.”*<sup>55</sup>

---

<sup>54</sup> Entrevista para el área de Taller de Proyección

<sup>55</sup> Entrevista para el área de Urbanismo

*“Si nosotros quisiéramos hacer algo similar tendríamos que buscar cuales son los contenidos que posteriormente vamos a ocupar y estos tendrían que ser obligatorios.”*<sup>55</sup>

A consideración de algunos especialistas en el área de matemáticas, no tiene sentido estudiar matemáticas sin conocer su significado y aplicación. Uno de ellos es el reconocido matemático Bernardo Recamán Santos, graduado de la Universidad de Warwick, Inglaterra, quien en una entrevista realizada por [www.EDUTEKA.org](http://www.EDUTEKA.org) en febrero de 2008, opinó lo siguiente:

*“Sobra todavía hacer tanto énfasis en lo memorístico y mecánico y falta hacerlo en la comprensión. De nada me sirve saber de memoria la ecuación cuadrática, por ejemplo, y saberla despejar, si no entiendo qué significa y en qué se aplica. Si la olvido, la busco en Internet, pero si no la entiendo, estoy fregado.”*<sup>56</sup>



Por otra parte, otro problema importante es el que tienen los docentes para atender de forma personalizada las dificultades específicas de cada estudiante, tomando en cuenta que las clases en las asignaturas de matemáticas I y II, son muy desproporcionadas, ya que existen grupos de hasta 100 estudiantes por docente y en los cuales se encuentran a la misma vez, estudiantes de Ingeniería Civil, Ingeniería Química, Ingeniería en Sistemas Informáticos, Ingeniería Industrial, Ingeniería en Alimentos, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica y Arquitectura, por lo que enseñar aplicaciones para una determinada carrera es casi imposible.

El Ing. René Orlando Pocasangre, docente de matemáticas de la Unidad de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, en una entrevista realizada en marzo de 2010, manifestó lo siguiente:

---

<sup>55</sup> Entrevista para el área de Urbanismo

<sup>56</sup> ENTREVISTA CON EL MATEMATICO BERNARDO RECAMAN

Fuente: <http://www.eduteka.org/EntrevistaBernardoRecaman.php> (19/04/2010)

*“En los cursos de matemáticas I, tengo gente sentada debajo de la tarima porque no caben, indudablemente eso no es correcto, porque los grupos deberían de andar por 20 estudiantes máximo. En grupos muy grandes es casi imposible que el estudiante no se desconcentre, más que vienen de no estar en grupos tan grandes y de otras metodologías donde le han enseñado a tomar algunas notas, y aquí es diferente, no le gritan, no le hacen dictados, esas y otras situaciones complicadas ocasionan muchos problemas y al final es “la ley de la selva”, “sálvese quien pueda.”<sup>57</sup>*



También se le cuestionó sobre la aplicación de los contenidos de matemáticas a la carrera de Arquitectura, siendo su opinión la siguiente:

*“Con respecto a los contenidos, el currículum dice que la matemática I es igual para las Ingenierías y Arquitectura, entonces se supone que el estudiante de Arquitectura debe tener las áreas básicas de Ingeniería, pero tal vez por su vocación está más orientado al diseño arquitectónico que a la matemática y ahí se dan algunos problemas, aunque debiera ser quizás contenidos diferentes. Cuáles son los contenidos y objetivos para cada disciplina, eso lo tiene que decidir el Comité Curricular en base a un estudio, porque a mí me parece que no pueden ser los mismos objetivos y contenidos para un estudiante de Ingeniería Eléctrica, que para un estudiante de Arquitectura. Algunos temas como por ejemplo, la Transformada de Laplace y las Series de Fourier, supongo que en Arquitectura no lo van a utilizar y en ingeniería eléctrica si lo utilizan, entonces si se pudiera en un futuro y eso lo tienen que decidir los que elaboran el currículum, las matemáticas para Arquitectura deberían ser diferentes a las de ingenierías, claro que también dependiendo del perfil del Arquitecto que se quiera formar.”<sup>57</sup>*

Otra situación que se presenta con frecuencia es la falta de interés para discutir los planes y las metodologías que tradicionalmente muestran dificultades especiales.

---

<sup>57</sup> Entrevista para la Asignatura de Matemáticas

Otro factor que contribuye a que la situación no cambie es la resistencia cultural al cambio, donde con frecuencia el docente y los estudiantes están acostumbrados a que las matemáticas no tengan una relación directa con el Plan de Estudios de la carrera de Arquitectura.

Lo anterior tiene como consecuencia que el interés de los estudiantes de Arquitectura por las matemáticas debe surgir de las matemáticas mismas y no de la interacción con su disciplina de estudio. Además de esto hay que considerar que también algunos docentes de las otras asignaturas de la carrera de Arquitectura, donde se requieren de las matemáticas como herramienta que sitúe e interrelacione adecuadamente, las ideas y los conceptos centrales, recibieron su formación, en similar situación, donde han aprendido a eludir el uso de las matemáticas; actitud que algunos mantienen, a pesar de que en la Arquitectura, las Matemáticas y la Física cada día cobran mayor relevancia.

El alto porcentaje de insatisfacción que los estudiantes presentan, podría cambiar si ellos llegaran a conocer cómo los conocimientos matemáticos que adquieren pueden aplicarlos a la carrera que estudian; pero con frecuencia el docente de matemáticas no tiene tiempo para verlos o los desconoce. De esta manera el aprendizaje de las matemáticas podría no aparecer sujeto a un mero requisito por aprobar el curso y pasar a las siguientes asignaturas de la carrera.

Durante la elaboración de este trabajo, no se logró conocer la justificación de los cambios en los planes de estudio de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador. No se sabe en qué están fundamentados los programas de estudio de Matemáticas y en base a qué se eliminó la Física del Plan de estudios o porqué la Estadística se encuentra ausente, siendo una herramienta básica para la investigación en el área de Diseño Arquitectónico y Urbanismo.

**FASE 2**

**CAPITULO IV:**

**DIAGNÓSTICO DE FISICA**

## **4.1 La enseñanza actual de la Física en el Sistema de Educación Básica y Media de El Salvador**

No existe en la actualidad una asignatura propiamente de Física en el Sistema de Educación Básica y Media de El Salvador. Los temas de ésta área de conocimientos que podrían ser de interés en el estudio de la Arquitectura, se cursan en las asignaturas de Ciencias Naturales, en la cual la Física solo constituye un bloque de contenidos, al igual que Química, Biología, Ecología y Medio Ambiente.

### **4.1.1 La Física a partir de la Reforma de 2008**

La asignatura de Ciencias Naturales a partir de la reforma de 2008, está enfocada en la resolución de problemas.

En La presentación de la asignatura de Ciencias Naturales<sup>58</sup> que hace el MINED, plantea que el enfoque de la asignatura es investigativo para la resolución de problemas. Este enfoque orienta la construcción del conocimiento a la aplicación de procedimientos científicos en la resolución de situaciones de la vida cotidiana, de la ciencia y la tecnología, teniendo en cuenta la edad y la madurez psicológica de los estudiantes.

Al igual que las matemáticas se cambia de un aprendizaje en base a correlación de objetivos a un aprendizaje por competencias, entre las cuales se encuentran: el uso apropiado del lenguaje científico, la utilización de procedimientos científicos de investigación para resolver problemas, fortalecer el razonamiento crítico, reflexivo e inventivo que permita consolidar el aprendizaje y generar una valoración ética de sus aplicaciones.

En la presentación de la asignatura se establece también la siguiente descripción para el bloque de contenidos de Física:

*“Física: comprende el estudio de la naturaleza de la ciencia así como, algunas consideraciones éticas que el desarrollo científico y tecnológico deben considerar, si es que quieren estar al servicio de la humanidad; por otro lado, se profundiza en el estudio de la cinemática y estática de la*

---

<sup>58</sup> Programas de Estudio Ciencias Naturales – Presentación de la Asignatura - MINED

*partícula, además de estudiar algunas nociones básicas de termodinámica, los principios básicos de los fluidos y de la electricidad, el origen de los fenómenos magnéticos y electromagnéticos y sus respectivas aplicaciones tecnológicas, finalmente, se profundiza en el estudio del movimiento ondulatorio.”*<sup>58</sup>

La asignatura de Ciencias Naturales, consta de lineamientos metodológicos entre los cuales destacan el método para conocer científicamente las cosas, representado en las siguientes fases:

- a) **Exploración del interés, conocimientos y destrezas.** En esta fase los estudiantes en equipo, conversan sobre sus inquietudes por algún tema, fenómeno o problema que les interese investigar.
- b) **Comprensión y delimitación del problema.** Según la inquietud de los estudiantes, acá es donde se empieza a conocer el problema, identificando algunas de sus características, así como las limitaciones y potencialidades que tienen para resolverlo.
- c) **Representación y explicación:** los estudiantes intentan determinar las posibles relaciones causa-efecto entre las variables que ellos consideran apropiadas y las traducen a hipótesis.
- d) **Comprobación:** En esta fase los estudiantes diseñan una estrategia para la comprobar las hipótesis planteadas en la fase anterior, realizando experimentos, observaciones, consultas bibliográficas, etc. De tal manera que se van aceptando y descartando algunas hipótesis.
- e) **Contrastación científica:** consiste en el ordenamiento y representación de los resultados obtenidos para compararlos e interpretarlos, de esta manera contrastan sus ideas y elaboran conclusiones.
- f) **Consolidación del aprendizaje:** en esta fase los estudiantes elaboran informes sencillos donde dan a conocer los resultados de su investigación.

Se desconoce, si se implementó por parte del Ministerio de Educación un programa de capacitación docente a nivel nacional para la implementación del nuevo enfoque y de las metodologías planteadas en la reforma que se puso en práctica a partir del año 2008.

A continuación se presenta una tabla de contenidos de Física perteneciente a

---

<sup>58</sup> Programas de Estudio Ciencias Naturales – Presentación de la Asignatura - MINED

los contenidos impartidos en Tercer Ciclo de Educación Básica y en el Sistema de Educación Media, los cuales podrían ser de interés en el estudio de la carrera de Arquitectura.

CONTENIDO	NIVEL DE ESTUDIO
<b>Propiedades Físicas de la Materia:</b> longitud, masa, volumen, peso, densidad, punto de fusión y de ebullición, solubilidad, conductividad eléctrica.	SEPTIMO GRADO
<b>Sistemas e instrumentos de medida:</b> - MKS, CGS, Inglés y SI. - Instrumentos de medición. - Cifras significativas. - La notación científica.	SEPTIMO GRADO
<b>Fuerza:</b> - Definición. - Fuerzas de acción a distancia y fuerzas de contacto. - Medición vectorial de las fuerzas. - Efectos de las fuerzas: movimiento y deformación.	OCTAVO GRADO
<b>Introducción a las Leyes de Newton:</b> - Ley de la Inercia. - Ley de la Fuerza. - Ley de acción y reacción.	OCTAVO GRADO
<b>Calor:</b> - Fuentes y propagación del calor. - Efectos del calor en la dilatación de sólidos. - Diferencia entre el calor y la temperatura.	NOVENO GRADO
<b>Electrostática:</b> - Carga eléctrica. - Conductores y aislantes. - Electrización. - Fuerza eléctrica.	NOVENO GRADO

<b>Cargas eléctricas en movimiento:</b> - Corriente eléctrica. - Voltaje, resistencia, potencia y la fuerza electromotriz (FEM). - Conexiones en serie y en paralelo.	NOVENO GRADO
<b>Las Ondas. Otro tipo de movimiento.</b> - Generalidades de onda transversal, cresta, valle, longitud y amplitud, nodo y antinodo.	NOVENO GRADO
<b>Sonido:</b> - Producción y propagación. - Recepción de ondas sonoras.	NOVENO GRADO
<b>Naturaleza dual de la Luz:</b> - Reflexión. - Refracción. - Difracción.	NOVENO GRADO
<b>Procesos geológicos: internos.</b> - Generalidades. - Tectónica de placas y procesos de subducción que afectan a El Salvador. - Fallas y pliegues geológicos en El Salvador. - Huracanes y terremotos.	NOVENO GRADO
<b>Magnitudes físicas.</b> - Fundamentales y derivadas. - Escalares y vectoriales. - Vectores unitarios. - Suma y resta de vectores.	1er AÑO DE BACHILLERATO
<b>Tipos y composición de fuerzas.</b> - Fuerza de fricción o rozamiento. - Resultante de varias fuerzas aplicadas a un cuerpo.	1er AÑO DE BACHILLERATO
<b>Sistema Internacional de Unidades (SI).</b> - Equivalencias y conversiones. - Análisis dimensional.	1er AÑO DE BACHILLERATO
<b>Error e incerteza en las medidas.</b> - Errores instrumentales. - Errores personales.	1er AÑO DE BACHILLERATO

- Incerteza absoluta. - Incerteza relativa.	
<b>Leyes del movimiento de Newton.</b> - Ley de la Inercia. - Ley de la Fuerza. - Condiciones de equilibrio (fuerzas coplanares, fuerzas concurrentes y centro de gravedad). - Ley de Acción y Reacción.	1er AÑO DE BACHILLERATO
<b>Leyes de la termodinámica.</b>	2do AÑO DE BACHILLERATO
<b>Ley Cero de la Termodinámica.</b> - Escalas de temperatura. - Efectos del calor en la dilatación de sólidos, líquidos y gases. - Cambios de fase.	2do AÑO DE BACHILLERATO
<b>Primera Ley de la Termodinámica.</b> - Sistemas termodinámicos.	2do AÑO DE BACHILLERATO
<b>Procesos termodinámicos PVT.</b>	2do AÑO DE BACHILLERATO
<b>Energía interna y capacidad calorífica.</b>	2do AÑO DE BACHILLERATO
<b>Segunda Ley de la Termodinámica.</b> - Procesos reversibles e irreversibles de un sistema termodinámico. - El Ciclo de Carnot. - La entropía.	2do AÑO DE BACHILLERATO
<b>Corriente eléctrica.</b>	2do AÑO DE BACHILLERATO
<b>Resistividad y resistencia.</b>	2do AÑO DE BACHILLERATO
<b>Conductividad y conductancia.</b>	2do AÑO DE BACHILLERATO

<b>Circuitos de corriente eléctrica continua.</b> - Ley de Ohm y Joule. - Circuitos en serie y paralelo (capacitores y resistencias).	2do AÑO DE BACHILLERATO
<b>Ondas mecánicas.</b> - Transversales y longitudinales. - Energía de transmisión y resonancia.	2do AÑO DE BACHILLERATO
<b>Óptica geométrica y ondulatoria.</b> - Fuentes de onda y rayo de luz. - Principio de Huygens. - Reflexión y espejos. - Refracción y lentes.	2do AÑO DE BACHILLERATO

Tabla basada en los planes de estudio de Tercer Ciclo y Educación Media, presentados por el MINED para la Reforma del año 2008.

En los planteamientos teóricos del estudio de algunos temas de la Física, durante el Tercer Ciclo y la Educación Media, parecería que los estudiantes obtienen un nivel de conocimiento básico aceptable para ingresar a la carrera de Arquitectura; sin embargo hay que tener en cuenta que en esa etapa de estudio, debido al diseño del Sistema de Educación Básica y Media, el estudiante no es preparado para relacionar estos conocimientos con sus anhelos profesionales, ya que el sistema educativo está diseñado supuestamente para formar una base de conocimiento general que le sirva para ingresar a cualquier carrera universitaria.

Quizás muchos temas con los que tienen problemas los estudiantes en la universidad, ya los han cursado en su formación preuniversitaria; pero como no encontraron una relación con sus intereses, olvidaron esos contenidos.

Aparte de ello, la formación docente para la enseñanza de la Física es otro problema que se debe tomar en cuenta para la comprensión de la problemática, dado que no existe la asignatura propiamente de Física, tampoco existe una preparación académica a nivel de profesorado especialmente para su enseñanza.

A continuación se plantea la situación de la formación docente para la enseñanza de la física en el sistema de Educación Básica y Media.

#### 4.1.2 La formación Docente en Física para el Sistema de Educación Básica y Media de El Salvador

Las generalidades en cuanto a la formación docente en El Salvador, ya se expusieron en el diagnóstico de Matemáticas, por lo tanto solo se agregarán algunos elementos específicos.

Hay que tomar en cuenta que en el Sistema de Educación Básica y Media, no existe una asignatura de Física como tal, de igual manera tampoco existe el profesorado en Física. La mayoría de docentes de la asignatura de Ciencias Naturales a nivel nacional, tienen el grado de profesorado en Ciencias Naturales, el cual trata de abarcar los bloques de contenidos de Física, Biología, Química, Ecología y Medio Ambiente, que se establecen en el programa de la asignatura. El plan de estudios para profesorado en física es el siguiente:

#### Profesorado en Ciencias Naturales para tercer ciclo de Educación Básica y Educación Media (P10921) Plan de estudio 1998

Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 11
<b>BCN1109</b> 5 UVs Bases para el Estudio de las Ciencias Naturales	<b>DGE2109</b> 4 UVs Didáctica General II	<b>DAC1109</b> 4 UVs Diseño y Aplicación de Currículo	<b>BGP1109</b> 5 UVs Biología General I (Origen, unidad, continuidad y diversidad de la vida)	<b>BGP2109</b> 5 UVs Biología General II (Función y estructura de los seres vivos)	<b>EMA1109</b> 5 UVs Ecología y Medio Ambiente	<b>PER1109</b> 0 UVs Programa Especial de Refuerzo Académico
<b>DGE1109</b> 4 UVs Didáctica General I	<b>FDF1109</b> 5 UVs Fundamentos de Física I (Energía y Movimiento)	<b>EVA1109</b> 4 UVs Evaluación del Aprendizaje	<b>DCN1109</b> 5 UVs Didáctica de las Ciencias Naturales	<b>DPO1109</b> 4 UVs Desarrollo Profesional	<b>PDO3109</b> 10 UVs Práctica Docente III: Aplicación de Currículo	
<b>EYS1109</b> 4 UVs Educación y Sociedad	<b>FDQ1109</b> 5 UVs Fundamentos de Química I (Constitución y Transformación de la materia)	<b>FDF2109</b> 5 UVs Fundamentos de Física II (Electricidad, Magnetismo y Óptica)	<b>IED1109</b> 4 UVs Informática Educativa	<b>PDO2109</b> 10 UVs Práctica Docente II: Aplicación de Currículo	<b>TPU1109</b> 3 UVs La Tierra y Perspectivas del Universo	
<b>PSP1109</b> 4 UVs Psicopedagogía I	<b>PSP2109</b> 4 UVs Psicopedagogía II	<b>FDQ2109</b> 5 UVs Fundamentos de Química II	<b>PDO1109</b> 4 UVs Práctica Docente I: Asistencia al Docente			
Fuente: <a href="https://www.academica.ues.edu.sv">https://www.academica.ues.edu.sv</a>						

Se puede observar en el plan de estudios del profesorado en Ciencias Naturales, que los profesores solo tienen asignadas dos asignaturas de Física en toda su formación docente, pues también se han proporcionado las asignaturas, para acoger a los otros bloques de contenidos.

Por lo anterior se puede decir que la preparación del profesorado en la rama de la Física es muy endeble, pues basta cursar dos asignaturas de Fundamentos de Física para formar a todos los futuros bachilleres que pretendan ingresar a las carreras universitarias donde requieren sólidas bases de Física, como es el caso de las Ingenierías y la Arquitectura.

Esta falta de especialización del conocimiento en Física por parte del profesorado a nivel nacional, podría ser una de las causas principales de las deficiencias que tienen los estudiantes en esta asignatura a su ingreso a la universidad. Hay que tener en cuenta que se hace énfasis en el profesorado porque el 95% de los docentes del nivel básico y medio a nivel nacional, solamente tienen el título de profesor, y la escasa formación docente es considerada como uno de los factores principales por los cuales los estudiantes ingresan al nivel universitario con deficiencias en el conocimiento de la Física.

Con respecto a este punto el Ing. Herbert Orlando Herrera Coello, docente de Estructuras para la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, en una entrevista realizada en febrero de 2010, manifestó lo siguiente:

*“Realmente las deficiencias provienen desde la Educación Media. Actualmente la educación ha llegado a niveles muy bajos, inclusive los estudiantes que antes se consideraban de los mejores colegios, han bajado su nivel. Ahora ya no son tan restringidos los requisitos para aprobar una materia, existen*



*aprobaciones masivas sin que los estudiantes sepan los conceptos que deberían de saber.”<sup>59</sup>*

*“Con respecto a la Física es un campo bastante amplio y algunos de estos conceptos deberían de haberlos aprendido desde la Educación Media y cuando los estudiantes ingresan a la Facultad muchos piensan que la Física es algo numérico y como no traen buenas bases, les causa miedo las asignaturas que tengan que ver con el campo de la Física. Bajo estos conceptos también muchos piensan que en la carrera de Arquitectura no sirven para nada los números y esto contrasta con la vida diaria en la cual el comportamiento de los cuerpos, tiene que ver con un análisis en el cual intervienen efectos numéricos.”<sup>59</sup>*

Parece ser que en el ejercicio del proceso de enseñanza-aprendizaje, los programas de estudio y las reformas, tanto en Matemáticas y Física, no están arrojando los resultados esperados. En ese sentido quizás el problema no está en el diseño de los planes y programas de estudio, sino en su implementación, por ello el tema de la formación docente en cada área de conocimiento es de especial importancia.

#### **4.2 Análisis evolutivo de la Física en el Plan de Estudios de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador**

Lamentablemente no se pudieron obtener para este trabajo documentos que respalden la existencia en décadas pasadas de las asignaturas de Física en el plan de estudios de la carrera de Arquitectura; sin embargo se tiene conocimiento por testimonio oral de la Arqta. María Eugenia Sánchez de Ibañez, actual directora de la Escuela de Arquitectura, que antes del cierre de la UES en 1972, se impartían dos asignaturas de Física para la carrera y que luego cuando se abrió en 1973, ya no estaban en el plan de estudios. Esto coincide con los cambios que realizó el Consejo de Administración Provisional de la Universidad de El Salvador (CAPUES), en el plan de estudios de Arquitectura para esa época.

Pero esto coincide también con el testimonio oral que brindó el Arq. Julio Martínez, durante una entrevista realizada para este trabajo, quien al cuestionarlo sobre la existencia de las asignaturas de Física en el plan de

---

<sup>59</sup> Entrevista para el área de Estructuras

estudios de los primeros años de fundación de la Escuela de Arquitectura y la ausencia en el plan de estudios vigente, manifestó lo siguiente:

*“Antes se estudiaban dos físicas ahora bien, tendría que verse la manera de hacer llegar esos conocimientos a los estudiantes porque los fenómenos físicos los deben de conocer.”*<sup>60</sup>



*“Concientización de los fenómenos físicos, si nosotros hasta Química estudiábamos, para saber los fenómenos químicos del cemento, por ejemplo. Entonces si vale la pena esos conocimientos aunque quizás no con la intensidad que nos la enseñaron a nosotros. Pero si vale la pena la introducción de ese conocimiento tal vez en alguna materia. Por ejemplo las propiedades físicas de algunos materiales como el fibrolit, yo insisto en que no lo utilicen debido a sus propiedades físicas, porque ni es térmico ni es acústico y ni para separación de espacios sirve porque es muy frágil. Entonces conocer las propiedades físicas de los materiales es importante para el diseño arquitectónico. Es importante obtener los criterios y el conocimiento de los fenómenos, de las propiedades físicas de los materiales y de las propiedades químicas también.”*<sup>60</sup>

*“ Si no tuviésemos los conceptos de la física tendríamos problemas en el diseño arquitectónico con el calor, el frío, el viento, la luz, las descargas eléctricas; bueno, hay algunos que no se percatan mucho de eso pues y diseñan edificios sin pararrayos, sin protección; pero eso uno como arquitecto debe tener el conocimiento de los fenómenos físicos.”*<sup>60</sup>

En base a esto podemos considerar que después del cierre de 1972, hubo cambios en el plan de estudio de la carrera de Arquitectura que para el caso de la física fueron radicales, ya que no se consideraron los efectos que la ausencia de ese conocimiento, tuviese en la formación de los futuros

---

<sup>60</sup> Entrevista para el área de Tecnología, Administración y Supervisión de Obras

Arquitectos, hecho que ahora después de 37 años sería adecuado reconsiderar.

#### **4.3 La ausencia de la Física en el Plan de Estudios actual de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador**

Actualmente la Física se encuentra ausente en el Plan de Estudios de la carrera de Arquitectura; sin embargo a nivel general de los docentes y estudiantes de Arquitectura, se considera básica su implementación, principalmente para el Área de Estructuras.

En la encuesta cualitativa que se realizó a los estudiantes de segundo, tercero y quinto año, se encontró que a pesar de que los estudiantes no reciben una asignatura de Física, consideran que ésta se relaciona con la Arquitectura en primer lugar con el área de Estructuras, en segundo lugar con el área de Diseño Arquitectónico y en tercer lugar con el área de Tecnología de la Construcción. También consideraron que es necesaria su inclusión en el plan de estudios.<sup>61</sup>

Con respecto a la ausencia de la Física en el Plan de estudios de la carrera de Arquitectura, se entrevistó al Ing. Mario Arturo Hernández, Jefe del Departamento de Física de la Unidad de Ciencias Básicas de la Universidad de El Salvador, quien opinó lo siguiente:

*“El espacio, la luz y la forma son aspectos claramente constitutivos, intrínsecos, inherentes a la arquitectura de su fase clásica; y considero que en gran medida siguen siendo ciertas para la fase contemporánea, actual y futura, con la única y gran diferencia de que en la edificación singular de la actualidad la parte estructural adquiere una importancia dominante, independientemente de*



<sup>61</sup> Encuesta cualitativa para estudiantes de Arquitectura de la Universidad de El Salvador  
Pregunta No.11=12 y Pregunta No. 12=13 (Ver anexos)

*que dicha estructura resistente quede vista u oculta.”*<sup>62</sup>

*“La dimensión de la obra singular de nuestro tiempo requiere, y requerirá cada vez más, sistemas capaces de hacer frente a la gravedad, a las acciones climáticas, telúricas y dinámicas de manera económica, constructiva y duradera; y la técnica estructural que aporta estas posibilidades incluye muchas condiciones nuevas que el arquitecto debe **conocer, reconocer y considerar, para que su obra responda a las crecientes exigencias espaciales, funcionales y sociales.**”*<sup>62</sup>

*“Lo anterior reflexionando sobre la importancia del componente de matemáticas, estructuras y física en el plan de estudios.”*<sup>62</sup>

*“En las asignaturas de Estructuras, a la vez que necesitan Matemáticas, necesitan como prerrequisito física. Así el problema de las Estructuras el estudiante podría afrontarlo con más eficiencia.”*<sup>62</sup>

Con respecto a la ausencia y la necesidad de la Física específicamente para el área de Estructuras, se entrevistó al Ing. Herber Herrera Coello, docente de Estructuras para la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, quien opinó lo siguiente:

*“Desde esta perspectiva el campo de la Física no podría verse nada más desde un punto de vista teórico, también hay que aplicarlo y en ese sentido el comportamiento de los cuerpos, en este caso de las estructuras, tanto los Arquitectos como los Ingenieros, deben de abarcar ese estudio, entonces a los estudiantes de Arquitectura hay que orientarlos también en el campo de la Física; pero con las deficiencias que traen, nos toca a nosotros combinar el estudio de las Estructuras, con todos esos conocimientos que previamente deberían de haber adquirido y eso nos quita tiempo para explicarles en una mejor forma, lo que realmente deberían de aprender, ya estando en ese nivel en el cual deberían de saber mucho más de lo que supuestamente traen desde la Educación Media.”*<sup>63</sup>



---

<sup>62</sup> Entrevista para la Asignatura de Métodos Experimentales

<sup>63</sup> Entrevista para el área de Estructuras

*“En Física es importante que sepan del comportamiento de los cuerpos y estos cuerpos a los cuales nos podemos referir en este caso y en el que se combinan los campos de trabajo del Arquitecto y los Ingenieros, son las estructuras de los edificios, este campo no debe de ser minimizado porque es muy importante que los Arquitectos sepan del comportamiento de las estructuras, por razones de seguridad, por razones humanas, al velar que las estructuras no colapsen.”<sup>63</sup>*

*“La Física abarca campos en los que se estudian las estructuras en reposo, las estructuras en movimientos y debido a que somos un país altamente sísmico es sumamente importante que se tome conciencia de que los estudiantes deben de saber el comportamiento sísmico de las estructuras.”<sup>63</sup>*

*“El campo de la física inicia significativamente con el estudio de las fuerzas, de los vectores, de las acciones que podrían dar lugar a ese tipo de movimiento o de reposo en el que podrían caer los cuerpos, entonces la Arquitectura no debe de estar desligada de este campo.”<sup>63</sup>*

*“Entonces las deficiencias que traen, las tenemos que estar supliendo a la vez de ir avanzando en lo nuevo que deben de conocer sobre el campo de la Física, dentro de las asignaturas correspondientes a las Estructuras para la carrera de Arquitectura.”<sup>63</sup>*

*“Si se mejorara el campo de la Física, sería bueno reforzar lo que quedó deficiente en la Educación Media y también acumular conocimientos de Física, antes de entrar al estudio de las Estructuras, más que todo en algunos temas muy importantes como el estudio de fuerzas y los vectores.”<sup>63</sup>*

*“Entonces la solución sería a nivel institucional y ahí, sería bueno implementar una Física en esos dos sentidos, primero en retroalimentar las deficiencias que traen y segundo en darles a conocer ciertos conceptos necesarios antes de entrar al estudio de las Estructuras.”<sup>63</sup>*

*“En cuanto a las Estructuras de Acero, la concepción del comportamiento es similar, por otra parte, es importante por el auge de este sistema constructivo.”<sup>63</sup>*

## Las principales necesidades de la Física en el área de Diseño Arquitectónico

---

<sup>63</sup> Entrevista para el área de Estructuras

están constituidas principalmente por el análisis de las condiciones de habitabilidad de los espacios, en cuanto a termodinámica, óptica y acústica. Este punto se consultó con los estudiantes de Arquitectura, donde ellos consideraron que tenían vacíos de conocimiento en estas ramas de la Física, en primer lugar por la falta de capacitación docente en estos temas, en segundo lugar porque no existe una asignatura que trate específicamente sobre estos conocimientos y en tercer lugar por la falta de interés propio.<sup>64</sup>

La ausencia de las ramas de la Física mencionadas anteriormente en el Plan de Estudios de Arquitectura, no representa ningún impedimento para el ejercicio profesional del Arquitecto en El Salvador, ya que en las leyes también se encuentran ausentes. Por lo tanto, existe un vacío en la legislación salvadoreña, en cuanto a las obligaciones que tienen los diseñadores y constructores, de brindar a los usuarios de sus edificaciones, el acondicionamiento térmico, óptico y acústico, necesario para mejorar su calidad de vida.

En ese sentido, no hay en El Salvador un instrumento legal que haga obligatoria la existencia de asignaturas que traten estos temas, más allá de las quejas de los propios salvadoreños y de las iniciativas que se podrían dar en las escuelas de Arquitectura de las diferentes universidades.

Posiblemente los problemas coyunturales que afectan a la sociedad salvadoreña, principalmente los económicos y sociales hacen que este tipo de problemas pasen desapercibidos.

El contexto social, político y económico es un factor que contribuye a que no se avance en estas áreas, donde otros países ya tienen muy avanzadas sus legislaciones, sus sistemas de formación profesional de Arquitectos y combinados con la inversión en investigación científica, hacen que también la industria de la construcción, se coloque al día para solventar los problemas de acondicionamiento de las edificaciones.

El estado de consciencia sobre estos temas, podría mejorarse, apostándole al conocimiento de causas y efectos sobre los fenómenos de la Arquitectura

---

<sup>64</sup> Encuesta cualitativa para estudiantes de Arquitectura de la Universidad de El Salvador  
Pregunta No.11 (Ver anexos)

que intervienen en la calidad de vida de los seres humanos, esto incluye por supuesto el cuidado del Medio Ambiente.

El rol que desempeña la industria de materiales constructivos es muy importante, ya que en la medida que la industria fabrique y abarate los materiales ecológicos, los Arquitectos y constructores tendrán más oportunidades para hacer una arquitectura más armónica con la naturaleza. La industria indiscutiblemente debe de tomarse en cuenta porque la industrialización está presente y es un fenómeno casi irreversible.

Actualmente son ampliamente utilizados los conceptos de Arquitectura Bioclimática y Arquitectura sustentable, los cuales han tenido fuertes incidencias en la industria de los materiales en otros países, como son el caso del Block **Ecomuro de Ladrillera Mecanizada** en México, el aislamiento térmico con **Paneles Neopor** en Europa y los **Paneles Solares** en España.

Otros países también ya han avanzado en materia de derecho, sobre los temas energéticos y de acondicionamiento de los espacios, promulgando algunas normas y leyes, tal es el caso de la **Ley de energía solar térmica** en Uruguay, las **Normas IRAM para el Acondicionamiento Térmico de Edificios** en Argentina y La **Ley del Ruido** en Europa, entre otros.

Con respecto a la ausencia y las necesidades de la Física en el área de diseño arquitectónico, se entrevistó al Arq. Mauricio Amílcar Ayala, Jefe del Área de Taller Proyección Arquitectónica de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, en febrero de 2010 y que opinó lo siguiente:

*“Son válidas las inquietudes de algunos Arquitectos y docentes de que cuando ellos estudiaron les dieron Física y que tal vez lamentan que ahora no se tenga; pero lo cierto es que hay contenidos que sirven tanto desde el punto de vista de las Estructuras, como desde el punto de vista que tú me planteas (diseño arquitectónico).”*<sup>65</sup>



<sup>65</sup> Entrevista para el área de Taller de Proyección

*“Buscando un poco de información podemos ver algunos programas de algunas universidades mexicanas, vemos que tienen Física, donde tratan el análisis de fuerzas, las leyes de Newton, conceptos de momentos, vectores y eso es básico para la parte estructural.”<sup>65</sup>*

*“La Física también dentro de sus contenidos incluye contenidos como la Óptica, la Acústica y ahí volvemos a encontrar el mismo problema, que si metemos a los estudiantes a cursar Física con los Ingenieros el enfoque se vuelve como ver el contenido por el contenido mismo y no el enfoque de la enseñanza sobre lo que de alguna forma va a servir adelante, durante la carrera.”<sup>65</sup>*

*“De alguna forma, siempre se insiste en que los contenidos sean un poco orientados a la carrera y por eso a veces, se genera la discusión de que algunas materias de Arquitectura como las Matemáticas no se den dentro de las áreas comunes; sino como algo especial para Arquitectura, entonces quizás habría que pensar en una Física I, donde se vean los conceptos básicos para Estructuras y una Física II, donde se estudie la Óptica y la Acústica, que son bien importantes cuando ya diseñas al detalle, donde se requieren conocimientos tanto básicos como especializados, ya que el Arquitecto no debe de ser ignorante de todos esos términos. Entonces la inquietud por estos conocimientos es válida, es interesante.”<sup>65</sup>*

*“Ahora, con el énfasis en la Arquitectura Bioclimática, es importante profundizar en el manejo de todas esas variables, como la temperatura y en la energía eólica, la energía solar, eso ya es importante que las nuevas generaciones lo vayan abordando con más énfasis.”<sup>65</sup>*

No cabe duda que la implementación de la Física en el estudio de la carrera de Arquitectura es necesaria principalmente para el área de Estructuras y de diseño Arquitectónico.

---

En la actualidad hay profesionales de la Arquitectura, que consideran que la clave para hacer una arquitectura más sostenible es una cuestión de Física, uno de ellos es el arquitecto austriaco Dietmar Eberle que actualmente construye en toda Europa y Asia. En una entrevista realizada por ANATXU ZABALBEASCOA en 2007, opinó lo siguiente:

---

<sup>65</sup> Entrevista para el área de Taller de Proyección

**PREGUNTA:** *¿Qué ahorro energético logran sus proyectos?*

**RESPUESTA:** *“Hemos construido 200.000 m2 de apartamentos que consiguen entre un 60% y un 80% de ahorro en el uso, la construcción y el mantenimiento. El problema que tenemos en Europa es la falta de conocimiento. Nuestra sociedad cree en la tecnología, pero menos en el conocimiento. Y la buena arquitectura es cuestión de conocimiento. Cuando comprabas un coche en los años cincuenta, el 80% del coste era de producción. Hoy sólo el 50%, el otro 50% es investigación. Lo mismo pasará en arquitectura. La investigación será cada vez más importante.”<sup>66</sup>*



*“En países desarrollados entre el 50% y el 60% de la energía se emplea en la construcción y el mantenimiento de edificios: ni en aviones ni trenes ni industria. Por eso urge reducir la necesidad de energías y materiales.”<sup>66</sup>*

**P:** *¿Cómo hacerlo?*

**R:** *“Aplicando leyes físicas. Y no se acabarán ahí los problemas. Sin haber solucionado el de la escasez de energía empezarán los de la falta de agua. ¿Sabe cuántos litros de agua se consumen construyendo un edificio? Ríos. Eso debe cambiar. La energía que necesitamos para calentar, enfriar o limpiar los edificios se puede reducir con cálculos físicos. Un edificio equilibrado consume menos energía. En Austria hemos levantado un edificio sin ventilación artificial ni calefacción ni refrigeración, capaz de mantener una temperatura constante todo el año con una física equilibrada. Sin tuberías. Sin técnica, sólo con conocimientos de física.”<sup>66</sup>*

**P:** *¿La física salvará al mundo?*

**R:** *“El conocimiento, la educación. El reto de la arquitectura doméstica del siglo pasado fue optimizar el espacio. El de hoy es rebajar el consumo energético en el mantenimiento y en la construcción de edificios.”<sup>66</sup>*

---

<sup>66</sup> Fuente: <http://www.arquinews.com/entrevistas/entrevista-arquitectura-dietmar-eberle/> (20/04/2010)

Estos planteamientos refuerzan la inclusión de la Física en el Plan de Estudios de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador., claro que el nivel de aplicación de la Física en otros países es superior que en El Salvador; pero se podría empezar a introducir algunos conceptos de la Física que además de responder a las necesidades de la parte estructural, también respondan a las necesidades en los aspectos del acondicionamiento de los espacios, en el área de diseño.

**FASE 2**

**CAPITULO V:**

**CASOS ANÁLOGOS**

## 5.1 Casos análogos de Matemáticas y Física en la formación de Arquitectos a nivel nacional

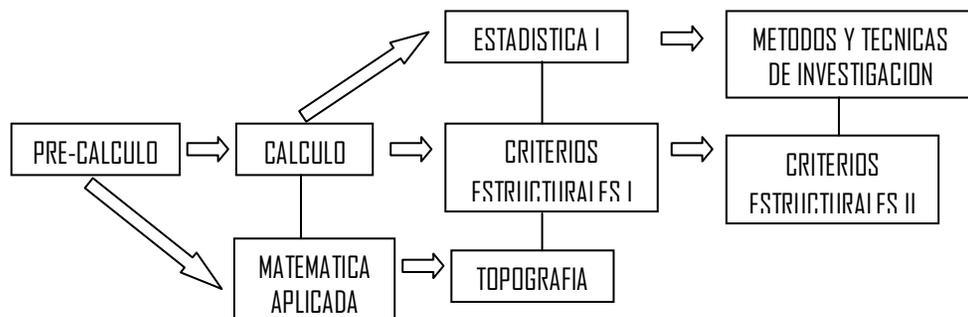
En el presente numeral se hace un intento por llegar a conocer algunos casos semejantes en cuanto a la enseñanza de las Matemáticas y la Física en la formación de Arquitectos de las principales universidades que brindan la carrera de Arquitectura en El Salvador.

Lo que se pretende es tener una perspectiva más amplia sobre el tema de estudio y considerar en la medida de lo posible alguna situación que pueda abonar al enriquecimiento de la propuesta curricular. Por esta razón no solo se presenta específicamente la matemática y la física sino también todo el eje secuencial de las asignaturas para las que éstas sirven de fundamento, de tal manera que se comprenda las posibilidades que se abren con la adquisición de estos conocimientos para el desarrollo de otras asignaturas más específicas en el estudio la carrera de Arquitectura.

A continuación se presenta una síntesis de la información que se pudo obtener, considerando la privacidad que cada universidad se reserva.

### 5.1.1 Universidad Politécnica de El Salvador (UPES)

En la Universidad Politécnica de El Salvador, la carrera de Arquitectura se imparte dentro de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. El plan de estudios vigente corresponde al año 2007. Se puede observar que la Física se encuentra ausente; sin embargo las Matemáticas están presentes desde el primer ciclo de estudios. La correlación de asignaturas de Matemáticas con respecto a las demás asignaturas es la siguiente:



Esquema basado en el Plan de Estudios para la carrera de Arquitectura – UPES  
Fuente: <http://www.upes.edu.sv/> (23/05/2010)

En el caso de la UPES, las Matemáticas son prerrequisito en primer lugar para el estudio de la parte estructural y en segundo lugar para la parte topográfica.

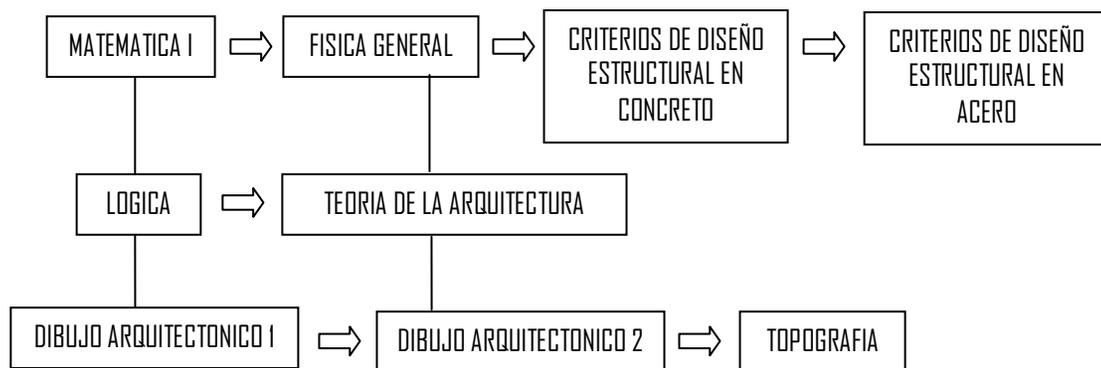
Es interesante como **Estadística I** es prerrequisito para la asignatura **Métodos y Técnicas de Investigación**, esta relación es única entre todas las universidades de El Salvador.

Según el plan de estudios de la UPES, la Física como conocimiento fundamental para otras áreas de estudio, no es necesaria en la formación del arquitecto salvadoreño.

### 5.1.2 Universidad Dr. José Matías Delgado

En la Universidad Dr. José Matías Delgado, la carrera de Arquitectura se imparte dentro de la Facultad de Ciencias y Artes Francisco Gavidia.

En el Plan de Estudios, las Matemáticas están presentes solamente en el primer ciclo de la carrera y la Física se encuentra presente en el segundo ciclo. La correlación de asignaturas de Matemáticas y Física con respecto a las demás asignaturas es la siguiente:



Esquema basado en el Plan de Estudios para la carrera de Arquitectura, Universidad Dr. José Matías Delgado  
Fuente: <http://www.ujmd.edu.sv/?q=CARQ> (23/05/2010)

En el caso de la Universidad Dr. José Matías Delgado, las Matemáticas son prerrequisito, para la asignatura de **Física General** y esta última es

prerrequisito para el estudio de la parte estructural de la arquitectura, la cual se estudia a nivel de criterios de diseño para estructuras de concreto y acero.

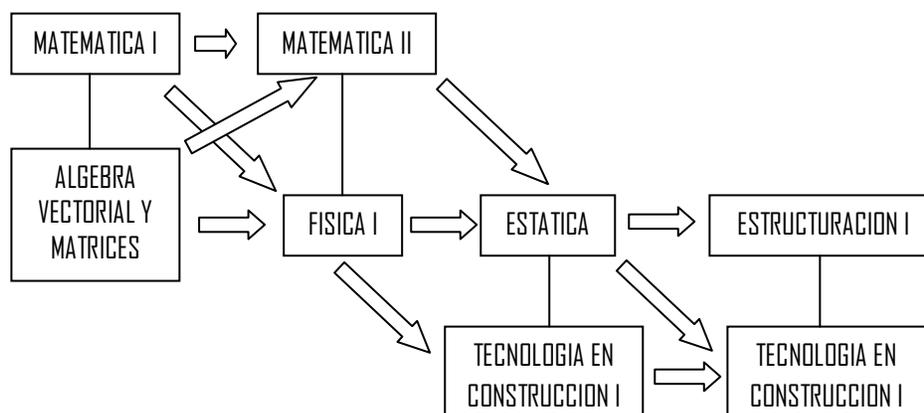
Es importante destacar que en el primer ciclo paralelamente con **Matemática I**, se imparte la asignatura **Lógica**, la cual es prerrequisito para la asignatura de **Teoría de la Arquitectura**.

En este plan de estudios, los prerrequisitos para **Topografía** son las asignaturas de **Dibujo Arquitectónico I** y **Dibujo Arquitectónico II**. En este caso a diferencia de otras universidades, las Matemáticas no constituyen un prerrequisito para el estudio de la topografía.

### 5.1.3 Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA)

En la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, la carrera de Arquitectura se imparte dentro de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. El plan de estudios vigente corresponde al año 2005.

En el Plan de Estudios de la UCA, las Matemáticas están presentes desde el primer ciclo de la carrera y la Física se encuentra presente en el segundo ciclo. La correlación de asignaturas de Matemáticas y Física con respecto a las demás asignaturas es la siguiente:



Esquema basado en el Plan de Estudios para la carrera de Arquitectura - UCA  
Fuente: <http://www.uca.edu.sv/interna/academia/fpre.htm> (23/05/2010)

En el caso de la UCA, tanto las Matemáticas como la Física son prerrequisito en primer lugar para el estudio de la parte estructural y en segundo lugar para la parte tecnológica. Es importante recalcar que la asignatura **Física I** es precedida por **Algebra Vectorial y Matrices**, para reforzar los fundamentos de Física para la parte estructural.

La descripción del área de estudio dice lo siguiente:

*“Área físico matemático estructural: proporciona los conocimientos numéricos, matemáticos y físicos, que permiten al(a la) estudiante conocer los principios y la lógica de la estructuración de las edificaciones así como el rigor analítico que la formación universitaria requiere.”*<sup>67</sup>

Los temas en forma general que se estudian en **Matemática I** son los siguientes: Funciones. Límites y razones de cambio. Derivadas. Gráficos de curva.

Los temas en forma general que estudian en **Matemática II** son los siguientes: Anti derivadas. Integrales. Funciones trascendentes. Técnicas de integración. Integrales impropias y formas indeterminadas. Polinomio de Taylor. Funciones vectoriales.

#### **5.1.4 Universidad Albert Einstein**

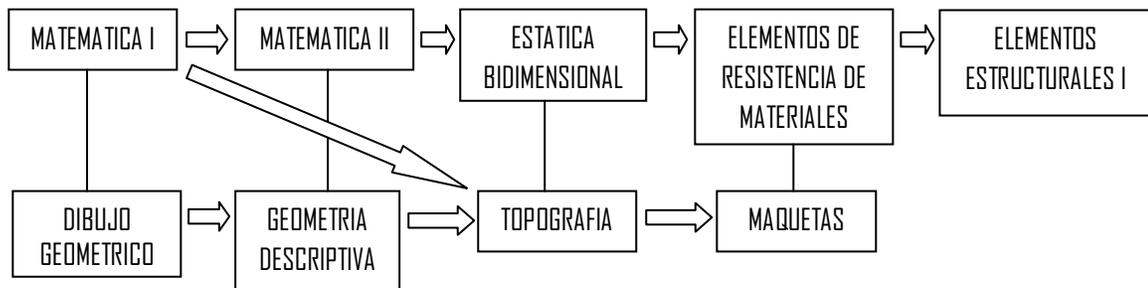
En la Universidad Albert Einstein, la carrera de Arquitectura se imparte dentro del Departamento de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura. El plan de estudios vigente corresponde al año 2005.

En el Plan de Estudios de la Universidad Albert Einstein, Las Matemáticas están presentes desde el primer ciclo de estudios y la Física se encuentra presente en el tercer ciclo, en la asignatura **Estática Bidimensional**. La correlación de asignaturas de Matemáticas y Estática, con respecto a las demás asignaturas es la siguiente:

---

<sup>67</sup> Arquitectura – Descripción - UCA

Fuente: <http://www.uca.edu.sv/interna/academia/fpre.htm> (24/05/2010)



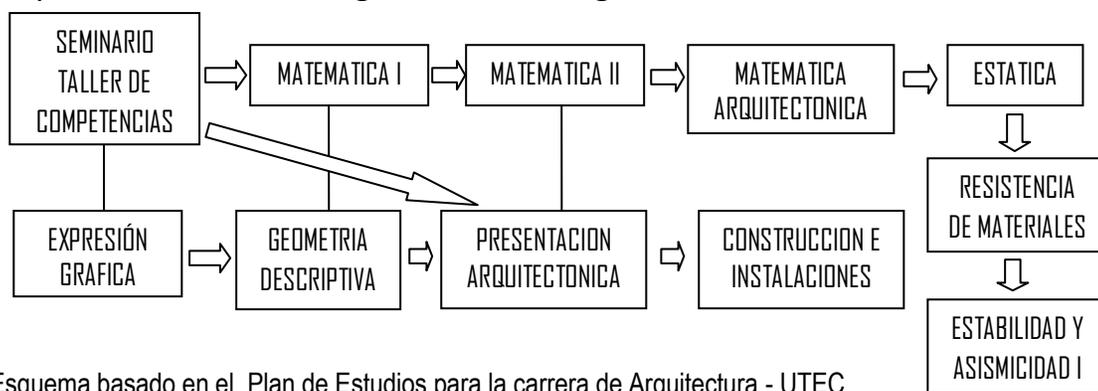
Esquema basado en el Plan de Estudios para la carrera de Arquitectura - Universidad Albert Einstein.  
Fuente: <http://www.uae.edu.sv/arquitectura.html?idcategoria=864> (24/05/2010)

En el caso de la Universidad Albert Einstein, las Matemáticas son prerrequisito en primer lugar para el estudio de la parte estructural y en segundo lugar para la parte topográfica. La asignatura de **Dibujo Geométrico** es prerrequisito para la asignatura de **Geometría Descriptiva** y esta última, junto a **Matemática I**, son prerrequisito para la asignatura de **Topografía**.

Según el plan de estudios, la Física en su rama de la Estática es necesaria específicamente para el estudio de las estructuras.

### 5.1.5 Universidad Tecnológica de El Salvador (UTEC)

En la Universidad Tecnológica de El Salvador, la carrera de Arquitectura se imparte dentro de la Facultad de Informática y Ciencias Aplicadas. El plan de estudios vigente corresponde al año 2008. En el Plan de Estudios de la UTEC, las Matemáticas están presentes desde el segundo ciclo de estudios y la Física se encuentra presente en el quinto ciclo de estudios, en la asignatura **Estática**. La correlación de asignaturas de Matemáticas y Estática con respecto a las demás asignaturas es la siguiente:



Esquema basado en el Plan de Estudios para la carrera de Arquitectura - UTEC  
Fuente: <http://www.utec.edu.sv/pensum-arquitectura.html> (24/05/2010)

Las Matemáticas en la UTEC, se cursan específicamente como prerrequisito para las asignaturas de la parte estructural.

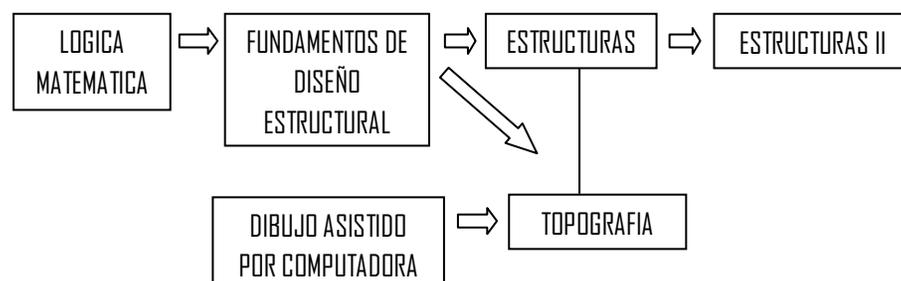
La UTEC, es la única, que en su plan de estudios para Arquitectura, presenta prerrequisitos diferentes al bachillerato para cursar las asignaturas de Matemáticas. **Seminario Taller de Competencias** es el prerrequisito para las asignaturas de **Matemáticas I y Presentación Arquitectónica**.

Según el plan de estudios de la UTEC, la Física en su rama de la Estática es necesaria específicamente para el estudio de la parte estructural de la Arquitectura.

### 5.1.6 Universidad Francisco Gavidia (UFG)

En la Universidad Francisco Gavidia, la carrera de “Arquitectura con enfoque digital” se imparte dentro de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

En el Plan de Estudios de la UFG, la Física y las Matemáticas como tradicionalmente se conocen, se encuentran ausentes. En su lugar se encuentra la asignatura **Lógica Matemática**, una rama de la matemática que se implementó en El Salvador a partir de la introducción de las Matemáticas Modernas. La correlación de Lógica Matemática con las demás asignaturas es la siguiente:



Esquema basado en el Plan de Estudios para la carrera de Arquitectura, UFG  
Fuente: <http://www.ufg.edu.sv/ni.carreras.html> (24/05/2010)

Según el plan de estudios de la UFG, para estudiar Topografía y Estructuras, no se necesitan las matemáticas tradicionales y la Física como tal. Posiblemente se deba a que se le esté apostando más al uso de tecnologías utilitarias que a la propia formación del conocimiento en los estudiantes.

## **5.2 Casos análogos de Matemáticas y Física en la formación de Arquitectos a nivel internacional**

Se consultan casos semejantes a nivel internacional, en las universidades donde la carrera de Arquitectura cuenta con una estructura curricular similar a la de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

El interés por estos casos análogos consiste en ampliar la perspectiva sobre los efectos que tiene el aprendizaje de las Matemáticas y la Física en la formación de Arquitectos en países que han logrado mayor avance en estas áreas del conocimiento. Por tal motivo en la medida de lo posible no solo se presentan de forma más desglosada los contenidos de las Matemáticas y la Física, sino también las asignaturas en las cuales se obtienen conocimientos que están fundamentados en ellas. Por lo tanto se presentan también los contenidos que se estudian en asignaturas tales como: Instalaciones, Acondicionamiento, Estructuras, etc. Según sea el caso de cada universidad.

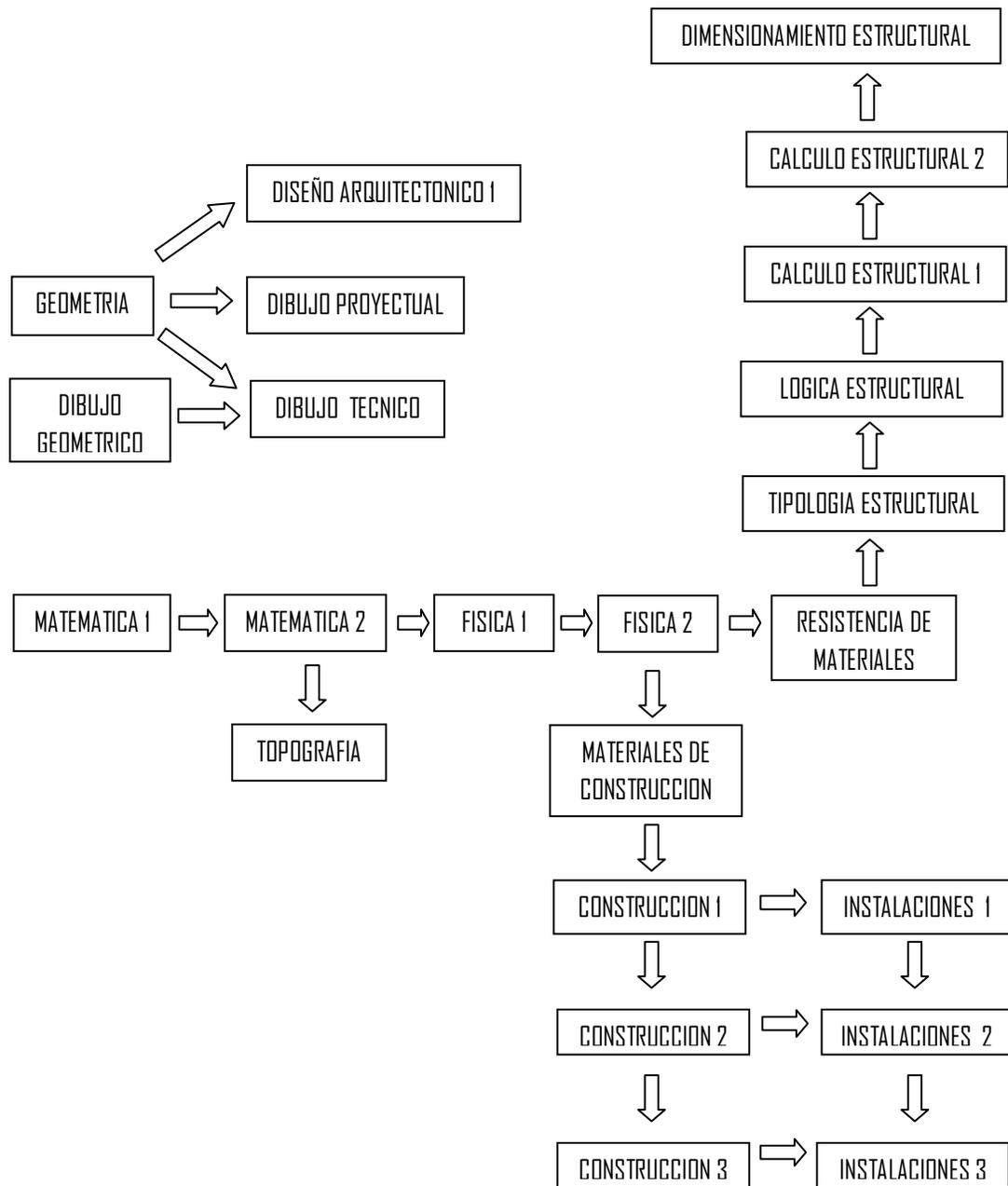
Es necesario aclarar que solo se han consultado universidades que se encuentran en países donde la información consultada se encuentra en español.

Por lo tanto se consulta a la Universidad de San Carlos de Guatemala en la región de América Central; a la Universidad Autónoma de México en la región de América del Norte; a la Universidad de Buenos Aires en la región de América del Sur y a la Universidad de Sevilla en España, una nación miembro de la Unión Europea.

### **5.2.1 Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC)**

En la Universidad de San Carlos de Guatemala, la Licenciatura en Arquitectura se imparte dentro de la Facultad de Arquitectura. El plan de estudios vigente corresponde al año 2004.

En el Plan de Estudios de la USAC, las Matemáticas están presentes desde el primer ciclo de la carrera y la Física, se estudia a partir del tercer ciclo. La correlación de asignaturas de Matemáticas y Física con respecto a las demás asignaturas es la siguiente:



Esquema basado en el Plan de Estudios para la Licenciatura en Arquitectura - USAC  
 Fuente: [http://www.usac.edu.gt/arquitectura\\_sub.php?c=2667](http://www.usac.edu.gt/arquitectura_sub.php?c=2667) (25/05/2010)

En el caso de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tanto las Matemáticas como la Física, conforman la base para el estudio de la parte estructural, la parte constructiva y de instalaciones, las cuales se terminan de extender a lo largo de todo el plan de estudios.

Por otra parte las matemáticas también son prerrequisito para el estudio de la parte topográfica.

Es interesante como la **Geometría** por sí sola, constituye una asignatura prerrequisito para las asignaturas de **Diseño Arquitectónico I**, **Dibujo Proyectual** y **Dibujo Técnico**.

Los contenidos de la asignatura de **Geometría**<sup>68</sup> son los siguientes: Geometría Plana. Figuras Planas. Módulos y grillas. Simetrías y proporciones. Geometría del Espacio. Sistemas de Representación. Superficies Geométricas. Cuerpos Geométricos. Planos y Volúmenes.

Los contenidos de la asignatura de **Matemáticas 1**<sup>68</sup> son los siguientes: Ecuaciones de primer y segundo grado. Sistemas de ecuaciones. Geometría: áreas y perímetros, volúmenes y superficies. Ángulos: Teorema de Pitágoras, funciones trigonométricas de triángulos rectángulos y triángulos oblicuángulos. Geometría Aplicada: coordenadas rectangulares. Distancia entre dos puntos. Ecuación de la recta. Ecuación circunferencia. Ecuación de la parábola. Gráfica de ecuaciones. Concepto de relación. Concepto de función. Gráfica de funciones.

Los contenidos de la asignatura de **Matemáticas 2**<sup>68</sup> son los siguientes: Dominio y rango de funciones. Las funciones elementales. Graficas de las funciones elementales. Continuidad de funciones. Función inversa. Límites y continuidad de funciones. Reglas/teoremas para calcular límites. Cálculo de límites por sustitución directa y manipuleo algebraico. Calculo de límites unilaterales. Continuidad de funciones. Cálculo de límites al infinito. La función derivada. Cálculo de la derivada como un límite. Reglas/teoremas para el cálculo de la derivada. El diferencial de una función. La regla de la cadena. Derivadas con funciones algebraicas. Aplicaciones de la derivada empleando valores máximos y mínimos. El teorema de Rolle y el teorema del valor medio. Los criterios de la primera y segunda derivada. Cálculo Integral. Comunicación. Antiderivación. La integral indefinida. Reglas / teorema para la integración indefinida. Métodos de integración: por partes y por sustitución. La integración definida. Reglas / teoremas sobre integración definida. El

---

<sup>68</sup> Red Curricular y Descripción de general de contenidos de la Licenciatura en Arquitectura - USAC  
Fuente: [http://www.farusac.com/pensum\\_arq.pdf](http://www.farusac.com/pensum_arq.pdf) (25/05/2010)

teorema fundamental del cálculo. Cálculo de integrales. Cálculo de área entre funciones y ejes y entre funciones. Cálculo de sólidos de revolución. Cálculo de longitudes de arco.

Los contenidos de la signatura de **Física 1**<sup>68</sup> son los siguientes: Sistemas de unidades: concepto de medida, sistemas de unidades, conversiones. Vectores: cantidades escalares y cantidades vectoriales, operaciones fundamentales con vectores. Equilibrio estático: descomposición de fuerzas, composición de fuerzas, primera condición de equilibrio. Centro de masa: de un sistema de partículas, de un cuerpo rígido. Centroide. Estabilidad. Equilibrio estático: momento de un par, segunda condición de equilibrio, armaduras sencillas. Dinámica: las leyes de Newton del movimiento mecánico.

Los contenidos de la signatura de **Física 2**<sup>68</sup> son los siguientes: Trabajo y energía: trabajo físico, hecho por una fuerza constante o variable. Potencia. Teorema trabajo-energía mecánica. Conservación de la energía. Mecánica de fluidos: densidad, presión, principios de Pascal y Arquímedes. Ecuación de continuidad. Temperatura: definición, medida, dilatación térmica. Electricidad: voltaje, corriente y resistencia. Ley de Ohm. Circuitos de corriente directa, serie y paralelo.

No está demás mencionar que todos los contenidos de Matemáticas y Física están orientados a formar una base para el estudio de la parte estructural, la cual incluye el curso de **Resistencia de materiales**, el cual está orientado a que el estudiante conozca los esfuerzos internos a los que se somete un material al ser afectado por cargas externas y lo prepara para la concepción de las diversas formas estructurales que conoce posteriormente en el curso de **Tipología y Lógica Estructural**. Los conocimientos básicos del comportamiento y formas de las diversas estructuras le sirven de base para el curso de **Calculo Estructural 1** en el cual se analizan los métodos de análisis de deformación en vigas estáticamente determinadas e indeterminadas así como las características del uso de marcos estructurales. Posteriormente en los cursos de **Cálculo Estructural 2 y Dimensionamiento Estructural 1**, se lleva a cabo el pre dimensionamiento de elementos estructurales en Madera,

---

<sup>68</sup> Red Curricular y Descripción de general de contenidos de la Licenciatura en Arquitectura - USAC  
Fuente: [http://www.farusac.com/pensum\\_arq.pdf](http://www.farusac.com/pensum_arq.pdf) (25/05/2010)

Acero y Concreto Reforzado para terminar de complementar los conocimientos adquiridos con el curso electivo de **Dimensionamiento Estructural 2.**<sup>69</sup>

El extenso estudio de la parte estructural, está complementado con las asignaturas de **Construcción 1 y Construcción 2**, donde se estudia la evaluación de suelos, cimentaciones, excavaciones, rellenos, compactaciones, muros de contención, techos, losas, estructuras de concreto, acero y madera. El curso de **Construcción 3**, aborda temas de especificaciones constructivas, tecnología apropiada y sistemas prefabricados de construcción.<sup>69</sup>

De la misma manera también las asignaturas de instalaciones complementan la formación del estudiante. En **Instalaciones 1**, aprenden sobre las instalaciones hidráulicas y sanitarias necesarias desde una vivienda hasta edificaciones de 4 niveles de uso mixto. En **Instalaciones 2**, se abarca el conocimiento de las instalaciones eléctricas domiciliarias y el cálculo de las mismas. Mientras que en **Instalaciones 3**, se aprende sobre las instalaciones especiales utilizadas en piscinas, saunas, jacuzzis, escaleras electromecánicas, ascensores, sistemas de alarmas, puertas eléctricas, sistematización de los ambientes, instalaciones de radio, televisión, cable, sonido, intercomunicación, trituradores, ductos de basura y de instalaciones, tanto a nivel de diseño, instalación y cálculo.<sup>69</sup>

### **5.2.2 Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**

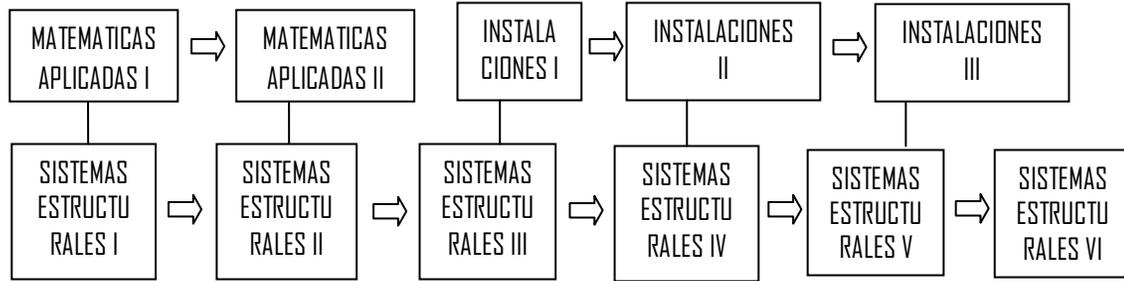
En la Universidad Nacional Autónoma de México, la Licenciatura en Arquitectura se imparte dentro de la Facultad de Arquitectura. El plan de estudios vigente corresponde al año 1998.

En el Plan de Estudios de la UNAM, Las Matemáticas están presentes desde el primer ciclo de la carrera y la Física como asignatura, se encuentra ausente; pero existen algunos temas de la Física inmersos en las asignaturas de Instalaciones. La correlación de asignaturas de Matemáticas con respecto a las demás asignaturas es la siguiente:

---

<sup>69</sup> ENSEÑANZA DE ESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIÓN EN LA FACULTAD DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

Fuente: <http://www.farusac.com/enhsa2010/martin.pdf> (25/05/2010)



Esquema basado en el Plan de Estudios para la licenciatura en Arquitectura - UNAM  
 Fuente: [https://www.dgae.unam.mx/planes/f\\_arquitectura/Arquit.pdf](https://www.dgae.unam.mx/planes/f_arquitectura/Arquit.pdf) (25/05/2010)

En el caso de la UNAM, las asignaturas de Matemáticas no se refieren directamente a la adquisición de conocimientos matemáticos sino a la aplicación de los contenidos aprendidos durante el bachillerato, ya que toda el área de Cálculo integral y diferencial, que otras universidades estudian en el nivel superior, en México se estudia en la Educación Media.

La descripción de la asignatura de **Matemáticas Aplicadas I**, dice lo siguiente: *“Que el estudiante de la Licenciatura aplique los conocimientos del álgebra, trigonometría y geometría analítica adquiridos en el bachillerato, y los utilice para plantear y resolver problemas inherentes al estudio de la arquitectura.”*<sup>70</sup>

La descripción de la asignatura de **Matemáticas Aplicadas II**, dice lo siguiente: *“Que el estudiante de la Licenciatura en Arquitectura aplique los conocimientos del cálculo integral y diferencial que adquirió en el bachillerato, y los utilice para plantear y resolver problemas. Que el estudiante conozca los principios de las matemáticas financieras.”*<sup>70</sup>

A diferencia de otras universidades las matemáticas no constituyen un prerrequisito para iniciar el estudio de la parte estructural, la cual se inicia en forma paralela y constituye un área de estudios de seis asignaturas en las que el factor común consiste en que el estudiante comprenda la importancia que tienen las estructuras en la composición integral arquitectónica.<sup>70</sup>

En **Sistemas Estructurales I**, aprende a describir la función de las estructuras

---

<sup>70</sup> DESCRIPCION SINTETICA DEL PLAN DE ESTUDIOS LICENCIATURA EN ARQUITECTURA - UNAM  
 Fuente: [https://www.dgae.unam.mx/planes/f\\_arquitectura/Arquit.pdf](https://www.dgae.unam.mx/planes/f_arquitectura/Arquit.pdf) (25/05/2010)

y los métodos que se emplean para su planteamiento, así como las formas estructurales eficientes, materiales adecuados para su construcción y las características de las acciones estáticas y dinámicas que influyen en las estructuras y los efectos que en ellas producen. En **Sistemas Estructurales II**, se estudian los principios de la estática que se aplican en el análisis de estructuras isostáticas. En **Sistemas Estructurales III**, se conocen y aplican los conocimientos básicos de la mecánica de materiales como introducción al redimensionamiento de elementos estructurales en función del proyecto arquitectónico. En **Sistemas Estructurales IV**, es donde el estudiante aplicará sus conocimientos de estática y mecánica de materiales enfocados al análisis y valoración del comportamiento de estructuras hiperestáticas. En **Sistemas Estructurales V**, el estudiante aplicará sus conocimientos de estática y mecánica de materiales en el análisis, diseño y valoración del comportamiento de los elementos estructurales sujetos a flexión. Y en la asignatura de **Sistemas Estructurales VI**, el estudiante tendrá que tomar en cuenta el conocimiento adquirido en las asignaturas de construcción, ya que aplicara todos sus conocimientos para la resolución de sistemas estructurales reticulares estáticamente indeterminados y en la comprensión de los fenómenos tensionales aplicados a secciones heterogéneas (dos materiales) de elementos portantes en las estructuras.<sup>70</sup>

En la UNAM, la Física no se cursa como una asignatura, ya que según el plan de estudios, los conocimientos previos cursados en el bachillerato se consideran suficientes para cursar las asignaturas de estructuras e instalaciones, estudiando en ésta última algunos temas del acondicionamiento térmico y acústico de los espacios.

En la asignatura de **Instalaciones I**, el estudiante aplica los criterios básicos del diseño Bioclimático y del control térmico ambiental para promover el aprovechamiento de los recursos naturales en beneficio de los espacios arquitectónicos proyectados. En esta asignatura los estudiantes también conocen los diversos aspectos técnicos de las instalaciones de abastecimiento, desalojo sanitario, iluminación y control eléctrico y de gas, desde su captación y/o suministro, y considerando el uso más adecuado de éstas, cuidando los aspectos económicos y de integración al proceso

---

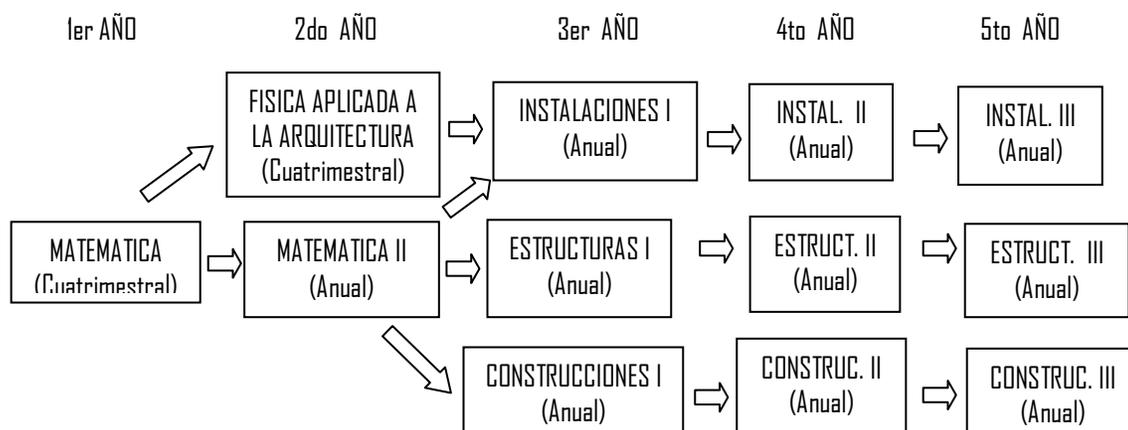
<sup>70</sup> DESCRIPCION SINTEICA DEL PLAN DE ESTUDIOS LICENCIATURA EN ARQUITECTURA - UNAM  
Fuente: [https://www.dgae.unam.mx/planes/f\\_arquitectura/Arquit.pdf](https://www.dgae.unam.mx/planes/f_arquitectura/Arquit.pdf) (25/05/2010)

arquitectónico. En **Instalaciones II**, el estudiante conoce los equipos de intercomunicación, seguridad y transportación requeridos en los diversos proyectos arquitectónicos, analiza los aspectos normativos y espaciales requeridos para su óptima aplicación y funcionamiento e Integra aquellos equipos y sistemas que consideran más adecuados al proyecto arquitectónico. Finalmente en **Instalaciones III**, el estudiante conoce y aprende las diferencias entre los sistemas y equipos para el acondicionamiento del aire de los espacios arquitectónicos que requieran de este tipo de instalaciones. Conoce también los requerimientos técnico-arquitectónicos básicos para el mejor aprovechamiento de la acústica requerida o generada en los locales arquitectónicos proyectados.<sup>70</sup>

### 5.2.3 Universidad de Buenos Aires (UBA) (Argentina)

En la Universidad de Buenos Aires, la carrera de Arquitectura se imparte dentro de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. La duración de la carrera de Arquitectura implica cursar asignaturas por seis años.

En el Plan de Estudios de la UBA, las Matemáticas están presentes desde el primer ciclo de la carrera y la Física se encuentra presente a partir del segundo ciclo. Existen asignaturas con duración cuatrimestral y asignaturas con duración anual. La correlación de asignaturas de Matemáticas y Física con respecto a las demás asignaturas del plan de estudios es la siguiente:



Plan de estudios de Arquitectura – FADU - UBA

Fuente: [http://www.uba.ar/download/academicos/o\\_academica/carreras/arquitectura.pdf](http://www.uba.ar/download/academicos/o_academica/carreras/arquitectura.pdf) (25/05/2010)

<sup>70</sup> DESCRIPCION SINTETICA DEL PLAN DE ESTUDIOS LICENCIATURA EN ARQUITECTURA - UNAM

Fuente: [https://www.dgae.unam.mx/planes/f\\_arquitectura/Arquit.pdf](https://www.dgae.unam.mx/planes/f_arquitectura/Arquit.pdf) (25/05/2010)

En el caso de la UBA, las Matemáticas constituyen el prerrequisito para el estudio de la parte estructural, constructiva y de instalaciones. La Física aplicada, constituye el prerrequisito para el estudio de las asignaturas de Instalaciones.

**Matemática** es prerrequisito para las asignaturas de **Matemática II** y **Física Aplicada a la Arquitectura**. Matemática tiene una duración cuatrimestral y está inmersa en lo que llaman Ciclo Básico Común (CBC), algo similar a lo que en la FIA de la UES, se le denomina Unidad de Ciencias Básicas (UCB).

Los contenidos de la asignatura **Matemática**<sup>71</sup> son los siguientes: Funciones. Funciones lineales, cuadráticas y polinómicas. Funciones exponenciales y trigonométricas. Derivadas e integrales. Vectores en el plano y en el espacio.

Aprobando la asignatura de **Matemática**, se cumple el prerrequisito para cursar **Matemática II**, la cual tiene una duración anual y es prerrequisito para las asignaturas de **Instalaciones I**, **Construcciones I** y **Estructuras I**.

Los contenidos matemáticos formales son adaptados a temas particulares, por parte de los docentes que manejan la cátedra de matemáticas para arquitectura.

Los temas que se imparten en forma general en la asignatura de **Matemática II**<sup>72</sup>, son los siguientes: Lugar geométrico: coordenadas -vectores. La recta, el plano y su espacio: propiedades. Al cono cuádrico lo seccionaremos. Las superficies: cilíndricas, de revolución y regladas. Cuádricas, hélice, helicoide y simetrías. Sección áurea; los elementos del grafo y su conexión. La planaridad del grafo y sus recorridos. Grafos poligonales, duales – los mosaicos. La topografía se relaciona con la trigonometría: aplicaciones. Las mediciones y cálculos. Los límites y las derivadas, crecer y no crecer - Don máximo y mínimo. Un repaso: Geometría – grafos y topografía. La optimización: un problema. Las integrales y las áreas. Integrales aplicadas: al centro de gravedad y unos momentos. Hay que describir la estadística: medidas. De lo imposible a lo cierto. ¿Cuál es la probabilidad?. La posibilidad

---

<sup>71</sup> Ciclo Básico Común – Universidad de Buenos Aires

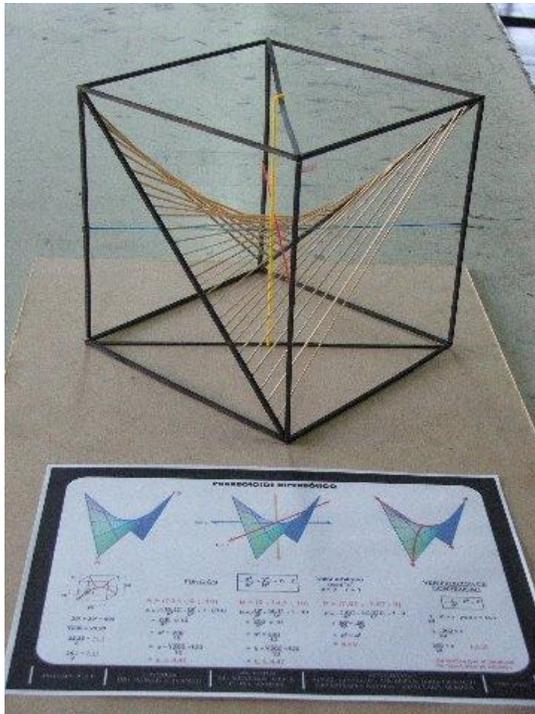
Fuente: <http://www.cbc.uba.ar/dat/cbc/con-min.html#Matematica> (25/05/2010)

<sup>72</sup> Matemática II de la carrera de Arquitectura (FADU – UBA)

Fuente: <http://www.matematica2dopazo.blogspot.com/> (25/05/2010)

es variante: variables aleatorias, discretas y continuas. En el límite hay un centro. Nuevamente repasemos: análisis matemático y probabilidad y estadística.

Es importante tomar en cuenta que los estudiantes de matemáticas II, realizan maquetas constructivas de formas geométricas espaciales. Una forma particular e interesante de las metodologías de enseñanza de las matemáticas en la carrera de Arquitectura de la Universidad de Buenos Aires. Algunos ejemplos se presentan a continuación:



Paraboloide Hiperbólico



Hiperboloide de una hoja

La asignatura de **Matemática** también es prerrequisito para cursar la asignatura de **Física Aplicada a la Arquitectura**, la cual tiene una duración cuatrimestral y es prerrequisito junto a **Matemática II**, para cursar la asignatura de **Instalaciones I**.

Los temas en forma general que se estudian en la asignatura de **Física Aplicada a la Arquitectura**<sup>73</sup> son los siguientes: Hidroestática - Conceptos previos y Práctica. Hidrodinámica y Práctica. Calor - Primera parte y Práctica.

---

<sup>73</sup> Física Aplicada a la Arquitectura de la carrera de Arquitectura (FADU - UBA).

Fuente: <http://www.fisicaaplicadapozo.blogspot.com/> (25/05/2010)

Calor - Segunda parte y Práctica. Acústica y Práctica. Electricidad y Práctica. Iluminación Artificial y Práctica. Iluminación Natural y Práctica. Presentación de temas de energías convencionales y no convencionales: repaso y consultas.

Habiendo cursado **Matemática II** y **Física Aplicada a la Arquitectura**, se han cumplido los prerrequisitos para cursar la asignatura **Instalaciones I**<sup>74</sup> la cual abarca los siguientes temas:

- a) **Las instalaciones sanitarias:** Instalaciones de agua. Desagües cloacales. Desagües pluviales.
- b) **Instalaciones de gas.**
- c) **Instalaciones eléctricas.**

En las asignaturas de **Instalaciones II** e **Instalaciones III**, los estudiantes aprenden sobre aire acondicionado, acondicionamiento térmico, sistemas y edificios inteligentes y el uso racional de energía. Estos temas están inmersos dentro del concepto de Desarrollo Sustentable y buscan que el estudiante pueda minimizar en sus propuestas el consumo de energía y mejorar las condiciones de calidad de vida en el edificio que proyecta.

Por otra parte habiendo aprobado **Matemáticas II**, se cumple el prerrequisito para cursar las asignaturas de Estructuras, la cuales tienen una duración anual y constan de las siguientes unidades temáticas:

- a) **Estructuras I**<sup>75</sup>: Introducción a la problemática - Cargas actuantes sobre las estructuras. El equilibrio y la estabilidad como exigencias estructurales. Geometría de las secciones estructurales. Inmovilización de estructuras. Estructuras de reticulado. Estudio de las características físico-mecánicas de los materiales estructurales - Solicitación axial: diseño de barras y verificación de muros - Verificación de la seguridad al pandeo. Esfuerzos Característicos. Flexión simple normal - Corte simple – Torsión - Tensiones tangenciales - Flexión y corte - Diseño de vigas. Flexión simple oblicua - Flexión compuesta – Diseño de secciones. Deformación de barras flexionadas. Sistemas

---

<sup>74</sup> Cátedra Cereghetti 1

Fuente: <http://catedra-cereghetti1.idoneos.com/index.php> (25/05/2010)

<sup>75</sup> ESTRUCTURAS I – UNIDADES TEMATICAS

Fuente: <http://www.misitio.fibertel.com.ar/taller112/Section54433.shtml> (25/05/2010)

hiperestáticos. Fundaciones.

b) **Estructuras II**<sup>76</sup>: Proyecto de sistemas estructurales. Tecnología del Hormigón. Comportamiento estructural del hormigón y el acero. Piezas de hormigón armado sometidas a flexión. Losas planas. Piezas de hormigón armado sometidas a flexión. Vigas. Diseño de sistemas estructurales planos para luces de relativa importancia. Piezas de hormigón armado sometidas a compresión dominante y a flexión compuesta. Columnas y Pórticos. Mecánica de suelos. Fundaciones. Tensores, Escaleras y Depósitos de agua de hormigón armado. Diseño de sistemas estructurales planos pretensados para luces de relativa importancia. Ejecución de las estructuras.

c) **Estructuras III**<sup>77</sup>: La estructura como factor condicionante y condicionado del Diseño Arquitectónico. Análisis de la problemática de los edificios en altura. Diseño de sistemas para estructuras contravientos. Diseño sismo resistente. Análisis de las tipologías más usuales de los edificios en altura. Fundaciones de edificios de gran altura y grandes luces. Estructuras especiales en sótanos para empujes de tierra o agua. Sistemas estructurales de tracción pura. Cables. Sistemas estructurales de tracción pura. Estructuras neumáticas y membranas tensadas. Sistemas estructurales de compresión dominante. Sistemas estructurales laminares. Cáscaras. Sistemas estructurales laminares planos. Plegados. Sistemas estructurales de barras.

### 5.2.5 Universidad de Sevilla (US) (España)

En la Universidad de Sevilla, la carrera de Arquitectura se imparte dentro de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura. El programa vigente corresponde al año 1998 y los temas presentados en cada asignatura corresponden al curso 2008/2009.

En el Plan de Estudios de la UBA, Las matemáticas están presentes desde el primer año de la carrera y la Física se encuentra presente a partir del segundo cuatrimestre del primer año. Existen asignaturas con duración cuatrimestral y asignaturas con duración anual. La correlación específica de

---

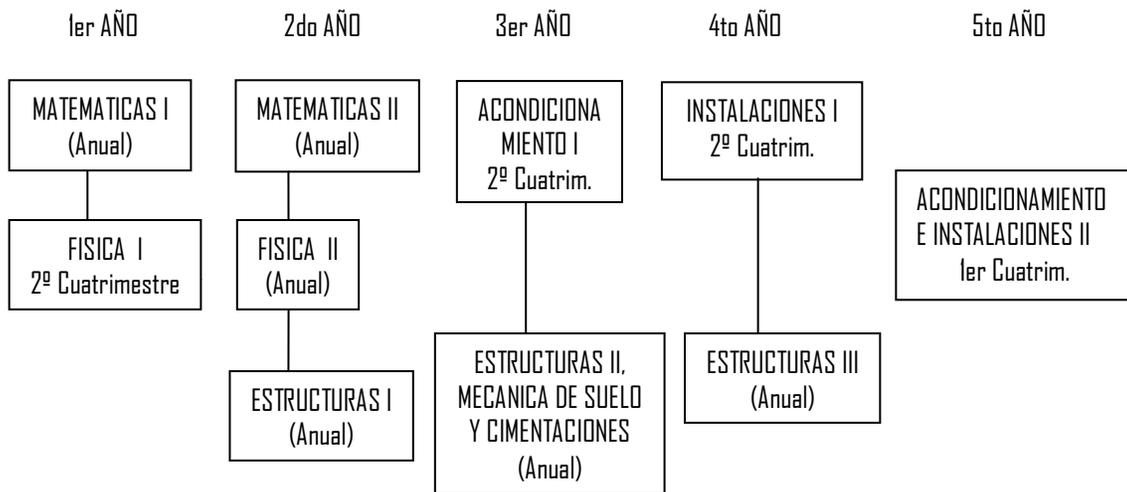
<sup>76</sup> ESTRUCTURAS II – UNIDADES TEMATICAS

Fuente: <http://www.misitio.fibertel.com.ar/taller112/Section54434.shtml> (25/05/2010)

<sup>77</sup> ESTRUC TURAS III – UNIDADES TEMATICAS

Fuente: <http://www.misitio.fibertel.com.ar/taller112/Section55528.shtml> (25/05/2010)

cada asignatura no se logró conocer; pero a continuación se presenta un esquema general de las asignaturas de Matemáticas y Física con respecto a las demás asignaturas que guardan relación con ellas.



Esquema basado en el Plan de Estudios para la titulación de Arquitecto de la Universidad de Sevilla  
 Fuente: <http://departamento.us.es/mmc/centros/etsa/etsaindex.htm> (26/05/2010)

Las anteriores son asignaturas troncales y obligatorias, pero además de ellas también existen asignaturas Optativas en las que las Matemáticas y la Física también constituyen la base fundamental para cursarlas. Las asignaturas Optativas a las que se hace referencia son las siguientes: (Tercer año) Métodos Numéricos de Cálculo; (Cuarto año) Acústica e Intercambio Energético en los Edificios, Complementos de Estructuras y Estructuras Especiales; (Quinto año) Protección contra incendios transportes y comunicaciones, Proyectos de Estructuras y Cimentaciones Especiales.

Hay que tener en cuenta que en España, los contenidos matemáticos del bachillerato están constituidos en su mayoría por el Cálculo Integral y Diferencial, por lo cual el nivel matemático con el que se ingresa a la universidad, contribuye a que se cursen asignaturas avanzadas, donde las aplicaciones matemáticas y físicas son comunes. Es necesario destacar que en España, la Física en la Arquitectura es tan esencial en la parte de diseño arquitectónico, como en la parte estructural y tecnológica.

Es importante tener en consideración la descripción del Arquitecto en España, la cual es un reflejo del plan de estudios para la titulación de Arquitecto: *“en España, el arquitecto, a parte de tener una formación en disciplinas propias de arquitecto, también tiene una formación en ingeniería de edificación, proyección estructural, instalaciones, acondicionamientos de la edificación, así como la gestión inmobiliaria, estudios de viabilidad de proyectos, la promoción de desarrollos, la inspección de edificios, gestión de licencias, tasaciones y valoraciones, legalizaciones y la actividad pericial. De forma que la actividad del arquitecto no sólo se reduce al proyecto básico, sino también al proyecto de ejecución, más propio de ingenieros. El título de arquitecto español, por sus competencias, sería asimilable al título de arquitecto-ingeniero de edificación existente en Italia, llamado ingegneria edile-architettura, aunque por sus atribuciones corresponde a una doble titulación, la de arquitecto y la de Ingeniero de Edificación, sin atribuciones en dirección de ejecución de obra ni proyectos técnicos, ya que en España, esa actividad profesional la desempeña el arquitecto técnico. A la hora de homologar el título de arquitecto en España con otro título extranjero es muy importante, ya que el título español, no es sólo de arquitecto también lo es de ingeniero, y la homologación no es directa si es entre países que tienen un título de arquitecto sin competencias en ingeniería. También añadir que el título de arquitecto, entendido como un título con competencias exclusivamente de arquitecto, en España no existe.”*<sup>78</sup>

Para tener una idea más clara de los contenidos de algunas asignaturas importantes para el tema en estudio, se dan a conocer en el siguiente orden, los temas de las siguientes asignaturas: **Matemáticas I, Matemáticas II, Física I, Física II, Estructuras II Mecánica de Suelo y Materiales, Estructuras III, Acondicionamiento I, Instalaciones I, Acondicionamiento e Instalaciones II** y finalmente de la asignatura optativa **Acústica e Intercambio Energético en los Edificios.**

La asignatura **Matemática I**<sup>79</sup>, tiene una duración anual y es impartida por el Departamento de Matemática Aplicada I. Los temas que se estudian son los siguientes: Introducción a las funciones de varias variables. Representación

---

<sup>78</sup> Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitecto> (26/05/2010)

<sup>79</sup> Guía docente del curso 2008/2009 – Matemáticas I

Fuente: [http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan\\_15\\_16/asignatura\\_150003?programa=2008-2009#guia](http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan_15_16/asignatura_150003?programa=2008-2009#guia) (26/05/2010)

analítica de curvas y superficies. Diferenciación de funciones de varias variables. Fórmula de Taylor. Problemas de extremos. Integrales múltiples y aplicaciones. Integrales curvilíneas. Integrales de superficie. Teoremas integrales de cálculo vectorial. Autovalores y diagonalización de matrices. Producto escalar y diagonalización de matrices simétricas. Cónicas y cuádricas. Generación de diversas superficies. Conceptos generales de ecuaciones diferenciales. Introducción a la teoría de la probabilidad y a la teoría de muestreo.

La asignatura **Matemática II**<sup>80</sup> tiene una duración anual y es impartida por el Departamento de Matemática Aplicada I. Los temas que se estudian son los siguientes:

- a) **Ecuaciones y sistemas diferenciales lineales:** Ecuaciones diferenciales lineales de primer orden. Ecuaciones diferenciales lineales de orden mayor que uno. Problemas de contorno. Sistemas diferenciales lineales.
- b) **Ecuaciones y sistemas diferenciales no lineales:** Ecuaciones no lineales de primer orden. Sistemas diferenciales no lineales.
- c) **Geometría diferencial de curvas y superficies:** Curvas planas y alabeadas. Superficies: geometría métrica. Superficies: curvatura.
- d) **Estadística.** Estadística.

La asignatura de **Física I**<sup>81</sup> tiene una duración cuatrimestral y es impartida por el Departamento de Física Aplicada II. Los temas que se estudian son los siguientes:

- a) **Mecánica general. Estática de la partícula:** Sistemas de fuerzas sobre sólidos rígidos. Estática del sólido rígido. Fuerzas distribuidas. Centroides. Fuerzas distribuidas sobre superficies. Momentos de segundo orden. Sistemas de sólidos. Análisis de estructuras articuladas. Rozamiento.
- b) **Medios deformables:** Fuerzas internas en vigas planas. Fuerzas en cables. Elasticidad.
- c) **Bases teóricas del medio físico:** Ampliación de física: Mecánica de fluidos, termodinámica, acústica, electricidad y electromagnetismo, teorías de la luz y el color.

---

<sup>80</sup> Guía docente del curso 2008/2009 – Matemáticas II

Fuente: [http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan\\_15\\_16/asignatura\\_150014?programa=2008-2009#guia](http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan_15_16/asignatura_150014?programa=2008-2009#guia) (26/05/2010)

<sup>81</sup> Guía docente del curso 2008/2009 – Física I

Fuente: [http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan\\_15\\_16/asignatura\\_150006?programa=2008-2009#guia](http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan_15_16/asignatura_150006?programa=2008-2009#guia) (26/05/2010)

La asignatura de **Física II**<sup>82</sup> tiene una duración anual y es impartida por el Departamento de Física Aplicada II. Los temas que se estudian son los siguientes:

- a) **Mecánica de Fluidos:** Estática de fluidos. Dinámica de fluidos ideales. Fluidos reales.
- b) **Acústica:** Acústica física: ondas sonoras. Acústica psico-fisiológica: percepción. Acústica arquitectónica: acondicionamiento y aislamiento acústicos.
- c) **Termodinámica:** Primer principio de la termodinámica. Segundo principio de la termodinámica. Transmisión del calor. Propiedades de las sustancias puras. Fundamentos de refrigeración.
- d) **Luz y color:** Psicrometría. Fotometría. Colorimetría.
- e) **Circuitos y redes eléctricas:** Corriente alterna por elementos lineales. Circuitos de corriente alterna.

La asignatura de **Estructuras II, Mecánica de Suelos y Cimentaciones**<sup>83</sup>, tiene una duración anual y es impartida por el Departamento de Mecánica de Medios Contínuos, Teoría de Estructuras e Ingeniería del Terreno. Los temas estudiados son los siguientes:

- a) **Tipos estructurales, bases de cálculo y acciones en la edificación:** Introducción al proyecto y cálculo de estructuras. Tipos estructurales. Diseño de estructuras trianguladas. Diseños de pórticos. Acciones dinámicas. Acciones sísmicas.
- b) **Estructuras de acero en la edificación:** Introducción. Bases de cálculo. Análisis estructural 1. Análisis estructural 2. Estados límite últimos 1. Estados límite últimos 2. Estados límite últimos 3. Estados límite últimos 4. Estados límite de servicio. Introducción a las uniones. Conceptos complementarios.

La asignatura **Estructuras III**<sup>84</sup>, tiene una duración cuatrimestral y es

---

<sup>82</sup> Guía docente del curso 2008/2009 – Física II

Fuente: [http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan\\_15\\_16/asignatura\\_150015?programa=2008-2009#guia](http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan_15_16/asignatura_150015?programa=2008-2009#guia) (26/05/2010)

<sup>83</sup> Guía docente del curso 2008/2009 - Estructuras II, Mecánica de Suelos y Cimentaciones

Fuente: [http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan\\_15\\_16/asignatura\\_150018](http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan_15_16/asignatura_150018) (26/05/2010)

<sup>84</sup> Guía docente del curso 2008/2009 - Estructuras III

Fuente: [http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan\\_15\\_16/asignatura\\_150031?programa=2008-2009#guia](http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan_15_16/asignatura_150031?programa=2008-2009#guia) (26/05/2010)

impartida por el Departamento de Mecánica de Medios Continuos, Teoría de Estructuras e Ingeniería del Terreno. Los temas estudiados son los siguientes:

- a) **Introducción al hormigón armado:** Introducción histórica. Conceptos generales. Variables fundamentales.
- b) **Análisis estructural de edificios de hormigón armado. Predimensionado:** Análisis estructural. Predimensionado.
- c) **Elementos estructurales lineales de hormigón armado en flexión.** Conceptos generales. Dimensionado práctico de vigas. Estados límites últimos de cortante y de torsión. Estados límite de servicio.
- d) **Elementos estructurales lineales de hormigón armado en compresión:** Dimensionado de pilares. Estado límite último de inestabilidad.<sup>90</sup>
- e) **Elementos estructurales superficiales de hormigón armado en flexión:** Forjados unidireccionales. Placas y losas.

La asignatura **Acondicionamiento I**<sup>85</sup> tiene una duración cuatrimestral y es impartida por el Departamento de Construcciones Arquitectónicas I. Los temas que se estudian son los siguientes:

- a) **Acondicionamiento higrotérmico y de calidad del aire:** Pérdidas de calor en un edificio. Pérdidas admisibles. Humedades de condensación. El aislamiento térmico y la corrección de patologías higrotérmicas. Sistemas pasivos. Control de la calidad del aire interior.
- b) **Acondicionamiento acústico:** Aislamiento a ruido aéreo. Aislamiento a ruido de impacto y vibraciones. Normativa y reglamentación acústica. Tiempo de reverberación.

La asignatura **Instalaciones I**<sup>86</sup> tiene una duración cuatrimestral y es impartida por el Departamento de Construcciones Arquitectónicas I. Los temas que se estudian son los siguientes:

---

<sup>85</sup> Guía docente del curso 2008/2009 – Acondicionamiento I

Fuente:[http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan\\_15\\_16/asignatura\\_150022?programa=2008-2009#guia](http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan_15_16/asignatura_150022?programa=2008-2009#guia) (26/05/2010)

<sup>86</sup> Guía docente del curso 2008/2009 – Instalaciones I

Fuente:[http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan\\_15\\_16/asignatura\\_150030?programa=2008-2009#guia](http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan_15_16/asignatura_150030?programa=2008-2009#guia) (26/05/2010)

- a) **Abastecimiento de agua:** Introducción. Estimación de caudales. Hidráulica. Tipologías de redes de distribución. Dimensionado de redes. Aspectos constructivos y de mantenimiento. Introducción. Producción y distribución de Agua Caliente Sanitaria (ACS. Sistemas de producción de ACS. Estimación de caudales de ACS. Tipologías de las redes de ACS. Dimensionado de redes de ACS. Aspectos constructivos y de mantenimiento. Normativa básica y complementaria de AF y ACS. El proyecto de instalaciones de abastecimiento de agua en los edificios.
- b) **Saneamiento:** Introducción. Hidráulica del saneamiento. Caudales de cálculo. Redes de saneamiento. Redes de ventilación del saneamiento. Dimensionado de redes. Aspectos constructivos y de mantenimiento. Depuración y vertido. El proyecto de instalaciones de saneamiento en los edificios. Normativa básica y complementaria de AF y ACS.
- c) **Instalaciones de electricidad:** Suministro de energía eléctrica. Conceptos fundamentales de electrotecnia. Reglamentos y normas. Previsión de cargas. Cálculo de una línea. Centros de transformación. Redes de baja tensión. Instalaciones de enlace. Instalaciones receptoras en edificios de viviendas. Instalaciones receptoras de carácter general. Instalaciones de puesta a tierra. El proyecto de instalaciones eléctricas.
- d) **Iluminación artificial:** El acondicionamiento lumínico en arquitectura. Diseño de iluminación interior. Parámetros luminotécnicos fundamentales. Tipos de lámparas. Tipos de luminarias. Métodos de cálculo. El proyecto de acondicionamiento lumínico.

La asignatura **Acondicionamiento e Instalaciones II**<sup>87</sup>, tiene una duración cuatrimestral y impartida por el Departamento de Construcciones Arquitectónicas I. Los temas que se estudian son los siguientes:

- a) **Demanda térmica:** Pérdidas y ganancias caloríficas: Balance térmico.
- b) **Instalaciones de climatización:** Procesos psicrométricos y procesos de climatización. Circuito frigorífico. Sistemas de climatización y su clasificación. Producción Térmica: frío y/o calor. Instalaciones centralizadas todo aire, todo agua y aire agua. Transporte y distribución de energía. Regulación y Control de las instalaciones. Cálculo de las instalaciones de climatización.

---

<sup>87</sup> Programa de la asignatura del curso 2009/2010 – Acondicionamiento e Instalaciones II  
Fuente:[http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan\\_15\\_16/asignatura\\_150049](http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan_15_16/asignatura_150049) (26/05/2010)

c) **Instalaciones de calefacción:** Sistemas de calefacción y su clasificación. Cálculo de las instalaciones calefacción.

La asignatura optativa **Acústica e Intercambio Energético en los Edificios**<sup>88</sup>, tiene una duración cuatrimestral y es impartida por el Departamento de física aplicada II. Los temas que se estudian son los siguientes:

a) **El problema acústico en arquitectura:** Acústica de espacios cerrados. Contaminación acústica y Arquitectura.

b) **Intercambio energético en los edificios:** Introducción. Transferencia de Calor. Convección térmica. Radiación térmica. Conversión de la radiación solar.

c) **Prácticas de laboratorio:** Prácticas de Acústica. Prácticas de Intercambio Energético.

### **5.3 Cuadro sintético-comparativo de la Matemática y la Física en la formación de arquitectos a nivel nacional e internacional**

Para hacer una síntesis de este capítulo se presenta a continuación un cuadro que tiene el objetivo de colocar a disposición algunos aspectos que hacen la diferencia en cuanto a la importancia que la matemática y la física tienen en el estudio de la carrera de Arquitectura tanto en las universidades nacionales como extranjeras.

Para lograr una comparación se han formulado criterios generales los cuales se han mostrado como factores comunes en los casos análogos presentados en las páginas que constituyen este capítulo.

---

<sup>88</sup> Guía docente del curso 2008/2009 – Acústica e Intercambio Energético en los Edificios  
Fuente:[http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan\\_15\\_16/asignatura\\_150037?programa=2008-2009#guia](http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan_15_16/asignatura_150037?programa=2008-2009#guia) (26/05/2010)

<b>Criterio comparativo generalizado</b>	<b>Casos análogos a nivel nacional</b>	<b>Casos análogos a nivel internacional</b>
<p>Nivel de conocimientos matemáticos previos al ingreso universitario.</p>	<p>A nivel nacional el nivel matemático con el que ingresa el estudiante a la universidad es muy bajo comparado con otros países. Pues el Cálculo se estudia hasta en el nivel universitario y el estudiante no domina los conocimientos fundamentales para aprenderlo.</p>	<p>A nivel internacional el nivel de conocimiento con el que estudiante ingresa a la universidad es superior, ya que el Cálculo infinitesimal se aprende en el bachillerato e incluso en los países más desarrollados como España, las matemáticas de bachillerato son más avanzadas que las que se estudian en las carreras de arquitectura de las universidades públicas y privadas de El Salvador.</p>
<p>Filosofía de aprendizaje</p>	<p>En El Salvador las matemáticas se estudian con un enfoque muy abstracto, fruto de la implementación acrítica del Mecanicismo y últimamente del Estructuralismo de las “Matemáticas Modernas”, en todos los niveles educativos.</p> <p>La relación de las matemáticas avanzadas con la Arquitectura aún carece de claridad.</p>	<p>A nivel internacional, las matemáticas se estudian de una manera más equilibrada entre abstracción y aplicación. En ese sentido, la relación que tiene la matemática con la Arquitectura es más clara y su estudio sin aplicación, carece de sentido.</p> <p>El enfoque consiste en resolver problemas de la realidad en la disciplina de la Arquitectura.</p>

<b>Criterio comparativo generalizado</b>	<b>Casos análogos a nivel nacional</b>	<b>Casos análogos a nivel internacional</b>
<p>Las Matemáticas y la Física como un conocimiento fundamental en la Arquitectura.</p>	<p>A nivel nacional las Matemáticas y la Física están presentes en los planes de estudio de Arquitectura, principalmente como un conocimiento previo al estudio de la parte estructural y en algunos casos para la topografía y la parte constructiva.</p>	<p>A nivel internacional, las Matemáticas y la Física, constituyen el conocimiento fundamental no solo para la parte estructural, sino también para la parte constructiva, de instalaciones y de acondicionamiento de las edificaciones, las cuales se estudian a nivel de diseño y cálculo. Por lo tanto las Matemáticas y la Física además de ser más avanzadas, el porcentaje de importancia en los planes de estudio es mayor.</p>
<p>Sistema Legal</p>	<p>En El Salvador no existen todavía normativas de acondicionamiento de edificios, además los arquitectos no pueden hacerse responsables de las estructuras en construcciones mayores de cien metros cuadrados, por lo que desde la perspectiva legal el aprendizaje del cálculo estructural no es necesario en la formación del Arquitecto.</p>	<p>Existen normas y leyes de acondicionamiento de las edificaciones, las cuales son ampliamente difundidas entre los sectores profesionales relacionados a la construcción y son implementadas principalmente por las universidades. La industria está al tanto de fabricar materiales que cumplan con las exigencias de ley.</p>

## CONCLUSIONES

- ✓ El sistema de Educación Básica y Media carece de las condiciones adecuadas para dotar a los futuros estudiantes de nuevo ingreso del conocimiento en Matemáticas y Física necesario para cursar el Plan de Estudios de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, mediante un proceso de transición adecuado.
- ✓ Urge que la Escuela de Arquitectura y la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, consideren la reincorporación de la Física en la formación de los futuros profesionales de la Arquitectura, ya que existe un consenso entre estudiantes y docentes de todas las áreas de estudio de la carrera, que pone de manifiesto la necesidad de ésta área de conocimientos tanto para cursar el plan de estudios, como para producir una arquitectura mas en armonía con la naturaleza, que contribuya a mejorar la calidad de vida de los seres humanos de la generación actual y de las futuras.
- ✓ Es necesario que se priorice en el proceso de reforma curricular de la Escuela de Arquitectura, la modificación del enfoque y de los contenidos de las matemáticas para Arquitectura, ya que las matemáticas actuales no responden a las necesidades académicas que la formación de arquitectos requiere.
- ✓ La arquitectura del siglo XXI, requiere de una apuesta por el conocimiento de las matemáticas y la físicas aplicada, relacionadas con otras ramas de las ciencias que estudian la naturaleza del ser humano y del medio ambiente, de manera que la concientización sobre los problemas actuales, esté basada en el conocimiento científico de causas y efectos, esto en contraposición al uso utilitario de tecnologías, cuyas consecuencias muchas veces son desconocidas.

**FASE 3**

**CAPITULO VI:**

**PROPUESTA CURRICULAR**

## **6.1 Consideraciones preliminares**

Es necesario que el lector tenga en cuenta que la visión con la que se ha elaborado el presente trabajo es el de una propuesta realizable a mediano plazo y que por lo tanto el contenido de las páginas que se presentan a continuación, constituyen solo la primera y más generalizada parte teórica de la propuesta curricular final y que la otra parte adeudada se refiere al diseño e implementación experimental de un programa piloto, el cual se llevará a cabo como seguimiento de este trabajo; de tal manera que en un futuro próximo, se integre dentro del proyecto curricular de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

Es necesario destacar que los planteamientos a los que se ha llegado hasta el momento, son fruto de un marco teórico y de un diagnóstico en el que se ha tomado en cuenta tanto al sector estudiantil, como al sector profesional docente en todas las áreas académicas que constituyen el plan de estudios de la carrera de Arquitectura; sin embargo desde la perspectiva del autor esto todavía no es suficiente para considerar los planteamientos teóricos como una verdad, por lo cual es necesario que teoría y práctica se fusionen posteriormente en el programa piloto antes mencionado para fundamentar la propuesta curricular final.

En cuanto a los aspectos educativos, se ha considerado apropiada la formación en base a competencias, ya que la dinámica del mercado laboral profesional, así lo exige y tanto la empresa pública como la empresa privada requieren de profesionales de la Arquitectura competitivos a nivel nacional y regional. Esta formación incluye la integración de tres tipos de competencias: cognitivas (saber), procedimentales (saber hacer) y actitudinales (saber ser), esto quiere decir que aprender matemáticas y física sin aplicaciones a la Arquitectura carece de sentido, al igual que hacer aplicaciones sin las consideraciones actitudinales y éticas. De esta manera la propuesta también se integra con los planteamientos curriculares que el Ministerio de Educación hace en el Sistema de Educación Básica y Media.

En cuanto a los criterios de selección de contenidos, se considera en primer lugar la aplicabilidad que estos tienen en la resolución de problemas en el ejercicio profesional de la Arquitectura; en segundo lugar se refiere a la

relación secuencial que tienen para lograr la comprensión del conocimiento nuevo en base al conocimiento previo.

La presente fase inicia con una deducción desde el amplio mundo de la Matemática y la Física a fin de clasificar las ramas en imprescindibles o prescindibles, adjetivos atribuidos a partir del nivel académico con el que se hace Arquitectura en El Salvador. Más adelante dentro de las ramas de las Matemáticas y la Física, se aplican los dos criterios mencionados al principio de este párrafo y se presenta un desglose de los temas, que en ocasiones dará la impresión de tener grandes amplitudes (aspecto que se definirá de mejor manera en el diseño del programa piloto); sin embargo lo que se busca es reducir la ambigüedad que pueda tener una propuesta de contenidos muy generalizada.

Un apartado que a consideración del autor, es muy importante dentro de la presentación de la propuesta, es el que se refiere a la justificación de la existencia de cada unidad o asignatura, planteamientos que se considera apropiado debiesen ser de dominio público y principalmente conocidos por los estudiantes de nuevo ingreso de la carrera de Arquitectura, de tal manera que los contenidos no se cursen por puro acto de obediencia, sino atendiendo a las motivaciones intrínsecas, de tal manera que las Matemáticas y la Física se estudien dentro de contextos significativos.

Lo anterior hace necesario aclarar que en esta propuesta, las Matemáticas y la Física no constituyen un fin en sí mismas, sino un medio auxiliar que complementa el aprendizaje de la Arquitectura, aspecto que en ningún momento se debe de olvidar; es decir que todo lo que el estudiante aprenda y las competencias que desarrolle deben de tener un sentido aplicativo para sus intereses académicos, a esto es a lo que se refieren las motivaciones intrínsecas que se mencionan en el final del párrafo anterior.

Otro aspecto importante se refiere a los vínculos que las unidades de estudio tienen con respecto al plan de estudios de la carrera, en el cual se toma en cuenta la integración de la propuesta en el plan de estudios vigente, esto quiere decir que se incluyen las dos asignaturas de física y las dos asignaturas de matemáticas así como también el curso pre ingreso. No está de más aclarar que los vínculos solo se podrán comprender exitosamente si se

conoce cada una de las áreas de estudio de la carrera de Arquitectura e incluso éstos se han considerado basados en el diagnóstico y también en la propia experiencia del autor, quien ha cursado cada una de las 50 asignaturas del plan vigente.

También se hacen sugerencias de manera general en cuanto a la metodología y las evaluaciones, aunque estos aspectos se considera se podrían desarrollar de mejor manera en el diseño del programa piloto, donde se podrían hacer planteamientos más específicos de toda la propuesta ahora presentada.

Al final se presenta un esquema de integración de la propuesta con el plan de estudios actual, en la que se establece la relación entre las asignaturas y los prerrequisitos que las asignaturas de la propuesta generan.

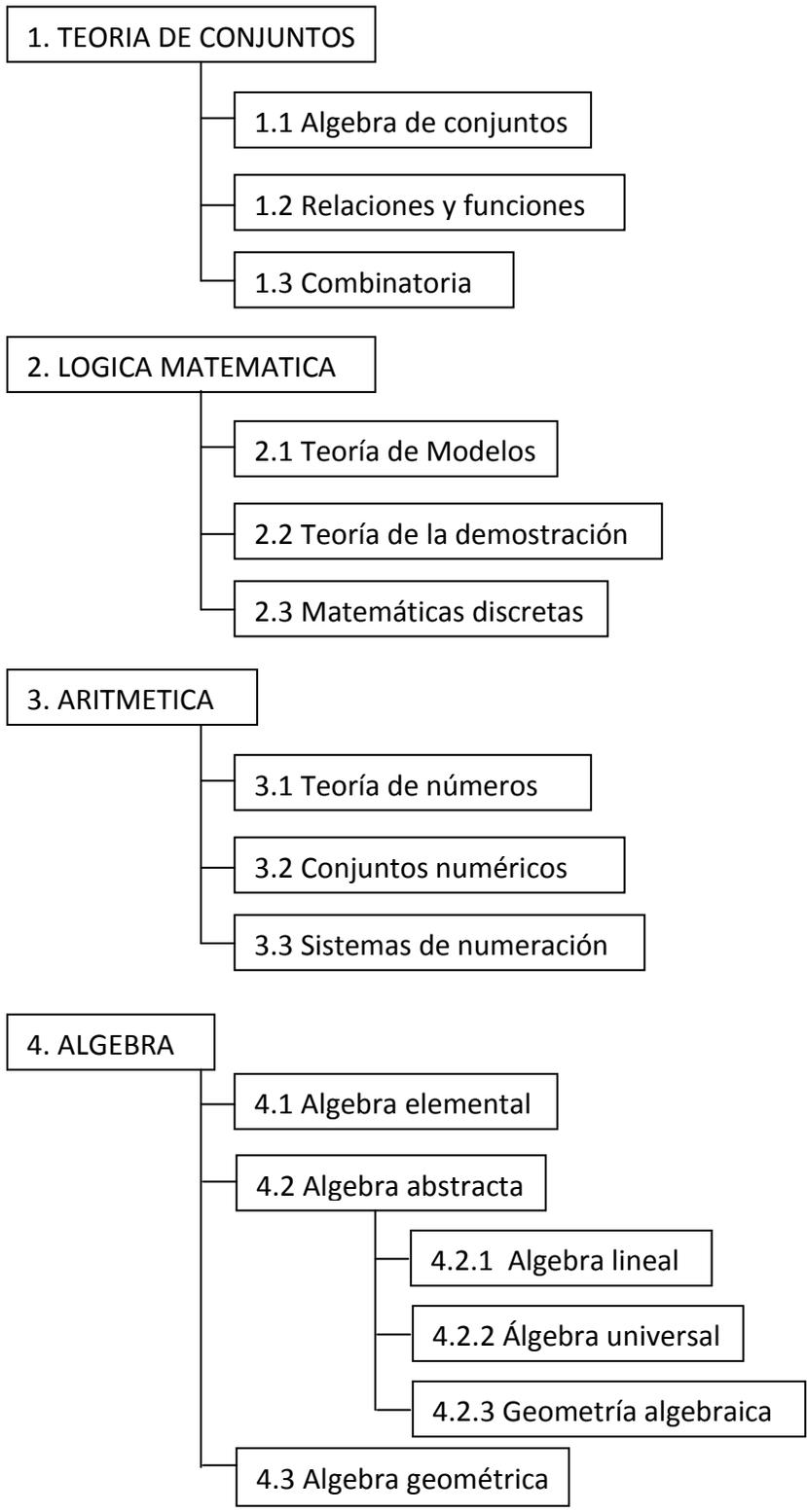
Para finalizar es necesario decir que no se busca la implementación inmediata de la propuesta, sino aportar un insumo para el desarrollo de una propuesta final por parte de la Escuela de Arquitectura; pero con la asesoría y la cooperación de la Unidad de Ciencias Básicas de la FIA y de la Escuela de Ingeniería Civil, las cuales en la actualidad tienen bajo su responsabilidad las asignaturas de Matemáticas y de Estructuras, respectivamente.

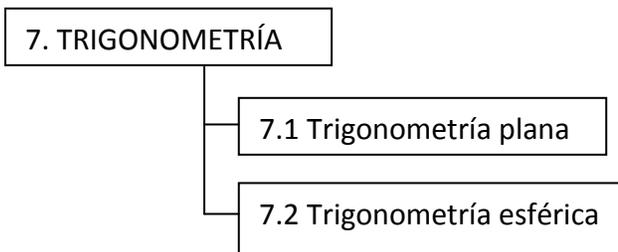
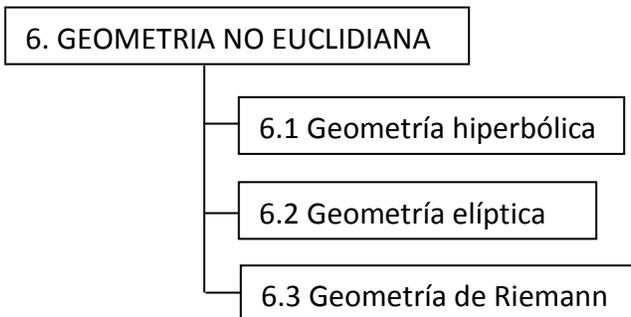
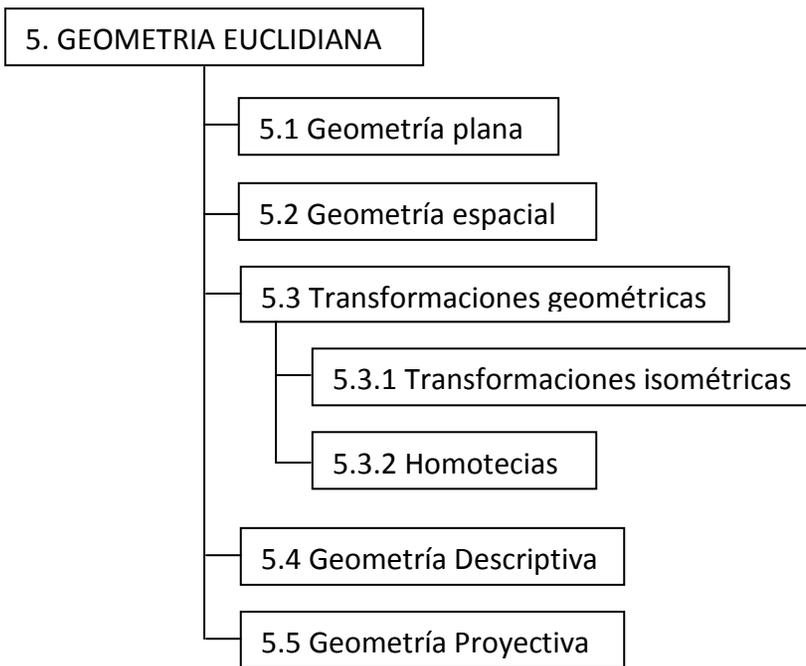
## **6.2 Las ramas de la Matemática**

Las matemáticas en la actualidad tienen una forma piramidal, donde unas ramas sirven de conocimiento fundamental para comprender otras, en ese sentido, ninguna se encuentra totalmente independiente de las demás.

El mundo de las matemáticas es muy amplio y para efectos de este trabajo es necesario hacer un planteamiento general, donde podamos deducir cuales son los conocimientos matemáticos que contribuyen a la formación del profesional en Arquitectura.

A través del siguiente gráfico se puede apreciar de manera general una ramificación de las matemáticas elaborada para este trabajo. Puede que tenga variaciones con respecto a otras clasificaciones, sin embargo, se trata de una aproximación general.

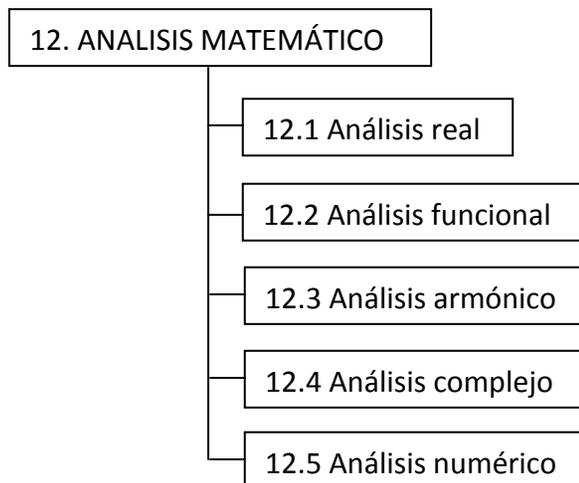
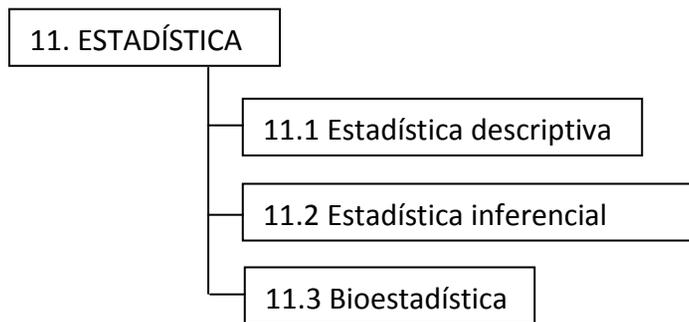




8. GEOMETRIA ANALITICA

9. GEOMETRIA DIFERENCIAL

10. PROBABILIDAD



13. GEOMETRIA ESTRUCTURAL

14. MATEMATICAS APLICADAS

A continuación se presenta una breve descripción del concepto de cada una de las ramas y sub ramas anteriormente mencionadas:

**1. TEORÍA DE CONJUNTOS:** es una teoría matemática que estudia básicamente a un cierto tipo de objetos llamados conjuntos y algunas veces, a otros objetos denominados no conjuntos, así como a los problemas relacionados con estos.<sup>89</sup> En su forma explícita, los principios y terminología de los conjuntos se utilizan para construir proposiciones matemáticas más claras y precisas y para explicar conceptos abstractos como el de infinito.<sup>90</sup>

<sup>89</sup> Fuente: <http://www.abcdatos.com/tutoriales/tutorial/18542.html> (29/05/2010)

<sup>90</sup> Fuente: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) (29/05/2010)

**1.1 Álgebra de conjuntos:** estudia las operaciones, reglas y propiedades que se pueden aplicar con los conjuntos. Las operaciones fundamentales son: intersección, unión, diferencia y complemento de conjuntos. Las principales propiedades que estudia son: conmutativa, asociativa, distributiva, identidad, complementariedad, entre otras.<sup>90</sup>

**1.2 Relaciones y Funciones:** estudia la clasificación de los elementos de un conjunto, su ordenación y las conexiones que existen entre ellos.<sup>91</sup>

**1.3 Combinatoria:** estudia las diversas formas de realizar agrupaciones con los elementos de un conjunto, formándolas y calculando su número.<sup>92</sup> La combinatoria analiza todo tipo de posibilidades al momento de considerar la cantidad de opciones posibles en un conjunto finito de objetos. Tiene en cuenta la repetición posible de los mismos, y la no repetición, al igual que los intercambios de posiciones de los elementos con respecto a su ubicación y orden específicos. Estos tipos de operaciones se denominan Variaciones, combinaciones y permutaciones.<sup>90</sup>

**2. LÓGICA MATEMÁTICA:** consiste en el estudio matemático de la lógica y su aplicación en las distintas áreas de las matemáticas. Por razones obvias está muy relacionada con la informática y la lógica filosófica. Estudia los sistemas formales en relación con el modo en el que codifican conceptos intuitivos de objetos matemáticos como conjuntos, números, demostraciones, etc.

Es la matemática de la lógica y no la lógica de las matemáticas e incluye todas las partes de la lógica que pueden ser modeladas y estudiadas matemáticamente.<sup>93</sup>

**2.1 Teoría de modelos:** es el estudio de (clases de) estructuras matemáticas tales como grupos, cuerpos, grafos, o incluso universos de teoría de conjuntos, usando herramientas de la lógica matemática. La teoría de modelos se preocupa de lo que se puede probar con sistemas matemáticos dados, y cómo estos sistemas se relacionan entre sí. Se

---

<sup>90</sup> Fuente: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) (02/06/2010)

<sup>91</sup> Fuente: [http://www.lapaginadejc.com.ar/Naturales/Matematica/Relaciones\\_funciones.htm](http://www.lapaginadejc.com.ar/Naturales/Matematica/Relaciones_funciones.htm) (02/06/2010)

<sup>92</sup> Fuente: [http://club.telepolis.com/ildearanda/comбина/Combinatoria\\_definicion.html](http://club.telepolis.com/ildearanda/comбина/Combinatoria_definicion.html) (02/06/2010)

<sup>93</sup> Fuente: <http://matsolution.espacioblog.com/post/2009/06/12/tema-ramas-las-matematicas> (03/06/2010)

preocupa particularmente de qué sucede cuando tratamos de extender algún sistema agregando nuevos axiomas.<sup>94</sup>

**2.2 Teoría de la demostración o teoría de la prueba:** es la rama de la lógica matemática que trata a las demostraciones como objetos matemáticos, facilitando su análisis mediante técnicas matemáticas. Las demostraciones suelen presentarse como estructuras de datos inductivamente definidas que se construyen de acuerdo con los axiomas y reglas de inferencia de los sistemas lógicos. En este sentido, la teoría de la demostración se ocupa de la sintaxis, en contraste con la teoría de modelos, que trata con la semántica. Junto con la teoría de modelos, la teoría de conjuntos axiomática y la teoría de la recursión, la teoría de la demostración es uno de los "cuatro pilares" de los fundamentos de las matemáticas.<sup>95</sup>

**2.3 Matemáticas discretas:** es la parte de la matemática encargada del estudio de los conjuntos discretos: finitos o infinitos numerables. En oposición a la matemática continua, 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. Es decir, los procesos en matemática discreta son contables, como por ejemplo, los números enteros, grafos y sentencias de lógica.

Mientras que el cálculo es primordial en el estudio de procesos analógicos, la matemática discreta es la base de todo lo relacionado con los procesos digitales, y por tanto, se constituye en parte fundamental de la ciencia de la computación, una de las ramas de estudio impartidas en los estudios de Ingeniería Informática.<sup>96</sup>

**3. ARITMÉTICA:** es la rama de las matemáticas que se encarga de estudiar las estructuras numéricas elementales, así como las propiedades de las operaciones y los números en sí mismos en su concepto más profundo, construyendo lo que se conoce como teoría de números.<sup>97</sup> La Aritmética tiene 7 operaciones básicas que son: adición, sustracción, multiplicación,

---

<sup>94</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Teoría\\_de\\_modelos](http://es.wikipedia.org/wiki/Teoría_de_modelos) (03/06/2010)

<sup>95</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Teoría\\_de\\_la\\_demostración](http://es.wikipedia.org/wiki/Teoría_de_la_demostración) (04/06/2010)

<sup>96</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Matemática\\_discreta](http://es.wikipedia.org/wiki/Matemática_discreta) (04/06/2010)

<sup>97</sup> Fuente: <http://alumno.ucol.mx/qrios/Aritmetica.htm> (04/06/2010)

división, potenciación, radicación, y logaritmación.<sup>98</sup>

**3.1 Teoría de números:** es la rama de las matemáticas puras que estudia las propiedades de los números, en particular los enteros, pero más en general, estudia las propiedades de los elementos de Dominios Enteros (Anillos conmutativos con elemento unitario y cancelación) así como diversos problemas derivados de su estudio. Contiene una cantidad considerable de problemas que podrían ser comprendidos por "no matemáticos". De forma más general, este campo estudia los problemas que surgen con el estudio de los números enteros.<sup>99</sup>

**3.2 Conjuntos numéricos:** Los Conjuntos Numéricos son colecciones, agrupaciones o grupos de números con características comunes que los definen como una clase, entre los más comunes están Los Números Naturales, Los Enteros, Los Racionales, Los Irracionales y Los Reales. Los sistemas numéricos son conjuntos de números con unas operaciones y unas relaciones definidas sobre ellos. Por ejemplo el sistema más usual en aritmética natural está formado por el conjunto de los números naturales, con la suma, la multiplicación y las relaciones usuales de orden aditivo.<sup>100</sup>

**3.3 Sistemas de numeración:** son conjuntos de símbolos y reglas que permiten representar datos numéricos. Los sistemas de numeración actuales son sistemas posicionales, que se caracterizan porque un símbolo tiene distinto valor según la posición que ocupa en la cifra. Entre los sistemas que estudia se encuentran: el sistema de numeración decimal, el sistema de numeración binario, el sistema de numeración octal, el sistema de numeración hexadecimal.<sup>101</sup>

**4. ÁLGEBRA:** estudia las estructuras, relaciones y las cantidades. Convierte en una generalidad las propiedades particulares aprendidas en la aritmética. Su estudio permite un nivel de abstracción superior e indispensable para estudios superiores y por supuesto la resolución de ecuaciones.<sup>102</sup>

---

<sup>98</sup> Fuente: [http://200.40.200.99/contenidos/areas\\_conocimiento/mat/fundamentacionmat/ramas\\_\\_aritmtica.html](http://200.40.200.99/contenidos/areas_conocimiento/mat/fundamentacionmat/ramas__aritmtica.html) (04/06/2010)

<sup>99</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Teoría\\_de\\_números](http://es.wikipedia.org/wiki/Teoría_de_números) (05/06/2010)

<sup>100</sup> Fuente: <http://mx.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080131130546AALXywa> (05/06/2010)

<sup>101</sup> Fuente: <http://platea.pntic.mec.es/~lgonzale/tic/binarios/numeracion.html> (05/06/2010)

<sup>102</sup> Fuente: <http://matsolution.espacioblog.com/post/2009/06/12/tema-ramas-las-matematicas> (06/06/2010)

**4.1 Algebra elemental:** se restringe al uso de símbolos abstractos para cantidades numéricas y a la resolución de problemas matemáticos elementales eminentemente prácticos por medio de signos.<sup>103</sup>

**4.2 Algebra abstracta**<sup>103</sup>: se ocupa del estudio en sí misma de las estructuras algebraicas y sus propiedades. Dentro de ésta se distingue:

**4.2.1 Algebra lineal:** estudia las propiedades específicas de los espacios vectoriales.<sup>103</sup>

**4.2.2 Álgebra universal:** estudia las ideas comunes a todas las estructuras algebraicas.<sup>103</sup>

**4.2.3 Geometría algebraica:** combina el Álgebra abstracta, especialmente el Álgebra conmutativa, con la geometría.<sup>103</sup>

**4.3 Algebra Geométrica:** Es un tipo especial de Álgebra que se sirve de diagramas para obtener los resultados, utilizando el razonamiento visual en lugar del analítico.<sup>104</sup>

**5. GEOMETRÍA EUCLIDIANA:** es aquella que estudia las propiedades del plano y el espacio tridimensional. En ocasiones los matemáticos usan el término para englobar geometrías de dimensiones superiores con propiedades similares. Sin embargo, con frecuencia, geometría euclidiana es sinónimo de geometría plana.<sup>105</sup>

**5.1 Geometría plana:** es una parte de la geometría que trata de aquellos elementos cuyos puntos están contenidos en un plano. Estudia los elementos geométricos a partir de dos dimensiones. Una parte importante de la geometría plana son las construcciones con regla y compás.<sup>106</sup>

---

<sup>103</sup> Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Álgebra> (06/06/2010)

<sup>104</sup> Fuente: <http://divulgamat.ehu.es/weborriak/Historia/Topicos/AlgebraGeometrica/AlgebraGeometrica1.asp> (09/06/2010)

<sup>105</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Geometría\\_euclidiana](http://es.wikipedia.org/wiki/Geometría_euclidiana) (10/06/2010)

<sup>106</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Geometría\\_plana](http://es.wikipedia.org/wiki/Geometría_plana) (10/06/2010)

**5.2 Geometría espacial o geometría del espacio:** es la rama de la geometría que se ocupa de las propiedades y medidas de las figuras geométricas en el espacio tridimensional o espacio euclídeo. Entre estas figuras, también llamadas sólidos, se encuentran el cono, el cubo, el cilindro, la pirámide, la esfera, el prisma, los poliedros regulares (los sólidos platónicos, convexos, y los sólidos de Kepler-Poinsot, no convexos) y otros poliedros. La geometría del espacio amplía y refuerza las proposiciones de la geometría plana, y es la base fundamental de la trigonometría esférica, la geometría analítica del espacio, la geometría descriptiva y otras ramas de las matemáticas. Se usa ampliamente en matemáticas, en ingeniería y en ciencias naturales.<sup>107</sup>

**5.3 Transformaciones geométricas:** Las transformaciones geométricas se dividen en isométricas y homotecias.<sup>108</sup>

**5.3.1 Transformaciones isométricas:** son transformaciones de figuras en el plano que se realizan sin variar las dimensiones ni el área de las mismas; la figura inicial y la final son semejantes, y geoméricamente congruentes. Existen tres tipos de isometrías: traslación, simetría y rotación.<sup>108</sup>

**5.3.2 Homotecias:** consiste en la Formación de figuras semejantes en las que los puntos correspondientes están alineados dos a dos con respecto a otro punto fijo.<sup>108</sup>

**5.4 Geometría descriptiva:** es un conjunto de técnicas de carácter geométrico que permite representar el espacio tridimensional sobre una superficie bidimensional y, por tanto, resolver en dos dimensiones los problemas espaciales garantizando la reversibilidad del proceso a través de la adecuada lectura.<sup>109</sup>

**5.5 Geometría proyectiva:** estudia las incidencias de puntos y rectas sin tener en cuenta la medida.<sup>110</sup>

**6. GEOMETRÍA NO EUCLIDIANA:** Se denomina geometría no euclidiana o no

---

<sup>107</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Geometría\\_espacial](http://es.wikipedia.org/wiki/Geometría_espacial) (11/06/2010)

<sup>108</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Transformación\\_isométrica](http://es.wikipedia.org/wiki/Transformación_isométrica) (11/06/2010)

<sup>109</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Geometría\\_descriptiva](http://es.wikipedia.org/wiki/Geometría_descriptiva) (12/06/2010)

<sup>110</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Geometría\\_proyectiva](http://es.wikipedia.org/wiki/Geometría_proyectiva) (12/06/2010)

euclídea, a cualquier forma de geometría cuyos postulados y propiedades difieren en algún punto de los establecidos por Euclides en su tratado *Elementos*.<sup>111</sup>

**6.1 Geometría hiperbólica:** es un modelo de geometría que satisface sólo los cuatro primeros postulados de la geometría euclidiana. Aunque es similar en muchos aspectos y muchos de los teoremas de la geometría euclidiana siguen siendo válidos en geometría hiperbólica, no se satisface el quinto postulado de Euclides sobre las paralelas. Al igual que la geometría euclidiana y la geometría elíptica, la geometría hiperbólica es un modelo de curvatura constante. La geometría hiperbólica satisface sólo los cuatro primeros postulados de Euclides y tiene curvatura negativa.<sup>112</sup>

**6.2 Geometría elíptica:** es un modelo de geometría que satisface sólo los cuatro primeros postulados de la geometría euclidiana. Aunque es similar en muchos aspectos y muchos de los teoremas de la geometría euclidiana siguen siendo válidos en geometría elíptica, no se satisface el quinto postulado de Euclides sobre las paralelas. Al igual que la geometría euclidiana y la geometría hiperbólica es un modelo de geometría de curvatura constante, siendo la diferencia entre estos tres modelos el valor de la curvatura. La geometría elíptica satisface sólo los cuatro primeros postulados de Euclides y tiene curvatura positiva.<sup>113</sup>

**6.3 Geometría de Riemann:** es el estudio de las variedades diferenciales con métricas de Riemann; es decir de una aplicación que a cada punto de la variedad, le asigna una forma cuadrática definida positiva en su espacio tangente, aplicación que varía suavemente de un punto a otro. Esto da ideas locales de (entre otras magnitudes) ángulo, longitud de curvas, y volumen. A partir de éstas, pueden obtenerse otras magnitudes por integración de las magnitudes locales.<sup>114</sup>

**7. TRIGONOMETRÍA:** rama de las matemáticas que estudia las relaciones entre los lados y los ángulos de triángulos, de las propiedades y

---

<sup>111</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Geometría\\_no\\_euclidiana](http://es.wikipedia.org/wiki/Geometría_no_euclidiana) (12/06/2010)

<sup>112</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Geometría\\_hiperbólica](http://es.wikipedia.org/wiki/Geometría_hiperbólica) (13/06/2010)

<sup>113</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Geometría\\_elíptica](http://es.wikipedia.org/wiki/Geometría_elíptica) (13/06/2010)

<sup>114</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Geometría\\_de\\_Riemann](http://es.wikipedia.org/wiki/Geometría_de_Riemann) (13/06/2010)

aplicaciones de las funciones trigonométricas de ángulos.<sup>115</sup>

**7.1 Trigonometría plana:** Parte de la Trigonometría que trata de los triángulos en el plano.<sup>116</sup>

**7.2 Trigonometría esférica:** estudia los polígonos que se forman sobre la superficie de la esfera, en especial, los triángulos. La resolución de triángulos esféricos tiene especial relevancia en astronomía náutica y navegación para determinar la posición de un buque en altamar mediante la observación de los astros.<sup>117</sup>

**8. GEOMETRIA ANALITICA:** La geometría analítica convierte todo saber geométrico en una ecuación algebraica, es decir permite su estudio a través de técnicas de análisis matemático y de álgebra en un determinado sistema de coordenadas.<sup>118</sup>

**9. GEOMETRIA DIFERENCIAL:** Esta disciplina matemática se encarga del estudio de los objetos geométricos, o sea, las curvas, superficies etc... Su singularidad consiste en que partiendo de la geometría analítica utiliza métodos del cálculo diferencial.<sup>119</sup>

**10. PROBABILIDAD:** Es el estudio del azar. Mide la frecuencia con la que se obtiene un resultado al llevar a cabo un experimento aleatorio, del que se conocen los resultados posibles, bajo condiciones suficientemente estables.<sup>120</sup>

**11. ESTADÍSTICA:** es un auxiliar de muchas ciencias con base matemática referente a la recolección, análisis e interpretación de datos, ya sea para ayudar en la resolución de la toma de decisiones o para explicar condiciones regulares o irregulares de algún fenómeno o estudio aplicado, de ocurrencia en forma aleatoria o condicional.

Es transversal a una amplia variedad de disciplinas, desde la física hasta

---

<sup>115</sup> Fuente: [http://html.rincondelvago.com/trigonometria\\_15.html](http://html.rincondelvago.com/trigonometria_15.html) (13/06/2010)

<sup>116</sup> Fuente: <http://www.telefonica.net/web2/marodgar/trigonometriaintroduccion.htm> (13/06/2010)

<sup>117</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Trigonometria\\_esferica](http://es.wikipedia.org/wiki/Trigonometria_esferica) (14/06/2010)

<sup>118</sup> Fuente: <http://matsolution.espacioblog.com/post/2009/06/12/tema-ramas-las-matematicas> (15/06/2010)

<sup>119</sup> Fuente: [http://www.proyectosalohogar.com/Diversos\\_Temas/Geo\\_historia.htm](http://www.proyectosalohogar.com/Diversos_Temas/Geo_historia.htm) (15/06/2010)

<sup>120</sup> Fuente: <http://matsolution.espacioblog.com/post/2009/06/12/tema-ramas-las-matematicas> (16/06/2010)

las ciencias sociales, desde las ciencias de la salud hasta el control de calidad.<sup>121</sup>

**11.1 Estadística descriptiva:** se dedica a los métodos de recolección, descripción, visualización y resumen de datos originados a partir de los fenómenos en estudio. Este análisis es muy básico. Aunque hay tendencia a generalizar a toda la población, las primeras conclusiones obtenidas tras un análisis descriptivo, es un estudio calculando una serie de medidas de tendencia central, para ver en qué medida los datos se agrupan o dispersan en torno a un valor central. Los datos pueden ser resumidos numérica o gráficamente. Ejemplos básicos de parámetros estadísticos son: la media y la desviación estándar. Algunos ejemplos gráficos son: histograma, pirámide poblacional, clúster, etc.<sup>122</sup>

**11.2 Estadística inferencial:** se dedica a la generación de los modelos, inferencias y predicciones asociadas a los fenómenos en cuestión teniendo en cuenta la aleatoriedad de las observaciones. Se usa para modelar patrones en los datos y extraer inferencias acerca de la población bajo estudio. Estas inferencias pueden tomar la forma de respuestas a preguntas si/no (prueba de hipótesis), estimaciones de características numéricas (estimación), pronósticos de futuras observaciones, descripciones de asociación (correlación) o modelamiento de relaciones entre variables (análisis de regresión).<sup>123</sup>

**11.3 Bioestadística:** se ocupa de problemas plantados dentro de las ciencias de la vida, como la biología, la medicina, etc. Debido a que las cuestiones a investigar en biología son de naturaleza muy variada, por ejemplo, la medicina, ciencias agropecuarias y forestales, la bioestadística ha expandido sus dominios para incluir cualquier modelo cuantitativo, no sólo estadístico, que pueda ser usado para responder a estas necesidades.

La bioestadística puede ser considerada como una rama, altamente especializada, de la informática médica que puede ser, a su vez, complementada por la bio informática.<sup>124</sup>

---

<sup>121</sup> Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Estadística> (16/06/2010)

<sup>122</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Estadística\\_descriptiva](http://es.wikipedia.org/wiki/Estadística_descriptiva) (17/06/2010)

<sup>123</sup> Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Estadística> (18/06/2010)

<sup>124</sup> Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Bioestadística> (18/06/2010)

**12. ANALISIS MATEMATICO:** estudia los números reales, los complejos, los vectores y sus funciones. Se empieza a desarrollar a partir del inicio de la formulación rigurosa del cálculo y estudia conceptos como la continuidad, la integración y la diferenciabilidad de diversas formas.<sup>125</sup>

**12.1 El análisis real o teoría de las funciones de variable real:** es la rama del análisis matemático que tiene que ver con el conjunto de los números reales. En particular, estudia las propiedades analíticas de las funciones y sucesiones de números reales; sus límites, continuidad y el cálculo de los números reales. Incluye sucesiones y series, funciones continuas, derivación e integración.<sup>126</sup>

**12.2 Análisis funcional:** es la rama de las matemáticas, y específicamente del análisis, que trata del estudio de espacios de funciones. Tienen sus raíces históricas en el estudio de transformaciones tales como transformación de Fourier y en el estudio de las ecuaciones diferenciales y ecuaciones integrales. La palabra *funcional* se remonta al cálculo de variaciones, implicando una función cuyo argumento es una función.<sup>127</sup>

**12.3 Análisis armónico o análisis de Fourier:** estudia la representación de funciones o señales como superposición de ondas "básicas" o armónicas. Investiga y generaliza las nociones de series de Fourier y transformadas de Fourier. A lo largo de los siglos XIX y XX se ha convertido en una materia enorme con aplicaciones en campos diversos como el procesamiento de señales, la mecánica cuántica o la neurociencia.<sup>128</sup>

**12.4 El análisis complejo:** investiga las funciones holomorfas, también llamadas funciones analíticas. Una función es holomorfa en una región abierta del plano complejo si está definida en esta región, toma valores complejos y por último es diferenciable en cada punto de esta región abierta con derivadas continuas.<sup>129</sup>

---

<sup>125</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Análisis\\_matemático](http://es.wikipedia.org/wiki/Análisis_matemático) (19/06/2010)

<sup>126</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Análisis\\_real](http://es.wikipedia.org/wiki/Análisis_real) (20/06/2010)

<sup>127</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Análisis\\_funcional](http://es.wikipedia.org/wiki/Análisis_funcional) (20/06/2010)

<sup>128</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Análisis\\_armónico](http://es.wikipedia.org/wiki/Análisis_armónico) (20/06/2010)

<sup>129</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Análisis\\_complejo](http://es.wikipedia.org/wiki/Análisis_complejo) (20/06/2010)

**12.5 Análisis numérico:** es una rama de las matemáticas cuyos límites no son del todo precisos. De una forma rigurosa, se puede definir como la disciplina ocupada de describir, analizar y crear algoritmos numéricos que nos permitan resolver problemas matemáticos, en los que estén involucradas cantidades numéricas, con una precisión determinada.<sup>130</sup>

**13. GEOMETRIA ESTRUCTURAL:** Se entiende por Geometría Estructural a la complementación armónica y equilibrada de la geometría con la mecánica. El trabajo conjunto de ingenieros y arquitectos a través de las directrices que nos ofrecen diversas metodologías proporcionadas por la Geometría Estructural, conduce a resultados muy favorables en el diseño y construcción de la obra arquitectónica.<sup>131</sup>

**14. MATEMATICAS APLICADAS:** Se refiere a todos aquellos métodos y herramientas matemáticas que pueden ser utilizados en el análisis o solución de problemas pertenecientes al área de las ciencias aplicadas o sociales.

Muchos métodos matemáticos han resultado efectivos en el estudio de problemas en física, química, biología, medicina, ciencias sociales, administración, ingeniería, economía, finanzas, ecología entre otras.

La definición no es absolutamente estricta, ya que, en principio, cualquier parte de las matemáticas podría ser utilizada en problemas reales; sin embargo una posible diferencia es que en matemáticas aplicadas se procura el desarrollo de las matemáticas "hacia afuera", es decir hacia el resto de las áreas. Y en menor grado "hacia dentro" o sea, hacia el desarrollo de las matemáticas mismas. Este último sería el caso de las matemáticas puras.<sup>132</sup>

Considerando la naturaleza de la Arquitectura y el desarrollo académico actual con el que se hace Arquitectura en El Salvador, se pueden clasificar algunas ramas y sub ramas de las matemáticas como imprescindibles y prescindibles. Se entiende por imprescindible aquellas en las que su desconocimiento ocasiona problemas para el ejercicio práctico de la profesión del Arquitecto salvadoreño y como prescindibles aquellas que

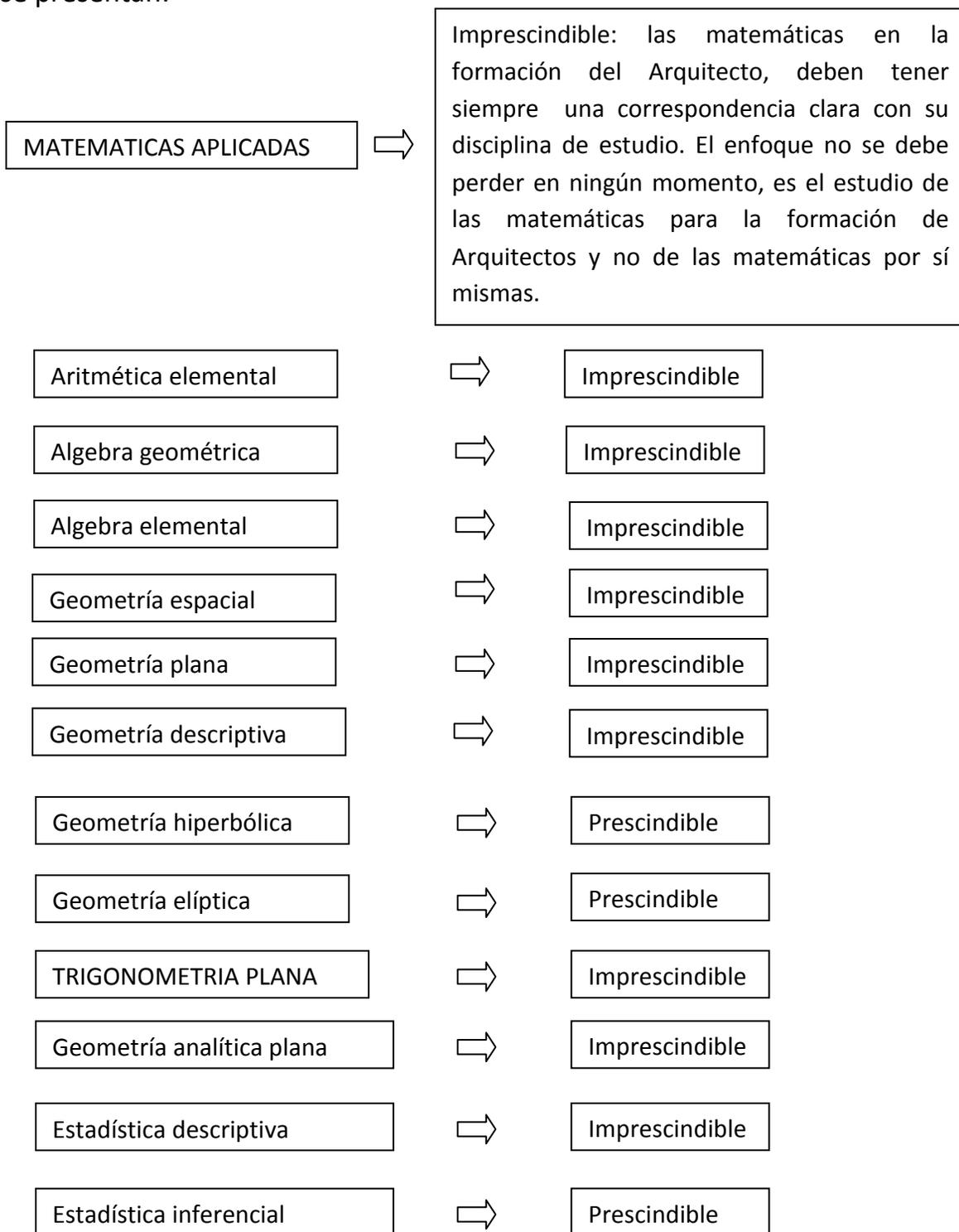
---

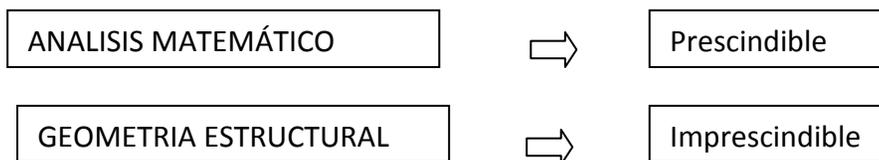
<sup>130</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Análisis\\_numérico](http://es.wikipedia.org/wiki/Análisis_numérico) (22/06/2010)

<sup>131</sup> Fuente: Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural (23/06/2010)

<sup>132</sup> Fuente: <http://matsolution.espacioblog.com/post/2009/06/12/tema-ramas-las-matematicas> (23/06/2010)

aunque son necesarias, su desconocimiento no impide el ejercicio práctico de la profesión (tomando en cuenta la legislación salvadoreña). A continuación se presentan:





Debido a que este trabajo, trata sobre una propuesta curricular de fundamentos básicos de Matemáticas y Física para la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, hay que tener en cuenta la estructura curricular existente de toda la carrera (ver plan de estudios vigente en anexos), en la que actualmente el segundo y tercer año, se encuentran saturados con 6 asignaturas en cada ciclo y solo existe espacio en los primeros dos ciclos del primer año, los cuales solo tienen 4 asignaturas (incluyendo las matemáticas) por eso se pretende utilizar el espacio que actualmente existe para las dos asignaturas de Matemáticas, proponiendo entonces cambiar sus contenidos y dejando así espacio para las asignaturas de Física que también se ubicarán en el primer año.

La propuesta tomará en cuenta principalmente aquellas ramas y sub ramas de las matemáticas que se clasificaron anteriormente como imprescindibles para el ejercicio de la profesión del Arquitecto en El Salvador, pudiendo ser éstas incluso las que usualmente se consideran más sencillas, como es el caso de la Aritmética, y no por el desconocimiento propio de la materia, sino porque los estudiantes en sus aproximadamente once años de formación matemática anteriores no están acompañados de un enfoque de aplicación hacia la Arquitectura, hecho que se manifiesta al encontrar usualmente estudiantes que pueden hacer cálculos complejos y complicados; pero que muchas veces no pueden aplicar una regla de tres simple a un problema de Arquitectura.

A continuación se presenta la relación secuencial para el estudio de las matemáticas que se han considerado imprescindibles para la carrera de Arquitectura:

1. Aritmética elemental
2. Geometría plana
3. Álgebra geométrica

4. Álgebra elemental
5. Estadística descriptiva
6. Trigonometría plana
7. Geometría Analítica Plana
8. Geometría espacial
9. Geometría descriptiva
10. Geometría Estructural

Visualizando el plan de estudios vigente de la carrera de Arquitectura (ver anexos), se podrá omitir de la propuesta la Geometría Descriptiva, ya que se encuentra incluida como una asignatura. Por otra parte se recomienda que la ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA constituya una asignatura en sí misma y no una unidad de estudios, ya que en tan poco tiempo no se podría dotar a los estudiantes de una formación estadística adecuada para hacer frente principalmente al área de Urbanismo, la cual consta de 8 asignaturas. Por esta razón la presente propuesta se queda corta con respecto a la inclusión de la Estadística, pues según el diagnóstico se considera necesaria; pero se deja a juicio de las autoridades verificar donde se podría hacer espacio para integrarla en el Plan de Estudios.

No hay que olvidar que ante todo el conocimiento matemático, lo más importante es su enfoque, es decir la utilidad que este conocimiento tiene en la formación del futuro Arquitecto, por tal motivo, la propuesta está constituida por un curso pre ingreso y dos asignaturas, cuyas unidades de estudio insisten en la relación que tiene la Arquitectura con las Matemáticas. A continuación se presentan la Estructura general de la propuesta en cuanto a contenidos:

- CURSO PRE INGRESO  
Aritmética Elemental
  
- MATEMATICAS FUNDAMENTALES I  
Unidad I: Arquitectura y Geometría Plana Intuitiva  
Unidad II: Arquitectura y Secciones Cónicas en Geometría Plana  
Unidad III: Arquitectura y Álgebra Geométrica y Analítica  
Unidad IV: Arquitectura y Trigonometría Plana

- MATEMATICAS FUNDAMENTALES II
  - Unidad I: Arquitectura y Geometría Analítica Plana
  - Unidad II: Arquitectura y Geometría Espacial
  - Unidad III: Arquitectura y Geometría Estructural

Un posible desglose de temas y subtemas de cada unidad se presenta en el formato presentado más adelante. En ocasiones dará la impresión de ser muy extenso, sin embargo lo que se busca es eliminar en la medida de lo posible la ambigüedad y una interpretación inadecuada de la propuesta.

Tampoco hay que perder de vista que la propuesta presentada pretende ser una guía general para la elaboración del diseño del programa piloto y que la propuesta final resultará de la experimentación de ese programa como una investigación en la didáctica de las matemáticas aplicadas a la Arquitectura.

### **6.3 La Física y sus ramas**

La física es una ciencia dedicada al estudio de los fenómenos que se presentan en la naturaleza y se encarga de descubrir e interpretar las leyes que los rigen.

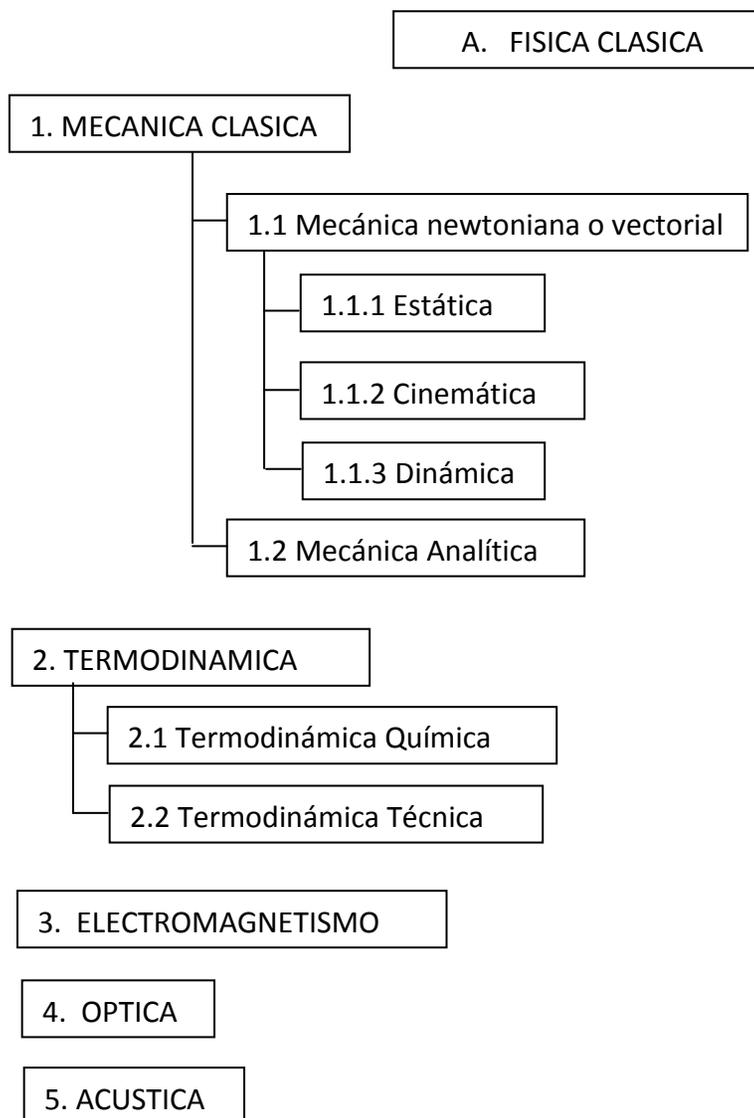
La Física se relaciona con otras ciencias para crear nuevas ramas de conocimiento. Por ejemplo, de la unión de la Física con la Biología nace la Biofísica y con la Química, la Físicoquímica.

Así la física se hace presente en la industria, la Geología, la Biología, la Química, la Astronomía, las Comunicaciones, la Ingeniería, la Arquitectura, la Medicina y en general en la vida cotidiana.

La Física para su estudio, se puede dividir de manera general en dos grandes grupos: la Física Clásica y la Física Moderna. La Física Clásica es una expresión que normalmente se refiere a estudios realizados hasta finales del siglo XIX, acerca de la mecánica, la luz, el calor, el sonido, la electricidad y el magnetismo. Con excepción de los fenómenos en el mundo microscópico y el movimiento de partículas a velocidades próximas a la de la luz, la física clásica describe adecuadamente el resto de nuestro mundo físico. La Física

Moderna se encarga de los fenómenos que se producen a la velocidad de la luz o valores cercanos a ella o cuyas escalas espaciales son del orden del tamaño del átomo o inferiores y fue desarrollada en los inicios del Siglo XX.<sup>133</sup>

A través del siguiente gráfico se puede apreciar de manera general una ramificación de la Física elaborada para este trabajo, puede que tenga variaciones con respecto a otras clasificaciones, sin embargo se trata de una aproximación general.



<sup>133</sup> Fuente: <http://html.rincondelvago.com/fisica-clasica-y-moderna.html> (27/06/2010)

## B. FISICA MODERNA

1. FISICA RELATIVISTA

2. FISICA CUANTICA

3. FISICA NUCLEAR

4. FISICA DEL ESTADO SOLIDO

5. FISICA ATOMICA

A continuación se presenta una breve descripción del concepto de cada una de las ramas y sub ramas anteriormente mencionadas:

### A. FISICA CLASICA

**1. MECÁNICA CLÁSICA:** es una formulación de la mecánica para describir el movimiento de sistemas de partículas físicas de sistemas macroscópicos a velocidades pequeñas comparadas con la velocidad de la luz.<sup>134</sup>

**1.1 Mecánica Newtoniana o Mecánica Vectorial:** es una formulación específica de la mecánica clásica que estudia el movimiento de partículas y sólidos en un espacio euclídeo tridimensional. Aunque la teoría es generalizable, la formulación básica de la misma se hace en sistemas de referencia inerciales donde las ecuaciones básicas del movimiento se reducen a las Leyes de Newton, en honor a Isaac Newton quien hizo contribuciones fundamentales a esta teoría.<sup>135</sup>

**1.1.1 Estática:** es la rama de la mecánica que analiza las cargas (fuerza, par / momento) en los sistemas físicos en equilibrio estático, es decir, en un estado en el que las posiciones relativas de los subsistemas no varían con el tiempo.<sup>136</sup>

---

<sup>134</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/mecanica\\_clasica](http://es.wikipedia.org/wiki/mecanica_clasica) (01/07/2010)

<sup>135</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/mecanica\\_newtoniana](http://es.wikipedia.org/wiki/mecanica_newtoniana) (02/07/2010)

<sup>136</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Estática\\_\(mecánica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Estática_(mecánica)) (03/07/2010)

**1.1.2 Cinemática:** es la rama de la mecánica clásica que estudia las leyes del movimiento de los cuerpos sin tener en cuenta las causas que lo producen, limitándose, esencialmente, al estudio de la trayectoria en función del tiempo.<sup>137</sup>

**1.1.3 Dinámica:** es la parte de la física que describe la evolución en el tiempo de un sistema físico en relación a las causas que provocan los cambios de estado físico y/o estado de movimiento. El objetivo de la dinámica es describir los factores capaces de producir alteraciones de un sistema físico, cuantificarlos y plantear ecuaciones de movimiento o ecuaciones de evolución para dicho sistema de operación.<sup>138</sup>

**1.2 Mecánica Analítica:** La mecánica analítica es una formulación abstracta y general de la mecánica, que permite el uso en igualdad de condiciones de sistemas inerciales o no inerciales sin que, a diferencia de las leyes de Newton, la forma básica de las ecuaciones de movimiento cambie. Lo característico de la formulación de la mecánica analítica es que, a diferencia de la mecánica newtoniana, se toman como fundamento principios generales diferenciales e integrales, y que a partir de estos principios se obtienen analíticamente las ecuaciones de movimiento. La exposición de los principios generales, la deducción a partir de ellos de las ecuaciones diferenciales de movimiento y los métodos de integración de éstas, constituye el contenido principal de la mecánica analítica.<sup>139</sup>

**2. TERMODINÁMICA:** es la rama de la física que estudia los efectos de los cambios de magnitudes de los sistemas a un nivel macroscópico. Constituye una teoría fenomenológica, a partir de razonamientos deductivos, que estudia sistemas reales, sin modelizar y sigue un método experimental. Los cambios estudiados son los de temperatura, presión y volumen, aunque también estudia cambios en otras magnitudes, tales como la imanación, el potencial químico, la fuerza electromotriz y el estudio de los medios continuos en general. También podemos decir que la termodinámica nace para explicar los procesos de

---

<sup>137</sup> Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Cinemática> (03/07/2010)

<sup>138</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Dinámica\\_\(física\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Dinámica_(física)) (04/07/2010)

<sup>139</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Mecánica\\_analítica](http://es.wikipedia.org/wiki/Mecánica_analítica) (06/07/2010)

intercambio de masa y energía térmica entre sistemas térmicos diferentes. Para tener un mayor manejo especificaremos que calor significa "energía en tránsito" y dinámica se refiere al "movimiento", por lo que, en esencia, la termodinámica estudia la circulación de la energía y cómo la energía infunde movimiento.<sup>140</sup>

**2.1 Termodinámica Química:** es la parte de la química que estudia la energía, en forma de calor, que se produce en las reacciones químicas.<sup>141</sup>

**2.2 Termodinámica Técnica:** es la rama de la termodinámica dedicada principalmente a las transformaciones energéticas. Es utilizada principalmente en ingeniería para analizar y diseñar objetos destinados a satisfacer las necesidades del ser humano. Algunas áreas específicas de aplicación son: Motores de automoción, turbinas, compresores, bombas de calor, centrales eléctricas de combustible fósil y nuclear, Refrigeración de equipos electrónicos, energía eólica, entre otras.<sup>142</sup>

**3. ELECTROMAGNETISMO:** es una rama de la Física que estudia y unifica los fenómenos eléctricos y magnéticos en una sola teoría, cuyos fundamentos fueron sentados por Michael Faraday y formulados por primera vez de modo completo por James Clerk Maxwell. El electromagnetismo es una teoría de campos; es decir, las explicaciones y predicciones que provee se basan en magnitudes físicas vectoriales dependientes de la posición en el espacio y del tiempo. El electromagnetismo describe los fenómenos físicos macroscópicos en los cuales intervienen cargas eléctricas en reposo y en movimiento, usando para ello campos eléctricos y magnéticos y sus efectos sobre las sustancias sólidas, líquidas y gaseosas. Por ser una teoría macroscópica, es decir, aplicable sólo a un número muy grande de partículas y a distancias grandes respecto de las dimensiones de éstas, el Electromagnetismo no describe los fenómenos atómicos y moleculares, para los que es necesario usar la Mecánica Cuántica.<sup>143</sup>

---

<sup>140</sup> Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Termodinámica> (06/07/2010)

<sup>141</sup> Fuente: <http://html.rincondelvago.com/termodinamica-quimica.html> (06/07/2010)

<sup>142</sup> Libro: Fundamentos de Termodinámica Técnica - 2ª Edición

Autores: Michael J. Morán , Howard N. Shapiro

<sup>143</sup> Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Electromagnetismo> (07/07/2010)

4. **OPTICA:** es la rama de la física que estudia el comportamiento de la luz, sus características y sus manifestaciones. Abarca el estudio de la reflexión, la refracción, las interferencias, la difracción, la formación de imágenes y la interacción de la luz con la materia. Estudia la luz, es decir cómo se comporta la luz ante la materia.<sup>144</sup>
5. **ACÚSTICA:** es una rama de la física interdisciplinaria que estudia el sonido, infrasonido y ultrasonido, es decir ondas mecánicas que se propagan a través de la materia (tanto sólida como líquida o gaseosa) (no se propagan en el vacío) por medio de modelos físicos y matemáticos. A efectos prácticos, la acústica estudia la producción, transmisión, almacenamiento, percepción o reproducción del sonido.<sup>145</sup>

## B. FISICA MODERNA

1. **FISICA RELATIVISTA:** es un modelo físico para describir el universo teniendo como constante fundamental la velocidad de la luz en todas sus ecuaciones. Busca demostrar el concepto de que el universo y la interacción física de lo que lo compone es relativo a su movimiento, espacio que ocupa y tiempo en que lo ocupa, la física relativista ve el universo como un todo dinámico y no independiza el objeto del todo pues el todo hace parte de su interacción.<sup>146</sup>
2. **FÍSICA CUÁNTICA:** también conocida como mecánica ondulatoria, es la rama de la física que estudia el comportamiento de la materia cuando las dimensiones de ésta son tan pequeñas, en torno a 1.000 átomos, que empiezan a notarse efectos como la imposibilidad de conocer con exactitud la posición de una partícula, o su energía, o conocer simultáneamente su posición y velocidad, sin afectar a la propia partícula. Surgió a lo largo de la primera mitad del siglo XX en respuesta a los problemas que no podían ser resueltos por medio de la física clásica.<sup>147</sup>
3. **FÍSICA NUCLEAR:** es una rama de la física que estudia las propiedades y el

---

<sup>144</sup> Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Optica> (07/07/2010)

<sup>145</sup> Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Acústica> (08/07/2010)

<sup>146</sup> Fuente: <http://mx.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080821103210AA50hur> (08/07/2010)

<sup>147</sup> Fuente: [http://www.cienciapopular.com/n/Ciencia/Fisica\\_Cuantica/Fisica\\_Cuantica.php](http://www.cienciapopular.com/n/Ciencia/Fisica_Cuantica/Fisica_Cuantica.php) (08/07/2010)

comportamiento de los núcleos atómicos. La física nuclear es conocida mayoritariamente por la sociedad por el aprovechamiento de la energía nuclear en centrales nucleares y en el desarrollo de armas nucleares, tanto de fisión como de fusión nuclear. En un contexto más amplio, se define la física nuclear y de partículas como la rama de la física que estudia la estructura fundamental de la materia y las interacciones entre las partículas subatómicas.<sup>148</sup>

**4. FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO:** rama de la física de la materia condensada, trata sobre el estudio de la materia rígida, o sólidos. Estudia las propiedades físicas de los materiales sólidos utilizando disciplinas tales como la mecánica cuántica, la cristalografía, el electromagnetismo y la metalurgia física. Forma la base teórica de la ciencia de materiales y su desarrollo ha sido fundamental en el campo de las aplicaciones tecnológicas de microelectrónica al posibilitar el desarrollo de transistores y materiales semiconductores.<sup>149</sup>

**5. FÍSICA ATÓMICA:** La física atómica es un campo de la física que estudia las propiedades y el comportamiento de los átomos (electrones y núcleos atómicos). El estudio de la física atómica incluye a los iones así como a los átomos neutros y a cualquier otra partícula que sea considerada parte de los átomos. La física atómica y la física nuclear tratan cuestiones distintas, la primera trata con todas las partes del átomo, mientras que la segunda lo hace sólo con el núcleo del átomo, siendo este último especial por su complejidad. Se podría decir que la física atómica trata con las fuerzas electromagnéticas del átomo y convierte al núcleo en una partícula puntual, con determinadas propiedades intrínsecas de masa, carga y espín.<sup>150</sup>

Considerando la naturaleza de la Arquitectura y el desarrollo académico actual con el que se hace Arquitectura en El Salvador, se pueden clasificar algunas ramas y sub ramas de la Física como imprescindibles y prescindibles. Se entiende por imprescindible aquellas en las que su desconocimiento se manifiesta en una Arquitectura inadecuada, cuyos efectos son sentidos por lo

---

<sup>148</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/fisica\\_nuclear](http://es.wikipedia.org/wiki/fisica_nuclear) (08/07/2010)

<sup>149</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/fisica\\_del\\_estado\\_solido](http://es.wikipedia.org/wiki/fisica_del_estado_solido) (10/07/2010)

<sup>150</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/fisica\\_atmica](http://es.wikipedia.org/wiki/fisica_atmica) (10/07/2010)

usuarios y que incluso pueden sobrepasar las exigencias de la legislación salvadoreña en cuanto a diseño y construcción.

Se entiende como prescindibles aquellas ramas y sub ramas de la física que aunque son necesarias, su desconocimiento no ocasiona mayores problemas en los resultados finales del diseño y construcción de edificaciones. A continuación se presentan:

Estática	⇒	Imprescindible
Termodinámica	⇒	Imprescindible
Óptica	⇒	Imprescindible
Acústica	⇒	Imprescindible
Electromagnetismo	⇒	Prescindible
Dinámica	⇒	Prescindible

Debido a que este trabajo, trata sobre una propuesta curricular de fundamentos básicos de Matemáticas y Física para la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, hay que tener en cuenta la estructura curricular existente de toda la carrera (ver Plan de estudios vigente en Anexos), en la que actualmente el segundo y tercer año, se encuentran saturados con 6 asignaturas en cada ciclo y solo existe espacio en los primeros dos ciclos del primer año, los cuales solo tienen 4 asignaturas y donde se encuentra excluida la Física por motivos que para este trabajo han resultado ser desconocidos; por lo tanto se propone incorporar dos asignaturas de Física en el primer año.

También hay que tomar en cuenta que para el estudio de la Física aplicada es necesario el conocimiento de las Matemáticas Superiores (principalmente el Cálculo infinitesimal); pero considerando el diagnóstico donde se manifiesta que generalmente los estudiantes de nuevo ingreso poseen poco dominio de las matemáticas, acompañados de una formación donde el enfoque

aplicativo es escaso, se ha considerado a la primera asignatura de Física con un carácter más conceptual que de aplicaciones físicas que involucren a las matemáticas y se ha considerado a la segunda asignatura de Física como Pre estructural, es decir una Física que sirva de fundamento para el Estudio de la parte estructural de la Arquitectura, la cual estará precedida por la asignatura de Matemáticas Fundamentales I, donde se dotará al estudiante de la base matemática necesaria.

Por otra parte se toma en cuenta también algunas ramas de las ciencias que junto a las Matemáticas y la Física tienen una estrecha relación con la Arquitectura, estas son las siguientes: Sismología, Luminotecnia, Neurociencia y Fisiología.

A continuación se presentan la Estructura general de la propuesta en cuanto a contenidos de las asignaturas de Física, en la cual se insiste en cada unidad en la relación entre la Arquitectura y la rama de la Física estudiada:

- FISICA BASICA

  - Unidad I: Arquitectura y Acústica

  - Unidad II: Arquitectura y Óptica

  - Unidad III: Arquitectura y Termodinámica

  - Unidad III: Arquitectura y Sismología

- FISICA PRE ESTRUCTURAL

  - Unidad I: Estática Gráfica: Fuerzas

  - Unidad II: Estática Gráfica: Momentos de Fuerzas

  - Unidad III: Estática Gráfica: Centros de Gravedad

  - Unidad IV: Estática Gráfica: Equilibrio

Como se puede apreciar en la Física Pre Estructural se ha considerado el estudio de la Estática a través del razonamiento visual, aspecto que para los estudiantes de Arquitectura, posiblemente sea una ventaja, debido al desarrollo de la comunicación gráfica durante su formación como Arquitectos.

Es necesario aclarar que la Estática Gráfica es una rama de la física de la que actualmente poco o nada se habla en la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador. Posiblemente esto se deba a la influencia que algunas editoriales pueden ejercer en el medio, las cuales ofrecen sus productos con intensiones puramente comerciales, en las que destacan una presentación mas adornada de los contenidos y títulos más llamativos; pero que al comparar con textos de otras editoriales cuyos ejemplares son más antiguos, se puede evidenciar una gran reducción de contenidos y una mayor complicación para dar a entender temas sencillos, por lo tanto se sugiere a todo lector de este trabajo que consulte tanto textos de principios y a mediados de siglo XX, como textos de inicios del siglo XXI, para que compare y emita su juicio al respecto.

Por otra parte un posible desglose de temas y subtemas de cada unidad de estudios se presenta en el formato presentado más adelante. En ocasiones dará la impresión de ser muy extenso, sin embargo lo que se busca es eliminar en la medida de lo posible la ambigüedad y una interpretación inadecuada de la propuesta.

Tampoco hay que perder de vista que la propuesta presentada pretende ser una guía general para la elaboración del diseño del programa piloto y que la propuesta final resultará de la experimentación de ese programa como una investigación en la didáctica de las matemáticas aplicadas a la Arquitectura.

A continuación se presentan de manera más formal las propuestas de Matemática y Física.



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA**

**6.4 PROPUESTA CURRICULAR PARA CURSO DE  
MATEMATICAS PRE INGRESO**

**I. GENERALIDADES**

NOMBRE DE LA ASIGNATURA	: MATEMATICAS PRE INGRESO
AÑO ACADÉMICO	:
PRE-REQUISITO	: Bachillerato
UNIDADES VALORATIVAS	:
DURACIÓN	: 4 Semanas
HORAS/SEMANA	:
COORDINADOR/A DE CATEDRA	:
COORDINADOR/A DE EVALUACIONES:	:
DOCENTES	:

**II. DESCRIPCIÓN SINTÉTICA DEL CURSO**

El curso pre ingreso, está dirigido hacia los aspirantes que hayan superado la prueba de admisión a la carrera de Arquitectura y pretende iniciar al estudiante en cuanto a la relación que la Arquitectura tiene con la rama de las Matemáticas más elemental.

El curso contiene cinco temas, el primero que se refiere a una breve introducción y a la aclaración de la aplicabilidad de la Aritmética en Arquitectura; el segundo, se refiere a los Sistemas de Unidades que por razones históricas, sociales y comerciales, están mezclados en El Salvador y que el futuro Arquitecto no debe desconocer; el tercero es consecuencia del segundo y se refiere a la aplicación práctica de los Sistemas de Unidades; el cuarto se refiere a la aplicación de los números racionales en diversas actividades cotidianas de la vida profesional del Arquitecto, y el último y no por eso menos importante, trata sobre el manejo de las Proporciones, un

tema sencillo, pero de mucha utilidad para el profesional en Arquitectura y del cual la mayoría de estudiantes ingresan deficientes.

### **III. COMPETENCIA GENERAL**

Analiza y aplica los conceptos más elementales de la Aritmética en la resolución de problemas típicos de la vida profesional del Arquitecto salvadoreño.

### **IV. DESCRIPCIÓN DEL CURSO POR TEMAS**

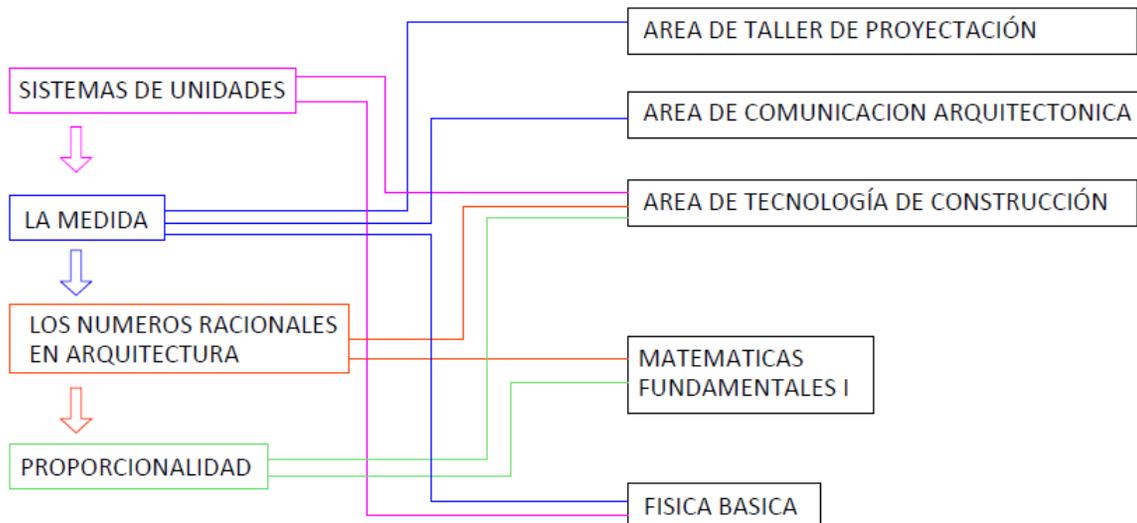
- a) Título: **ARQUITECTURA Y ARITMETICA ELEMENTAL**
- b) Capacidades:
  - Resuelve los problemas de la Arquitectura que requieren de la aplicación del conocimiento de la Aritmética Elemental.
- c) **Justificación:** la formación matemática previa que han tenido los estudiantes de nuevo ingreso, está dotada de fuertes influencias de la filosofía mecanicista y estructuralista de la didáctica de las matemáticas, las cuales desarrollan más la memorización y la parte puramente operativa, en la que los símbolos usualmente carecen de sentido y significado práctico para el estudiante; traducándose esto en un fenómeno, donde el rechazo generalizado de la sociedad salvadoreña a las Matemáticas no permite un mayor desarrollo técnico, tecnológico y científico para el país. Por lo tanto la existencia de este tema no debe entenderse como un retroceso, sino como la reivindicación de la naturaleza práctica de las Matemáticas. En este sentido, las experiencias previas de los estudiantes no se encuentran a favor y los conocimientos anteriores no se vincularán automáticamente al nuevo conocimiento en Arquitectura, esto hace que se retomen los principales temas de la Aritmética y se pretenda formar el eslabón entre los conocimientos abstractos y prácticos que se utilizan en la vida profesional del Arquitecto salvadoreño.

d) Conocimientos

CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
<p>1. INTRODUCCION</p> <p>1.1 Aritmética: concepto</p> <p>1.2 ¿Para qué sirve la Aritmética en Arquitectura?</p>	<p>-Explica con una perspectiva amplia las diversas aplicaciones de la Aritmética en Arquitectura</p>	<p>-Valora con sensatez la importancia del dominio de la Aritmética para el aprendizaje de la Arquitectura</p>
<p>2. SISTEMAS DE UNIDADES</p> <p>2.1 Cantidad, Magnitud y Unidad</p> <p>2.2 Sistemas de Unidades utilizados en Arquitectura</p> <p>2.3.1 Sistema Internacional de Unidades</p> <p>2.3.2 Sistema Inglés de Unidades</p> <p>2.3.3 Sistema tradicional castellano</p> <p>2.4 Múltiplos y Submúltiplos utilizados en Arquitectura</p> <p>2.5 Conversiones</p>	<p>-Identifica las principales magnitudes que se utilizan en Arquitectura</p> <p>-Conoce los diversos Sistemas de Unidades que se aplican tanto en la compra de materiales de construcción, materiales de ferretería, así como en el dibujo de planos topográficos, arquitectónicos y constructivos</p> <p>-Determina por conveniencia la utilización de múltiplos y submúltiplos según las necesidades que se le presentan</p> <p>-Resuelve problemas cotidianos de la Arquitectura donde se requiere de conversiones de unidades</p>	<p>-Confianza al tratar sobre las unidades de medida en que se comercializan los materiales utilizados en Arquitectura</p> <p>-Interés en la investigación sobre el tema</p> <p>-Seguridad en la utilización de múltiplos y submúltiplos</p> <p>-Veracidad en los resultados de las conversiones</p>
<p>3.LA MEDIDA</p> <p>3.1 Concepto</p> <p>3.2 Factor humano</p> <p>3.3 Factores ambientales</p> <p>3.4 Instrumentos de medida utilizados en Arquitectura</p> <p>3.5 El proceso de medición</p> <p>3.6 Antropometría</p>	<p>-Aplica criterios razonables en la resolución de problemas de Arquitectura que implican realizar medidas</p> <p>-Conoce en forma básica las dimensiones del cuerpo humano y su relación con la Arquitectura</p>	<p>-Interés por lograr veracidad en la solución de problemas de medidas</p>

<p>4. LOS NUMEROS RACIONALES EN ARQUITECTURA</p> <p>4.1 Concepto</p> <p>4.2 Operaciones aritméticas con números racionales</p>	<p>- Resuelve problemas de la Arquitectura en los que intervienen las operaciones con números racionales</p> <p>-Identifica el tipo de problemas que puede resolver empleando los números racionales</p>	<p>-Muestra interés por enfrentar y resolver problemas de la Arquitectura</p>
<p>5. PROPORCIONALIDAD</p> <p>5.1 Concepto: razón y proporción</p> <p>5.2 Proporcionalidad simple directa e inversa</p> <p>5.3 Proporcionalidad compuesta</p> <p>5.4 Tanto por ciento</p> <p>5.5 Repartos proporcionales</p>	<p>- Identifica y resuelve los problemas de la Arquitectura que se pueden solucionar empleando la proporcionalidad aritmética</p> <p>- Traduce los problemas planteados en el lenguaje cotidiano al lenguaje aritmético y resuelve su operación.</p>	<p>-Perseverancia y autonomía en la búsqueda de soluciones a los problemas de Arquitectura</p> <p>-Disposición de enfrentar y resolver problemas de su carrera</p>

## V. VINCULOS PRINCIPALES DEL CURSO CON EL PLAN DE ESTUDIOS



## **VI. SUGERENCIAS EN LA METODOLOGIA**

Para la parte expositiva de los conceptos se sugiere utilizar medios que faciliten la comprensión, pueden ser desde los más sencillos hasta medios audiovisuales, el fin es despertar el interés de los estudiantes, enriqueciendo la clase con las experiencias del docente de manera que todos los conceptos y operaciones tengan sentido.

Por razones didácticas se sugiere que el grupo de estudio no sobrepase los 25 estudiantes, esto no quiere decir que se ignora la realidad actual donde en el primer ciclo las aulas sobrepasan a los 100 estudiantes por docente, sino que se trata de generar las condiciones más adecuadas para la investigación en didáctica, con el fin de presentar una propuesta final con fundamentos teóricos y experimentales.

## **VII. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDACTICOS**

Los que el docente considere pertinentes para que los estudiantes comprendan los conceptos principales de la asignatura.

## **VIII. SUGERENCIAS EN LA EVALUACION**

Se realizará una evaluación inicial con fines diagnósticos sobre el tema del curso, para realizar análisis estadísticos de la situación académica de los estudiantes de nuevo ingreso en cuanto al dominio de la Aritmética se refiere.

Durante el curso la evaluación formativa estará presente con el fin de ayudar a detectar problemas o aclarar dudas de los estudiantes, antes de la evaluación donde se adjudica una calificación.

Al final se realizará la evaluación sumativa con el fin de verificar los cambios que ha generado en los estudiantes la implementación del curso pre ingreso y los resultados serán analizados y comparados con la evaluación diagnóstica, ambos servirán posteriormente para fundamentar experimentalmente la propuesta curricular final.

## **IX. PROGRAMA DE CONSULTAS**

El programa de consultas se hará en base al diseño del programa piloto y este además de apoyar al estudiante en sus dudas o consultas, servirá también para detectar casos especiales, los cuales serán objeto de estudio en el análisis del programa piloto experimental.

## **X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Se sugiere que las referencias consideradas en el diseño del programa piloto se dividan en básicas y complementarias, siendo las primeras de las que ningún estudiante debiese prescindir y las segundas dirigidas a los estudiantes que requieran una mayor profundización en el tema.

Hay que considerar que cuando las referencias se tomen de medios impresos, se tenga en cuenta que los estudiantes puedan tener acceso fácilmente y que cuando se recomienden sitios web se verifique la calidad de lo publicado por la coordinación de la cátedra.



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA**

**6.5 PROPUESTA CURRICULAR PARA MATEMATICAS  
FUNDAMENTALES I**

**I. GENERALIDADES**

NOMBRE DE LA ASIGNATURA	:	MATEMATICAS FUNDAMENTALES I
AÑO ACADÉMICO	:	
CICLO	:	I
PRE-REQUISITO	:	Curso pre ingreso
UNIDADES VALORATIVAS	:	
DURACIÓN	:	16 Semanas
HORAS/SEMANA	:	
COORDINADOR/A DE CATEDRA	:	
COORDINADOR/A DE EVALUACIONES:		
DOCENTES	:	

**II. DESCRIPCIÓN SINTÉTICA DEL CURSO**

La asignatura de Matemáticas Fundamentales I, consiste en equilibrar la simbiosis entre lo abstracto y lo práctico de las matemáticas, por tal razón, está destinada a desarrollar en los estudiantes competencias referidas a la aplicación del conocimiento matemático esencial e imprescindible en la actividad profesional del Arquitecto salvadoreño.

Se encuentra estructurada en cuatro unidades: la primera, dedicada a la formación intuitiva en geometría plana; la segunda, trata del conocimiento de las secciones cónicas hasta el nivel que la geometría plana lo permite; la tercera, se refiere al estudio del Álgebra Geométrica y Analítica y la cuarta, se refiere a la resolución de problemas de la Arquitectura utilizando la Trigonometría Plana.

Aparte de estudiar aplicaciones prácticas en las áreas de diseño Arquitectónico, Tecnologías de la Construcción, Topografía, Urbanismo y

Administración de obras, también ese conocimiento constituye la base fundamental para el estudio de Estática Gráfica en la asignatura de Física Pre Estructural, así como también para la asignatura de Matemáticas Fundamentales II, donde se estudia Geometría Analítica, Geometría Espacial y Geometría Estructural e inclusive los contenidos contribuyen en la asignatura paralela de Física Básica principalmente en las unidades relacionadas con la óptica y la acústica.

### III. COMPETENCIA GENERAL

Analiza y aplica los conceptos abstractos de las matemáticas fundamentales en la resolución de problemas típicos de la vida profesional del Arquitecto salvadoreño.

### IV. DESCRIPCIÓN DEL CURSO POR UNIDADES

#### 1. PRIMERA UNIDAD

a) Título: **ARQUITECTURA Y GEOMETRIA PLANA INTUITIVA**

b) Capacidades:

- Resuelve problemas de la Arquitectura en los que se necesita de la formación en geometría plana intuitiva.

c) **Justificación:** El abandono injustificado de la formación geométrica intuitiva posterior a la implementación de la "matemática moderna" y posteriormente del movimiento "back to basic", hace que se considere ahora una necesidad ineludible, desde un punto de vista didáctico, científico e histórico, volver a recuperar el contenido espacial e intuitivo en toda la matemática, pero más aún en la formación académica del estudiante de Arquitectura, atendiendo a la naturaleza de su carrera y de su profesión.

Es evidente que desde hace algunas décadas, el pensamiento geométrico viene pasando por una profunda depresión en la formación matemática básica y media, y es algo que se puede constatar al revisar los libros de texto y los programas de estudio de los niveles preuniversitarios. Pero al hablar del pensamiento geométrico no se hace referencia a la enseñanza de la geometría estrictamente fundamentada en los Elementos de Euclides, sino a algo mucho más básico y profundo que es el cultivo de aquellas

porciones de la matemática que tratan de estimular la capacidad del ser humano para explorar racionalmente el espacio físico en que vive, la figura y la forma física.

La crisis de los fundamentos de principio de siglo empujó al matemático hacia el formalismo, hacia el énfasis sobre el rigor, a una cierta huida de la intuición en la construcción de su ciencia y lo que fue bueno para la fundamentación fue considerado por muchos bueno también para la transmisión de conocimientos. Las consecuencias para la enseñanza de las matemáticas en general no fueron muy buenas, especialmente para el pensamiento geométrico.

En esa idea de ir a los fundamentos, tal vez juntamente con una inadecuada interpretación de los análisis de algunos psicopedagogos sobre la estructura evolutiva del conocimiento del ser humano, se basó el énfasis sobre la teoría de conjuntos y la búsqueda de rigor. La geometría, a nivel elemental es difícil de formalizar adecuadamente y así, en este intento, se fue por el mismo agujero el pensamiento geométrico, la intuición espacial y la fuente más importante que por muchos siglos ha tenido la matemática de verdaderos problemas y resultados interesantes abordables con un número pequeño de herramientas fácilmente asimilables.

La necesidad en el plan de Estudios de la carrera de Arquitectura de un retorno del espíritu geométrico de las matemáticas hace de esta primera unidad un paso importante en la reivindicación de la formación matemática del Arquitecto salvadoreño.

#### d) Conocimientos

CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
1. Geometría Plana: concepto 1.1 Introducción 1.2 Elementos de Geometría Plana 1.3 ¿Para qué sirve la Geometría Plana en Arquitectura?	- Identifica los elementos abstractos de la Geometría Plana y su correspondencia en la Arquitectura existente	-Valora con sensatez la importancia del conocimiento geométrico en su formación académica

<p>2. LA LINEA RECTA</p> <p>2.1 Semi recta</p> <p>2.2 Segmento de recta</p> <p>2.3 Mediatriz</p> <p>2.4 Posiciones relativas de dos rectas</p> <p>2.4.1 Rectas Secantes</p> <p>2.4.2 Rectas Paralelas</p> <p>2.4.3 Rectas Perpendiculares</p> <p>2.5 Pendiente de la recta</p>	<p>- Realiza construcciones geométricas de mediatrices y de rectas en sus posiciones relativas.</p> <p>- Soluciona problemas de la Arquitectura en los que interviene la pendiente de rectas.</p>	<p>- Respeta las exigencias legales en las que intervienen líneas rectas</p>
<p>3. EL ANGULO</p> <p>3.1 Concepto y notación</p> <p>3.2 Medida de ángulos</p> <p>3.2.1 El grado sexagesimal</p> <p>3.2.2 El radián</p> <p>3.2.3 Equivalencias y conversiones</p> <p>3.3 Uso de la calculadora</p> <p>3.4 Operaciones gráficas y aritméticas con ángulos: suma, resta, multiplicación y división</p> <p>3.5 Clasificación de ángulos</p> <p>3.6 Relaciones entre ángulos</p> <p>3.7 Bisectriz de un ángulo</p>	<p>-Realiza construcciones geométricas e identifica los ángulos según su clasificación</p> <p>-Soluciona problemas de la Arquitectura que implican operación y conversión de ángulos</p>	<p>- Colabora con sus compañeros y compañeras en la solución de los problemas planteados en clases</p>
<p>4. TRIANGULOS</p> <p>4.1 Concepto, elementos y características generales</p> <p>4.2 Clasificación de triángulos por sus lados y ángulos</p> <p>4.3 Construcción geométrica de triángulos</p> <p>4.4 Elementos notables de un triángulo</p> <p>4.4.1 Medianas y centros de gravedad</p> <p>4.4.2 Mediatrices y circunferencia circunscrita</p> <p>4.4.3 Bisectriz y circunferencia inscrita</p> <p>4.4.4 Alturas y ortocentro</p> <p>4.4.5 Recta de Euler</p> <p>4.5 Área y perímetro de un triángulo</p>	<p>-Realiza construcciones geométricas de triángulos a partir de sus clasificaciones o a partir del conocimiento de tres de sus datos</p> <p>-Encuentra gráficamente centros de gravedad, ortocentros, circuncentros e incentros en superficies triangulares planas utilizadas en Arquitectura</p> <p>-Aplica los teoremas de los triángulos a la resolución de</p>	<p>-Perseverancia en la resolución de problemas de triángulos en Arquitectura</p> <p>-Valoración de la utilidad del dominio de la geometría plana en el estudio de la Arquitectura</p> <p>-Comparte e intercambia experiencias de</p>

<p>4.6 Semejanza de triángulos  4.6.1 Teorema de Thales  4.7 Teorema de la bisectriz  4.8 Teorema de triángulos rectángulos  4.8.1 Teorema de Pitágoras  4.8.2 Teorema de la Altura  4.8.3 Teorema del Cateto</p>	<p>problemas de la Arquitectura, hasta el nivel que la geometría plana lo permite.</p>	<p>solución de problemas con sus compañeros y compañeras</p>
<p>5. CUADRILATEROS  5.1 Concepto, elementos y características generales  5.2 Cuadriláteros cóncavos o convexos  5.3 Clasificación de cuadriláteros según el paralelismo de sus lados  5.3.1 Paralelogramos  5.3.2 Trapecios  5.3.3 Trapezoides  5.4 Construcción geométrica de cuadriláteros  5.5 Alturas y alturas medias de un cuadrilátero  5.6 Relación entre las diagonales y los lados de un cuadrilátero  5.7 Cuadriláteros inscriptibles  5.7.1 Centro de gravedad de cuadriláteros inscriptibles  5.7.2 Teorema de Ptolomeo  5.7.3 Teorema Japonés  5.8 Cuadriláteros circunscriptibles  5.9 Área y perímetro de un cuadrilátero</p>	<p>-Realiza construcciones geométricas de cuadriláteros y los identifica según sus clasificaciones   -Encuentra gráficamente los centros de gravedad de superficies cuadriláteras planas que se utilizan en Arquitectura   -Resuelve problemas de la Arquitectura en los que intervienen cuadriláteros</p>	<p>-Perseverancia en la solución de problemas de la Arquitectura en la que intervienen cuadriláteros   -Interés por el conocimiento geométrico de los cuadriláteros y su utilización en Arquitectura</p>
<p>6.POLIGONOS  6.1 Polígonos regulares  6.1.1 Concepto, elementos y características  6.1.2 Clasificación por el número de lados  6.1.3 Construcciones geométricas de polígonos</p>	<p>-Realiza construcciones geométricas de polígonos y los identifica de acuerdo a sus clasificaciones   -Encuentra gráficamente los centros de gravedad de las formas planas poligonales</p>	<p>-Perseverancia en la solución de problemas de la Arquitectura en los que se utiliza el conocimiento geométrico de los polígonos</p>

regulares 6.1.4 Ángulo central e interior de un polígono regular 6.2 Polígonos irregulares 6.3 Centro de gravedad de polígonos 6.4 Área y perímetro de un polígono	más utilizadas en Arquitectura  - Resolución de problemas de la Arquitectura en los que intervienen polígonos regulares e irregulares	
--	---	--

## 2. SEGUNDA UNIDAD

### a) Título: **ARQUITECTURA Y SECCIONES CÓNICAS EN GEOMETRIA PLANA**

#### b) Capacidades:

Comprende y aplica de forma elemental el conocimiento geométrico de las secciones cónicas en Arquitectura.

#### c) **Justificación:** El carácter aplicativo de las secciones cónicas en Arquitectura no solo se refiere a la utilización plástica de la forma geométrica, sino también a sus propiedades reflexivas y estructurales, las cuales son muy utilizadas alrededor del mundo en proyectos de diferente índole; pero muy poco utilizadas en El Salvador debido principalmente a su desconocimiento, limitándose el estudiante a ser un observador de la Arquitectura de los países más avanzados.

Como bien se sabe no se trata de un conocimiento nuevo, sino de la inclusión de un conocimiento al que debe dársele mayor énfasis en el plan de estudios de la carrera, el cual abre las puertas para el posterior estudio de las cónicas en Geometría Analítica y éstas a su vez a la aplicación en Arquitectura de superficies constructivas cilíndricas, cónicas, alabeadas y doblemente regladas.

Si bien en esta unidad no se pretende llegar a un conocimiento profundo sobre el tema, se busca iniciar al estudiante en el manejo geométrico de las secciones cónicas y que tengan significado para sus motivaciones intrínsecas.

#### d) Conocimientos

CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
<p>1. Introducción</p> <p>1.1 Conceptos y tipos de secciones</p> <p>1.2 ¿Para qué se sirven las secciones cónicas en la Arquitectura?</p>	<p>-Identifica las secciones cónicas que usualmente se emplean en Arquitectura</p>	<p>-Interés por el conocimiento geométrico de las secciones cónicas</p>
<p>2.CIRCUNFERENCIA Y CIRCULO</p> <p>2.1 Conceptos y elementos</p> <p>2.2 Construcciones geométricas</p> <p>2.3 Características generales</p> <p>2.4 Posiciones relativas</p> <p>2.4.1 entre puntos y circunferencias</p> <p>2.4.2 Entre rectas y circunferencias</p> <p>2.4.3 entre dos circunferencias</p> <p>2.5 Construcciones geométricas de posiciones relativas</p> <p>2.6 Ángulos respecto de una circunferencia</p> <p>2.7 Segundo teorema de Thales</p> <p>2.8 Calculo del área, el perímetro y los elementos de la circunferencia y el circulo</p> <p>2.9 Centro de gravedad</p>	<p>-Realiza construcciones geométricas de la circunferencia en sus posiciones relativas con otros elementos geométricos</p> <p>-Resolución de problemas de la Arquitectura que impliquen el conocimiento geométrico y el cálculo de los elementos de la circunferencia y el circulo</p>	<p>Veracidad y seguridad en la resolución de problemas de la Arquitectura que impliquen el cálculo de los elementos de la circunferencia y el circulo</p>
<p>3. LA ELIPSE</p> <p>3.1 Concepto y elementos</p> <p>3.2 Construcción geométrica de una elipse</p> <p>3.3 Características generales</p> <p>3.4 Aplicación del Teorema de Pitágoras en elipses</p> <p>3.5 Excentricidad de la elipse</p> <p>3.6 Constante de una elipse</p> <p>3.7 La tangente a la elipse</p> <p>3.8 Propiedad reflexiva de</p>	<p>-Realiza construcciones geométricas de elipses e identifica sus elementos</p> <p>-Explica las propiedades reflexivas de la elipse y su aplicación en Arquitectura</p> <p>-Encuentra gráficamente el centro de gravedad de</p>	<p>-Interés en la investigación de las propiedades de la elipse aplicables en Arquitectura</p> <p>-Perseverancia en la resolución de</p>

<p>una elipse</p> <p>3.9 Área y perímetro de una elipse</p> <p>3.10 Centro de gravedad de una elipse</p>	<p>superficies planas en forma de elipse</p> <p>-Resolución de problemas de la Arquitectura que requieran del conocimiento de la elipse hasta el nivel de la geometría plana</p>	<p>problemas de la Arquitectura que requieran del conocimiento geométrico de la elipse</p>
<p>4. LA PARABOLA</p> <p>4.1 Concepto y elementos</p> <p>4.2 construcción geométrica de la parábola</p> <p>4.3 Características generales</p> <p>4.4 Excentricidad de la parábola</p> <p>4.4.1 Semejanza de todas las parábolas</p> <p>4.5 Construcción geométrica de tangentes a la parábola</p> <p>4.6 Propiedades reflexivas de la parábola</p>	<p>-Traza de forma gráfica una parábola e identifica sus elementos</p> <p>-Explica las propiedades de la parábola que se pueden aplicar en Arquitectura</p> <p>- Resuelve problemas de la Arquitectura que requieran del conocimiento de la parábola, hasta el nivel que la geometría plana lo permite</p>	<p>-Interés en la investigación de las propiedades de la parábola que tienen aplicación en Arquitectura</p> <p>-Valoración del conocimiento geométrico de la parábola para el estudio de la Arquitectura</p>
<p>5. LA HIPERBOLA</p> <p>5.1 Concepto y elementos</p> <p>5.2 construcción geométrica de la hipérbola</p> <p>5.3 Características generales</p> <p>5.4 Longitudes de los ejes</p> <p>5.5 Excentricidad</p> <p>5.6 Aplicación del Teorema de Pitágoras en la hipérbola</p> <p>5.7 Asíntotas de la hipérbola</p> <p>5.8 la tangente a la hipérbola</p> <p>5.9 Propiedad reflexiva de la hipérbola</p>	<p>-Realiza construcciones geométricas de la hipérbola e identifica sus elementos</p> <p>-Explica las propiedades de la hipérbola que se aplican en Arquitectura</p> <p>-Soluciona problemas de la Arquitectura que requieran del conocimiento de la hipérbola hasta el nivel que la geometría plana lo permite.</p>	<p>-Interés en la investigación de las propiedades de la hipérbola que se aplican en Arquitectura</p>

### 3. TERCERA UNIDAD

a) Título: **ARQUITECTURA Y ALGEBRA GEOMETRICA Y ANALITICA**

b) Capacidades:

Comprende y aplica los conceptos del Álgebra Elemental a problemas cotidianos en el ejercicio profesional de la Arquitectura.

c) **Justificación:** Por razones históricas que han conducido a las matemáticas y específicamente al álgebra a emplear en su didáctica una excesiva simbolización, la mayoría de estudiantes de nuevo ingreso universitario han tomado contacto con los contenidos matemáticos de carácter algebraico de forma poco o nada significativa, reduciéndose el estudio del álgebra a la manipulación de símbolos de acuerdo con reglas preestablecidas, favoreciendo la memorización y la operación mecánica sin comprensión, fenómeno que podría traducirse en que los estudiantes se muestren reacios al uso del razonamiento visual, situación que puede basarse en los éxitos obtenidos por algunos al memorizar fórmulas y procedimientos algebraicos.

Dicho en otras palabras, el álgebra escolar es, hoy en día, rica en sintaxis, pero pobre en significados. Afortunadamente, existen enfoques visuales (los que ofrece el álgebra geométrica) que ayudan a dar significado a los contenidos del álgebra escolar, que facilitan la comprensión y adquisición de conceptos y procedimientos (al menos en una primera toma de contacto con ellos), que favorecen la resolución de algunos problemas y que, en definitiva ofrecen al estudiante una imagen diferente de las Matemáticas en general y del Álgebra en particular.

En la actualidad la mayoría de programas de enseñanza han prestado poca atención a los aspectos visuales de las Matemáticas y se han centrado casi exclusivamente en su componente analítico, cuyos efectos se manifiestan en la exclusión de los estudiantes cuya orientación cognitiva es eminentemente visual, propiciando el abandono de los que podrían acceder a las Matemáticas a través de ese componente y ocultando de esta manera los aspectos visuales que ayudan a conseguir la comprensión de conceptos y procedimientos e ignorando a las representaciones visuales como herramientas potentes para la resolución de problemas no necesariamente geométricos.

Estas situaciones hacen ineludible la necesidad de incluir en la formación matemática de los futuros Arquitectos, los contenidos de carácter algebraico desde una perspectiva visual; pero también analítica para que los estudiantes asimilen el material de la manera que esté más próxima a su orientación cognitiva.

d) Conocimientos

CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
<p>1.Introducción</p> <p>1.1 Conceptos fundamentales de Algebra</p> <p>1.2 ¿Para qué sirve el Álgebra en Arquitectura?</p>	<p>-Explica la utilidad del conocimiento del Álgebra para el estudio de la carrera de Arquitectura</p>	<p>-Interés por la investigación de las aplicaciones del Álgebra en Arquitectura</p>
<p>2. EXPRESIONES ALGEBRAICAS</p> <p>2.1 El lenguaje ordinario y el lenguaje algebraico</p> <p>2.2 Expresiones algebraicas y su representación geométrica</p> <p>2.3 Operaciones básicas con expresiones algebraicas: resolución geométrica y analítica</p> <p>2.4 Productos y cocientes notables: Resolución geométrica y analítica</p>	<p>-Traduce adecuadamente algunos problemas en Arquitectura del lenguaje ordinario al lenguaje algebraico</p> <p>-Representa adecuadamente las expresiones algebraicas en forma geométrica y resuelve su operación</p> <p>-Soluciona problemas de la Arquitectura aplicando las operaciones básicas del Álgebra</p>	<p>-Interés por el significado geométrico de las expresiones algebraicas</p> <p>-Coopera con sus compañeras y compañeros en el aprendizaje del lenguaje algebraico</p>
<p>3. ECUACIONES ENTERAS DE PRIMER GRADO CON UNA INCOGNITA</p> <p>3.1 Concepto y elementos</p> <p>3.2 Axioma Fundamental de las Ecuaciones</p> <p>3.3 Transposición de términos</p> <p>3.4 Cambios de signo</p> <p>3.5 Resolución de ecuaciones enteras de primer grado con una incógnita</p>	<p>-Soluciona problemas de la Arquitectura en los que se puede aplicar las ecuaciones enteras de primer grado con una incógnita</p>	<p>-Perseverancia en la resolución de problemas de la Arquitectura aplicando las ecuaciones enteras de primer grado con una incógnita</p>
<p>4. DESCOMPOSICION FACTORIAL</p> <p>4.1 Concepto geométrico</p> <p>4.2 Resolución geométrica y analítica de los casos de factoreo</p>	<p>-Sustituye la memorización de las reglas de factoreo, por el razonamiento visual geométrico de la descomposición en factores.</p>	<p>- Interés por la comprensión geométrica de la descomposición factorial</p>
<p>5.FRACCIONES ALGEBRAICAS</p> <p>5.1 Mínimo Común Múltiplo</p> <p>5.2 Reducción de fracciones</p>	<p>-Resuelve problemas de la Arquitectura en los que</p>	<p>-Confianza y seguridad al realizar ejercicios</p>

algebraicas 5.3 Operaciones básicas con fracciones algebraicas	requiere el conocimiento básico de las fracciones algebraicas	para solucionar problemas con fracciones algebraicas
6. ECUACIONES FRACCIONARIAS DE PRIMER GRADO CON UNA INCÓGNITA 6.1 Supresión de denominadores 6.2 Resolución de ecuaciones fraccionarias	-Resuelve problemas de la Arquitectura aplicando ecuaciones de primer grado con una incógnita.	Disposición e interés para enfrentar problemas y solucionarlos
7. FORMULAS 7.1 Concepto 7.2 Uso y ventaja de las fórmulas algebraicas 7.3 Traducción de una fórmula dada al lenguaje ordinario 7.4 Fórmulas importantes en Arquitectura	-Reconoce algunas de las fórmulas más utilizadas en el ejercicio profesional del Arquitecto	Valora la utilidad del conocimiento algebraico
8. ECUACIONES SIMULTANEAS DE PRIMER GRADO CON DOS INCÓGNITA 8.1 Sistema de ecuaciones 8.2 Eliminación por igualación 8.3 eliminación por sustitución 8.4 Resolución de ecuaciones simultáneas	-Soluciona problemas de la Arquitectura donde se pueden aplicar las ecuaciones simultáneas de primer grado con dos incógnita	-Valora la utilidad del conocimiento algebraico
9.0 ECUACIONES DE SEGUNDO GRADO CON UNA INCÓGNITA 9.1 Concepto 9.2 Ecuaciones completas 9.2.1 Resolución de ecuaciones completas 9.3 Ecuaciones incompletas 9.3.1 Resolución de ecuaciones incompletas	-Soluciona problemas de la Arquitectura donde se pueden aplicar las ecuaciones de segundo grado con una incógnita	-Valora el conocimiento de las ecuaciones de segundo grado para resolver problemas cotidianos de Arquitectura

#### 4. CUARTA UNIDAD

a) Título: **ARQUITECTURA Y TRIGONOMETRIA PLANA**

b) Capacidades:

Aplica el conocimiento de la Trigonometría Plana en problemas cotidianos de la Arquitectura.

c) **Justificación:** Las aplicaciones prácticas que tiene la utilización de triángulos en Arquitectura, en las áreas que comprende el plan de estudios de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, hacen que la Trigonometría Plana sea la rama de las matemáticas que a juicio de los estudiantes de los niveles básicos, intermedio y avanzado, sea la más utilizada en su carrera, según el diagnóstico que se realizó para este trabajo.

Por otra parte en la formación que los estudiantes reciben en los niveles preuniversitarios, es muy mínima la inclusión de esta rama de las matemáticas, lo cual hace que los estudiantes ingresen al nivel superior con deficiencias notables en el dominio del tema y estas tienen sus consecuencias al momento de cursar las asignaturas que requieren de sólidas bases en el manejo de la Trigonometría, principalmente en Topografía y Estructuras, opinión que también comparten los profesionales docentes entrevistados en éstas áreas de estudio.

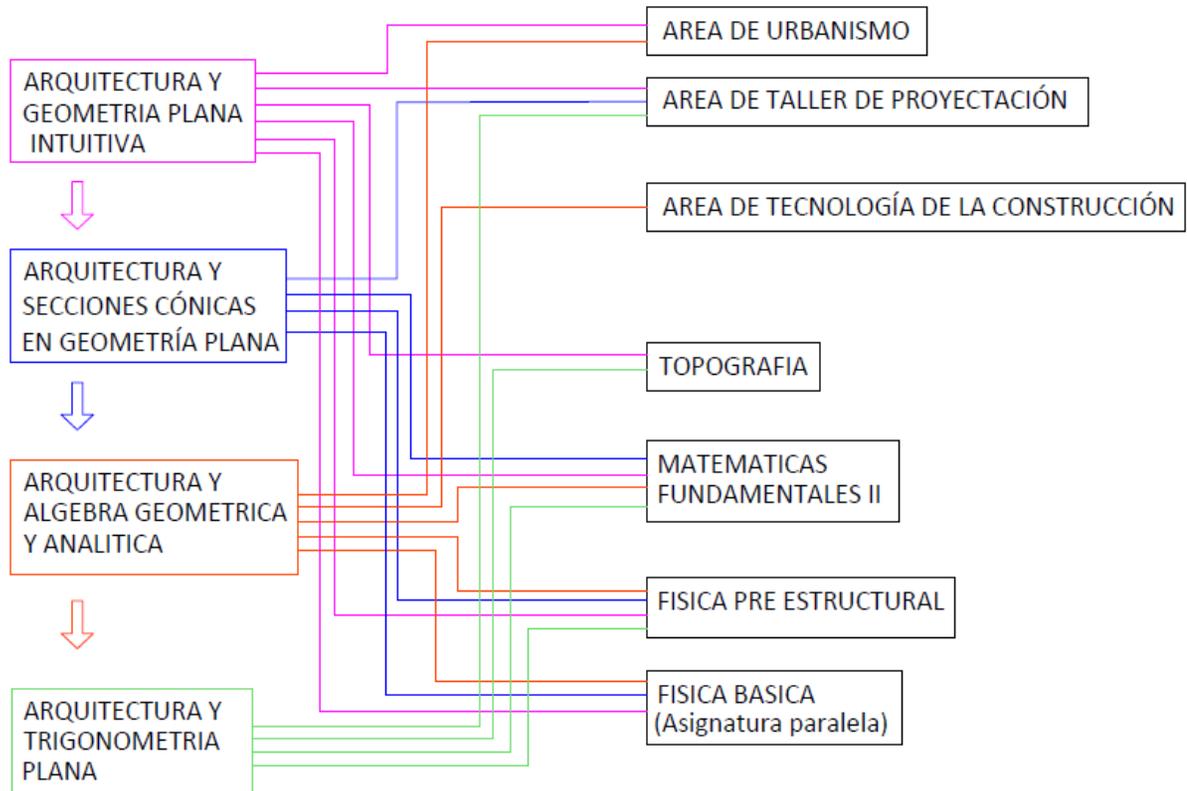
Esta situación hace que se considere necesaria la inclusión de esta unidad de estudios, ya que si bien es un conocimiento que se supone deberían de manejar los estudiantes de nuevo ingreso, la experiencia docente indica que la realidad es diferente y que se deben tomar medidas acorde a la situación actual.

d) Conocimientos

CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
1. Trigonometría plana: concepto 1.1 Introducción 1.2 ¿Para qué sirve la Trigonometría Plana en Arquitectura?	-Explica la utilidad del conocimiento de la Trigonometría plana en el estudio de la Arquitectura	-Valora el aprendizaje de la trigonometría plana
2. RAZONES TRIGONOMETRICAS 2.1 Seno de un ángulo 2.2 Coseno de un ángulo 2.3 Tangente de un ángulo 2.4 Uso de la calculadora 2.5 Circunferencia en el plano		



## V. VINCULOS PRINCIPALES DE LA ASIGNATURA CON EL PLAN DE ESTUDIOS



## VI. SUGERENCIA EN LA METODOLOGIA

Para la parte expositiva se sugiere utilizar medios que el docente considere apropiados para la comprensión de los conceptos y estos pueden ser desde los medios más sencillos hasta los audiovisuales, ya sea imágenes, videos o software con carácter dinámico, el fin es despertar el interés de los estudiantes, de tal manera que se trabaje con motivaciones intrínsecas dentro de un contexto significativo, donde el rol del docente consiste en orientar a los alumnos en el aprendizaje de la Arquitectura mediante las matemáticas; esto le permitirá compartir sus experiencias profesionales en el área, de tal manera que los estudiantes establezcan una relación clara en cuanto a la utilidad del conocimiento matemático para su carrera.

En este sentido, teoría y práctica se fusionan en la misma clase para verificar la comprensión y aplicación de los conceptos.

Por otra parte, se pretende que el estudiante construya su propio conocimiento a través de sus investigaciones sobre los temas y las experiencias individuales o colectivas que se vivan en el aula, apoyadas también por la manipulación de materiales concretos construidos por ellos mismos, enriqueciendo su imagen mental y buscando que todo símbolo matemático esté dotado de significado.

Por razones didácticas se sugiere que el grupo de estudio no sobrepase los 25 estudiantes, esto no quiere decir que se ignora la realidad actual donde en el primer ciclo las aulas sobrepasan a los 100 estudiantes por docente, sino que se trata de generar las condiciones óptimas para la investigación en didáctica, con el fin de presentar una propuesta final con fundamentos teóricos y experimentales.

## **VII. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDACTICOS**

Los que el docente considere pertinentes para que los estudiantes comprendan los conceptos principales de la asignatura. Puede ser desde elementos sencillos, hasta tecnología de punta, considerando las posibilidades económicas de la Universidad de El Salvador.

## **VIII. SUGERENCIAS EN LA EVALUACION**

Debido a que muchos temas que se verán en esta asignatura no son completamente nuevos para la mayoría de estudiantes y que muchas veces se supone que ya los manejan; pero la realidad es diferente, se iniciará con una evaluación con fines diagnósticos, de tal manera que la coordinación de la cátedra esté monitoreando el perfil que tienen los estudiantes de nuevo ingreso en cuanto al nivel del manejo de las matemáticas se refiere, pero esto además servirá como insumo para la documentación en el estudio experimental que se realizará con el programa piloto.

La evaluación formativa por parte del docente estará presente en cada subtema a estudiar, ya que de esta manera se detectarán a tiempo las causas de los errores o confusiones de los estudiantes para ayudarles a superarlas antes de la evaluación parcial, que es donde se adjudicará una calificación.

Las evaluaciones parciales son evaluaciones sumativas que se realizarán al final de cada unidad y estas no solo servirán para adjudicar calificaciones a los estudiantes sino también como insumo para que el coordinador de evaluaciones realice un constante estudio estadístico con fines investigativos para mejorar el proceso didáctico de la asignatura.

Al terminar el curso se realizará una evaluación final con el objetivo de verificar el nivel de competencias adquiridas, la cual servirá tanto para adjudicar una calificación al estudiante, así como un insumo para la investigación en didáctica, cuyos resultados y conclusiones podrán ser de dominio público para darle seguimiento a la problemática.

## **IX. PROGRAMA DE CONSULTAS**

El programa de consultas se hará en base al diseño del programa piloto y este aparte de apoyar al estudiante en sus dudas o consultas, servirá también para detectar casos especiales, los cuales serán objeto de estudio en el análisis del programa piloto experimental.

## **X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Se sugiere que las referencias consideradas en el diseño del programa piloto se dividan en básicas y complementarias, siendo las primeras de las que ningún estudiante debiese prescindir y las segundas dirigidas a los estudiantes que requieran una mayor profundización en el tema.

Hay que considerar que cuando las referencias se tomen de medios impresos, se tenga en cuenta que los estudiantes puedan tener acceso dentro de las bibliotecas del territorio nacional y que cuando se recomienden sitios web se verifique la calidad de lo publicado por la coordinación de la cátedra.



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA**

**6.6 PROPUESTA CURRICULAR PARA FISICA BASICA**

**I. GENERALIDADES**

NOMBRE DE LA ASIGNATURA	: FISICA BASICA
AÑO ACADÉMICO	:
CICLO	: I
PRE-REQUISITO	: Curso pre ingreso
UNIDADES VALORATIVAS	:
DURACIÓN	: 16 Semanas
HORAS/SEMANA	:
COORDINADOR DE CATEDRA	:
COORDINADOR DE EVALUACIONES	:
DOCENTES	:

**II. DESCRIPCIÓN SINTÉTICA DEL CURSO**

La asignatura de Física Básica , pretende iniciar a los estudiantes de Arquitectura en el conocimiento científico de los principales fenómenos físicos que se deben de tener en cuenta en la formación y ejercicio profesional del arquitecto salvadoreño, aclarando que es una formación más conceptual que de aplicaciones numéricas, esto debido a que el desarrollo de las matemáticas en el sistema de Educación Básica y Educación Media de El Salvador, no permite la incorporación de aplicaciones de las matemáticas superiores en la Física aplicada a la Arquitectura. Por lo tanto el conocimiento matemático previo hace que la asignatura de Física Básica, sea primordialmente conceptual.

Se encuentra estructurada en cuatro unidades: la primera, dedicada a rama de la física que estudia el fenómeno del sonido, desde una perspectiva interdisciplinaria; la segunda, que trata de la ciencia que estudia los fenómenos de la luz, incluyendo su relación con la fisiología y la luminotecnia; la tercera que trata de la relación de la Arquitectura con la

Termodinámica, es decir considerando los fenómenos de la energía y sus transformaciones desde una perspectiva macroscópica y la última unidad dedica a la comprensión de los fenómenos sísmicos, sus efectos en la Arquitectura y por consiguiente en la vida de los seres humanos.

### III. COMPETENCIA GENERAL

Comprende algunos de los conceptos más importantes de la Física que se deben tener en consideración en la resolución de problemas en la vida profesional del Arquitecto salvadoreño.

### IV. DESCRIPCIÓN DEL CURSO POR UNIDADES

#### 1. PRIMERA UNIDAD

##### a) Título: **ARQUITECTURA Y ACUSTICA**

##### b) Capacidades:

- Adquiere criterios de diseño basados en el conocimiento científico del sonido y su relación con el ser humano para lograr el confort acústico en las edificaciones y el ambiente urbano.

##### c) **Justificación:** Es a partir del siglo XIX, con el apogeo de la revolución industrial, el consecuente crecimiento de las ciudades y el desarrollo de los medios de transporte, cuando aparece el problema de la contaminación acústica urbana.

Después de la contaminación del aire y del agua, la contaminación acústica ha pasado a ser una de las más importantes debido a que genera daños imperceptibles a corto plazo pero inevitables con el paso del tiempo, deteriorando la salud mental y física de los seres humanos; afectando la convivencia de las personas en la sociedad.

Considerando que la Arquitectura es para los seres humanos, es necesario tener en consideración el análisis y la resolución de los problemas acústicos de los espacios que se diseñan, considerando su entorno urbano y la tecnología existente en El Salvador, de tal manera que el estudiante comprenda la importancia del confort acústico en el diseño de las edificaciones.

Por otra parte también se considera importante sobrepasar las exigencias de ley de diseño y construcción que actualmente se tienen en El Salvador, las cuales no contemplan a la contaminación

acústica como un problema relevante, por eso se busca la concientización de las nuevas generaciones de Arquitectos y Arquitectas a través del conocimiento de causas y efectos desde la perspectiva científica, tomando en cuenta además de la física, otras ramas de las ciencias que se relacionan con el ser humano y la Arquitectura.

d) Conocimientos

CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
<p>1. EL SONIDO</p> <p>1.1 Concepto</p> <p>1.2 Principales fuentes de sonido</p> <p>1.2 Propagación del sonido</p> <p>1.3 Unidad de medida</p> <p>1.4 Instrumentos de medición del sonido</p> <p>1.5 Magnitudes físicas del sonido: Longitud de onda, frecuencia, amplitud, potencia acústica</p> <p>1.6 Velocidad del sonido</p> <p>1.7 Reverberación</p> <p>1.8 Resonancia</p> <p>1.10 El efecto Doppler</p>	<p>-Identifica las principales fuentes de sonido y sabe explicar cómo este se propaga.</p> <p>-Conoce las unidades de medida y los instrumentos de medición del sonido.</p> <p>-Explica las diferentes magnitudes físicas del sonido y sabe cómo se relacionan con la Arquitectura.</p>	<p>-Interés en la investigación sobre el sonido y su relación con la Arquitectura</p> <p>-Búsqueda de claridad en los conceptos tratados en clases</p>
<p>2. FISILOGIA DEL SONIDO:</p> <p>2.1 El aparato auditivo humano</p> <p>2.2 La voz humana</p> <p>2.4 Espectro audible por el ser humano</p> <p>2.5 Salud auditiva</p>	<p>-Conoce como funciona el aparato auditivo del ser humano.</p> <p>-Reconoce algunos factores que ocasionan problemas en la salud auditiva del ser humano.</p>	<p>-Valora la importancia que tiene para salud humana los efectos del sonido y del ruido</p>
<p>3. CONTAMINACION ACUSTICA</p> <p>3.1 Concepto e historia</p> <p>3.2 El ruido</p> <p>3.3 Principales fuentes de contaminación acústica</p> <p>3.4 Efectos de la contaminación acústica urbana</p>	<p>-Comprende el concepto y el desarrollo histórico que ha tenido la contaminación acústica desde la revolución industrial.</p> <p>-Identifica las principales fuentes de contaminación</p>	<p>-Comparte con sus compañeros de clases experiencias de la vida cotidiana relacionada con la contaminación acústica</p>

<p>en la convivencia social</p> <p>3.4.1 Daños psicológicos causados por la contaminación acústica: neurosis, ansiedad, irritabilidad, conducta agresiva, insomnio, otras.</p> <p>3.5 Daños y Enfermedades en los seres humanos causadas por la contaminación acústica</p> <p>3.6 Recomendaciones para disminuir la contaminación acústica en las ciudades.</p> <p>3.7 Daños económicos causados por la contaminación acústica.</p> <p>3.8 Legislación salvadoreña relacionada con la contaminación acústica</p>	<p>acústica en las ciudades y conoce sus efectos en la convivencia social.</p> <p>-Explica los daños psicológicos y enfermedades que ocasiona la contaminación acústica en el ser humano.</p> <p>-Da recomendaciones para reducir la contaminación acústica desde la actividad profesional del Arquitecto.</p> <p>-Reconoce los daños económicos causados por la contaminación acústica en la sociedad.</p> <p>-Conoce el nivel de desarrollo de la legislación salvadoreña para resolver el problema de la contaminación acústica.</p>	<p>-Investiga sobre los efectos nocivos de la contaminación acústica en la salud de las personas</p> <p>-Propone recomendaciones para disminuir la contaminación acústica</p>
<p>4. ARQUITECTURA Y CONFORT ACUSTICO</p> <p>4.1 Concepto</p> <p>4.2 Aislamiento y acondicionamiento acústico en edificaciones</p> <p>4.3 el confort acústico y los materiales de construcción existentes en el mercado salvadoreño</p>	<p>-Maneja el concepto de confort acústico y su estrecha relación con el diseño Arquitectónico.</p> <p>-Conoce algunos factores que contribuyen al mejoramiento del aislamiento y acondicionamiento acústico.</p> <p>-conoce las principales propiedades acústicas de los materiales de construcción existentes en el mercado salvadoreño.</p>	<p>-Valora el concepto de confort acústico desde una perspectiva interdisciplinaria</p> <p>-Opina y comparte puntos de vista sobre el tema con sus compañeros en la clase</p>

## 2. SEGUNDA UNIDAD

### a) Título: **ARQUITECTURA Y OPTICA**

#### b) Capacidades:

- Adquiere criterios de diseño basados en el conocimiento científico de la luz y su relación con el ser humano para lograr el confort visual en las edificaciones, buscando el mayor ahorro energético posible.

c) **Justificación:** El ritmo de vida de los seres humanos en las sociedades industriales actuales hace necesaria la utilización de la luz artificial para desarrollar diversas actividades fuera del ritmo que la naturaleza le ha conferido al ser humano. Estas actividades se desarrollan en espacios arquitectónicos, los cuales deben de estar dotados de la iluminación adecuada según su función, para evitar problemas en la salud de las personas.

Por esta razón se ha considerado importante incluir el conocimiento básico de la parte biológica del ser humano que interviene en la visión para comprender como funciona y evitar los posibles daños causados por una inadecuada iluminación.

También se considera el estudio de los colores como fenómeno físico y sensorial ya que es uno de los elementos principales de la Arquitectura y que tiene efectos psicológicos en las personas.

Por otra parte es importante señalar que ante el crecimiento de las ciudades, se ha incrementado también el consumo de energía, poniendo en riesgo el equilibrio del planeta, provocando cambios climáticos como el calentamiento global, aspecto que es necesario que los futuros Arquitectos tomen en cuenta en sus diseños y construcciones optimizando y aprovechando al máximo la iluminación natural, así como también el uso de las tecnologías de lámparas y luminarias existentes en el mercado salvadoreño.

Por estas razones es necesario que los futuros profesionales de la Arquitectura salvadoreña, tengan el conocimiento para formular criterios adecuados para la utilización de la luz natural y la luz artificial.

d) Conocimientos

CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
1.LA LUZ 1.1 Concepto 1.2 Luz natural y luz artificial 1.3 El espectro electromagnético 1.4 Propiedades de la luz 1.4.1 Reflexión 1.4.2 Transmisión-refracción 1.4.3 Absorción	- Explica el fenómeno de la luz desde una perspectiva científica	-Despierta el interés por la investigación sobre el tema utilizando todos los medios posibles

<p>2. LA VISIÓN</p> <p>2.1 Concepto</p> <p>2.2 Fisiología</p> <p>2.3 El proceso visual y sus características</p> <p>2.3.1 La sensibilidad y los tipos de visión</p> <p>2.3.2 La acomodación</p> <p>2.3.3 La adaptación</p> <p>2.3.4 El campo visual</p> <p>2.4 Factores que influyen en la visión:</p> <p>2.4.1 El tamaño aparente de un cuerpo</p> <p>2.4.2 la agudeza visual</p> <p>2.4.3 El contraste</p> <p>2.4.4 El tiempo</p>	<p>- Explica cómo funciona la visión del ser humano y su relación con la luz</p>	<p>-Comprende la importancia que tiene considerar la fisiología de la visión del ser humano en el estudio de la Arquitectura</p> <p>-Cuestiona la utilidad de lo que se está aprendiendo en clases</p>
<p>3. EL COLOR</p> <p>3.1 Concepto</p> <p>3.2 El color como fenómeno físico</p> <p>3.2.1 Efecto de la luz coloreada sobre los objetos de color</p> <p>3.3 El color como fenómeno sensorial</p> <p>3.4 Psicología del color</p> <p>3.5 Colores y mezclas</p>	<p>-Explica el color como un fenómeno físico</p> <p>-Explica el color como un fenómeno sensorial con efectos psicológicos en el ser humano</p>	<p>-Comparte los conocimientos y experiencias con sus compañeros de clase</p>
<p>4. LUMINOTECNIA</p> <p>4.1 Concepto</p> <p>4.2 Magnitudes fotométricas</p> <p>4.2.1 Flujo luminoso</p> <p>4.2.2 Eficiencia luminosa</p> <p>4.2.3 Iluminancia</p> <p>4.2.4 Intensidad luminosa</p> <p>4.2.5 Luminancia</p> <p>4.4 Leyes y curvas:</p> <p>4.4.1 Ley de inversa de los cuadrados</p> <p>4.4.2 Ley del coseno</p> <p>4.4.3 Curvas de distribución luminosa: curvas fotométricas</p> <p>4.4.4 Curvas isolux</p> <p>4.5 Luminarias:</p>	<p>-Explica el concepto de luminotecnia y su estrecha relación con la Arquitectura</p> <p>-Maneja los conceptos y las unidades en las que se expresan las magnitudes fotométricas</p> <p>-Maneja las aplicaciones matemáticas utilizadas en luminotecnia</p>	<p>-Investiga sobre el tema</p> <p>-Ayuda a sus compañeros a la comprensión de los conceptos vertidos en clases</p>

<p>4.5.1 Concepto y elementos</p> <p>4.5.2 Clasificación por el grado de protección eléctrica</p> <p>4.5.3 Clasificación por la emisión del flujo</p> <p>4.6 Lámparas:</p> <p>4.6.1 Concepto y elementos</p> <p>4.6.2 Clases de lámparas</p> <p>4.6.3 Valores típicos</p> <p>4.6.4 Aplicaciones en Arquitectura</p> <p>3.6.5 Comparativa incandescente-fluorescente compacta</p> <p>4.7 Alumbrado interior</p> <p>4.7.1 Distancia y altura de luminarias</p> <p>4.7.2 Factor de mantenimiento y coeficiente de utilización</p> <p>4.7.3 Cálculo del coeficiente de utilización</p> <p>4.7.4 Cálculo de alumbrado de interiores</p> <p>4.7.5 Aplicaciones en Arquitectura</p> <p>4.8 Alumbrado exterior</p> <p>4.8.1 Factor de utilización</p> <p>4.8.2 Cálculo de alumbrado exterior</p> <p>4.8.3 Cálculo del factor de utilización</p> <p>4.8.4 Aplicaciones en Arquitectura</p>	<p>-Conoce las luminarias de acuerdo a sus clasificaciones principales</p> <p>-Conoce las clases de lámparas existentes en el mercado salvadoreño y sus aplicaciones en Arquitectura</p> <p>-Diseña y calcula el alumbrado interior de los espacios de acuerdo a la función destinada</p> <p>-Diseña y calcula el alumbrado de exteriores de acuerdo a la función destinada</p>	<p>-Investiga sobre el uso de las lámparas de acuerdo a la función de los espacios y los efectos que esta tiene en la salud visual de las personas</p> <p>-Valora el conocimiento científico sobre la luz y sus aplicaciones en Arquitectura</p>
---	---	--

### 3. TERCERA UNIDAD

#### a) Título: **ARQUITECTURA Y TERMODINAMICA**

#### b) Capacidades:

- Adquiere criterios de diseño basados en el conocimiento de la termodinámica para intentar lograr el confort térmico en las edificaciones, buscando el mayor ahorro energético posible.

c) **Justificación:** A partir de 1750, los niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera se han incrementado en un 35 por ciento. Diecinueve de los 20 años más calurosos del pasado siglo y medio ocurrieron de 1980 a la fecha. Según la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) de los Estados Unidos, en investigaciones de dos mil expertos, la mayoría del calentamiento observado en los 50 años pasados es atribuible a la actividad humana.

El promedio de la temperatura mundial se elevó en 0.6 grados centígrados en el siglo XX. Se proyecta que en las próximas décadas la temperatura aumente 0.2 grados por decenio. Un informe emitido en 2005 por un grupo internacional presidido por el director del Grupo Intercontinental sobre Cambio Climático de la ONU identificó que un incremento de 2 grados sería el parteaguas más allá del cual los riesgos para las sociedades humanas y los ecosistemas crecerán en forma significativa. Tal aumento se considera probable si las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) exceden de 400 partes por millón (ppm).

Las concentraciones de CO<sub>2</sub> exceden actualmente de 370 ppm (su nivel más alto al menos en 420 mil años) y siguen aumentando: en 1958 el nivel era de 315 ppm.

En junio de 2005, una declaración conjunta de las academias de la ciencia de 11 países advirtió que es vital que todas las naciones identifiquen medidas eficientes en costos que pueden adoptar ahora para contribuir a una reducción sustancial y de largo plazo en las emisiones netas globales de gases de invernadero.

Se calcula que para detener el calentamiento global se tendrían que reducir las emisiones de gases de invernadero en 60 por ciento respecto de los niveles de 1990. La meta del Protocolo de Kyoto es reducirlas en 5.2 por ciento para 2010, en comparación con esos niveles.

Una conferencia de 10 días en Montreal en el presente año (2010) evaluó los avances en el control de emisiones de gases invernadero, en la Conferencia se pudo constatar cuantitativamente el progreso principal logrado hasta la fecha, o sea que desde la firma del Protocolo de Kyoto las naciones participantes han registrado conjuntamente una reducción del 6% de las emisiones de CO<sub>2</sub>, comparado con los niveles de 1990.

Si bien El Salvador no es uno de los países con grandes emisiones de gases de invernadero, los efectos son globales y la forma de hacer Arquitectura que se enseña en las universidades del territorio nacional toma en cuenta a la tecnología para lograr el confort térmico de las edificaciones; pero no toma en cuenta el conocimiento de la Matemática y la Física para lograr similares efectos en base a conocimiento aplicado. Esto último es lo que se pretende hacer hasta el nivel que el desarrollo matemático que se tiene en el país lo permite, por lo tanto el estudio de la temperatura, del calor, el estudio de su relación con los seres humanos mediante la biofísica, pueden contribuir a formar criterios aceptables para lograr el confort térmico evitando en la medida de lo posible la implementación de aires acondicionados en los diseños arquitectónicos de los futuros Arquitectos y el uso de electrodomésticos para combatir el calor por parte de los usuarios, contribuyendo de esta manera al ahorro energético y por consiguiente a la reducción del cambio climático.

d) Conocimientos

CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
<p>1.INTRODUCCION</p> <p>1.1 Concepto de termodinámica</p> <p>1.2 ¿Para qué sirve la termodinámica en Arquitectura?</p> <p>1.3 Sistema termodinámico</p> <p>1.3.1 Tipos de sistemas termodinámicos</p> <p>1.4 La mecánica estadística y la Termodinámica</p> <p>1.5 Energía térmica</p>	<p>-Explica como los fenómenos microscópicos intervienen en el estudio de la termodinámica</p> <p>-Explica la energía térmica como una magnitud extensiva</p> <p>-Explica la importancia del estudio de la termodinámica para la carrera de Arquitectura</p>	<p>-Investiga sobre el tema y hace aportaciones en clases</p> <p>-Comparte el conocimiento con sus compañeros</p>
<p>2.TEMPERATURA</p> <p>2.1 Concepto</p> <p>2.2 Nivel térmico de un cuerpo</p> <p>2.3 Escalas termométricas</p>	<p>-Explica el concepto de temperatura como una magnitud intensiva</p>	<p>-Experimenta situaciones relacionadas al tema y las comparte con sus compañeros y compañeras</p>

<p>2.3.1 Fahrenheit  2.3.2 Celsius  2.3.3 Kelvin  2.4 Conversiones  2.5 Instrumentos de medición  2.6 La dilatación térmica  2.7 Importancia de la temperatura en Arquitectura  2.7.1 Temperaturas en El Salvador</p>	<p>-Realiza conversiones entre las escalas termométricas</p> <p>-Explica como la dilatación térmica incide en algunas actividades de la Arquitectura</p>	<p>-Cuestiona la utilidad que tiene para su carrera los conocimientos aprendidos</p> <p>-Búsqueda de veracidad en las conversiones</p>
<p>3. CALOR  3.1 Concepto  3.2 Unidad de medida  3.3 Transferencia de energía en forma de calor  3.3.1 conducción  3.3.2 convección  3.3.3 Radiación  3.4 Calor específico  3.5 Capacidad calorífica  3.6 Calor latente  3.2.3 Relación entre Calor y temperatura  3.3 Equilibrio térmico</p>	<p>-Comprende y explica el concepto de calor y su forma de transferencia</p> <p>-Explica la relación y la diferencia entre el calor y la temperatura</p> <p>-Explica y Experimenta el equilibrio térmico</p>	<p>-Participa en las actividades desarrolladas en clases y comparte sus experiencias con los compañeros y compañeras</p> <p>-interés en la Investigación sobre el tema</p>
<p>4. LEYES DE LA TERMODINAMICA  4.1 Primera ley de la termodinámica  4.2 Segunda Ley de la Termodinámica  4.3 Tercera ley de la termodinámica  4.4 Ley cero de la termodinámica</p>	<p>-Comprende las leyes de la termodinámica y su relación con la Arquitectura</p>	<p>-Cuestiona la utilidad de las leyes de la termodinámica en Arquitectura</p>
<p>5. BIOFISICA  5.1 Concepto  5.2 El cuerpo humano como sistema termodinámico  5.3 Tipos de sistemas termodinámicos en seres vivientes  5.4 Transferencia de calor entre seres vivientes</p>	<p>-Explica la importancia que para la arquitectura tiene el estudio de la biofísica</p> <p>- Explica el cuerpo humano como un sistema termodinámico</p>	<p>-Interés por el conocimiento de la biofísica y su relación con arquitectura</p>

<p>5.5 Sensación térmica</p> <p>5.6 Flujo de calor por conducción entre el cuerpo humano y el medio ambiente</p> <p>5.7 Flujo de calor por radiación entre el cuerpo humano y el medio ambiente</p> <p>5.8 Flujo de calor por convección entre la piel humana y el medio ambiente</p> <p>5.9 Calor corporal</p> <p>5.9.1 Reacciones en el ser humano a diferentes temperaturas corporales</p> <p>5.10 Termorregulación del cuerpo humano</p> <p>5.10.1 Mecanismos internos y externos de pérdidas de calor</p> <p>5.10.2 Mecanismos internos y externos de ganancia de calor</p> <p>5.11 Cambios térmicos en el cuerpo humano según su actividad</p> <p>5.12 Neurociencia: Cambios conductuales en el ser humano por la variación de temperaturas</p>	<p>-Conoce como se transmite la energía en forma de calor entre los seres vivos</p> <p>-Explica cómo funciona térmicamente el cuerpo humano</p> <p>-Explica los cambios térmicos que sufre el cuerpo humano de acuerdo a las actividades que realiza</p> <p>-Conoce los efectos que tiene la variación de las temperaturas en el comportamiento y en la parte psicológica del ser humano</p>	<p>-Interés por la investigación y la experimentación sobre el tema</p> <p>-</p> <p>- Valora los aportes que hasta la actualidad ha realizado la neurociencia y que se pueden aplicar al estudio de la Arquitectura</p>
<p>6. CONFORT TERMICO</p> <p>6.1 Introducción y concepto</p> <p>6.2 Condiciones atmosféricas que afectan al confort humano</p> <p>6.2.1 Temperatura</p> <p>6.2.2 Humedad</p> <p>6.2.3 Movimiento del aire</p> <p>6.2.4 Pureza del aire</p> <p>6.3 Condiciones básicas para el confort térmico</p> <p>6.4 Equilibrio térmico global</p> <p>6.5 Confort térmico local</p> <p>6.6 Balance térmico global</p> <p>6.7 Ecuación de confort</p>	<p>-Explica la gran importancia que tiene el confort térmico para el diseño arquitectónico de los espacios.</p> <p>-Explica cómo se combinan los diferentes factores que intervienen para lograr el confort térmico</p>	<p>-Valora el confort térmico como un conocimiento importante en Arquitectura</p> <p>-Búsqueda de claridad en los conceptos vertidos en clases</p>

<p>6.8 Incomodidad local 6.9 Molestias debidas a corrientes de aire 6.10 Gradiente de temperatura vertical 6.11 Temperatura del suelo 6.12 Asimetría de radiación térmica 6.13 el confort térmico y los materiales de construcción existentes en el mercado salvadoreño</p>	<p>-Aplica la ecuación de confort en situaciones reales de Arquitectura</p> <p>-Explica los problemas causados al no considerar el confort térmico en las edificaciones</p> <p>-Conoce los materiales existentes en el país y sus propiedades térmicas</p>	<p>-Aprecio por la comprensión de la ecuación de confort en lugar de la memorización</p> <p>-Trata de evitar los problemas que se dan al ignorar el confort térmico en la Arquitectura</p>
<p>7. CAMBIO CLIMATICO 7.1 Calentamiento global: Concepto e historia 7.2 Causas del cambio climático global 7.3 Consecuencias del cambio climático 7.4 Relación entre el cambio climático y la Arquitectura 7.5 Recomendaciones para reducir las consecuencias del cambio climático</p>	<p>-Desarrolla criterios adecuados para reducir el cambio climático desde la actividad profesional del Arquitecto</p>	<p>-Valora con seriedad y responsabilidad los efectos que la Arquitectura ejerce en el Cambio Climático global</p>

#### 4. CUARTA UNIDAD

##### a) Título: **ARQUITECTURA Y SISMOLOGIA**

##### b) Capacidades:

- Comprende y explica la importancia de considerar los efectos de los sismos en el diseño y construcción de las edificaciones para la seguridad de la vida de los seres humanos.

##### c) **Justificación:** Históricamente El Salvador es un país donde los sismos son frecuentes periódicamente, ocasionando en las últimas décadas un aumento en la pérdida de vidas humanas, efecto que no se puede desligar del incremento de las presiones demográficas ejercidas por el aumento de la población, principalmente en las áreas urbanas, debido a diversos fenómenos sociales ocurridos en el país.

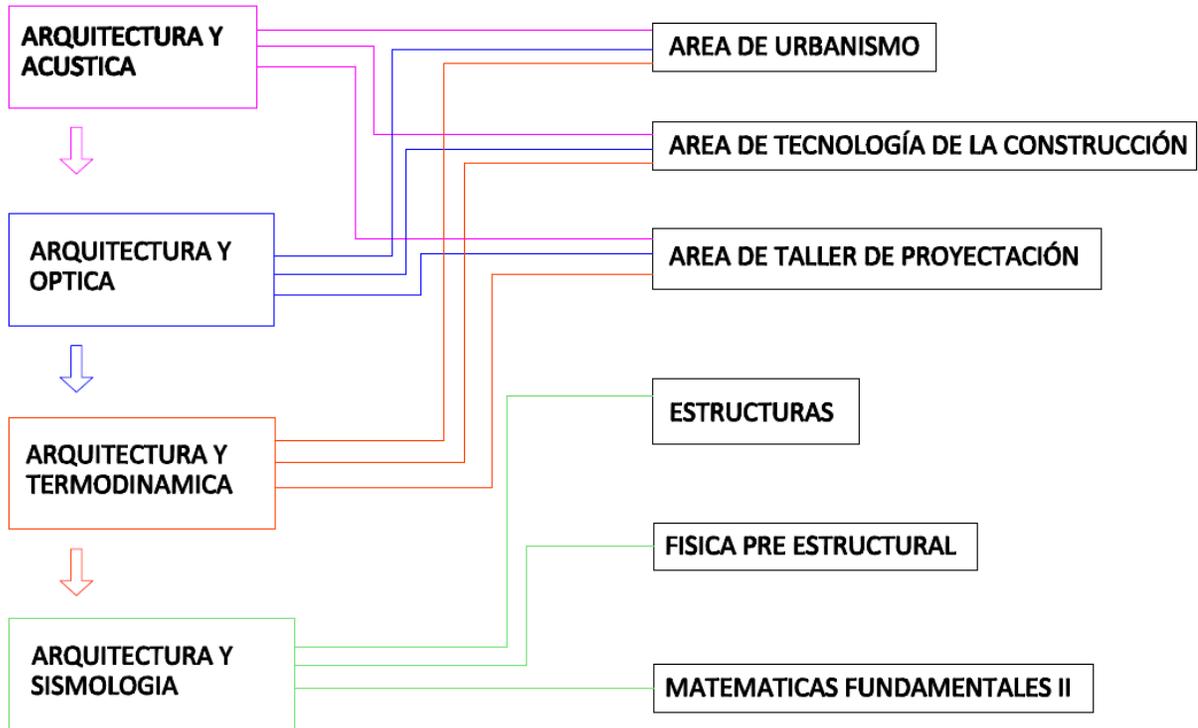
El Arquitecto como estudioso de los espacios en los que el ser humano desarrolla su vida, no debe desconocer los efectos que los sismos causan en la sociedad y específicamente sobre las estructuras de las edificaciones que proyecta, ya que la seguridad estructural es un tema que se debe conocer por humanidad y debe ser tratado como un derecho que tienen las personas de preservar su vida bajo la responsabilidad de los profesionales de la Arquitectura y la Ingeniería Civil.

Por lo tanto, el derecho a la vida plasmado en el Artículo 3 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos (*“Todo individuo tiene derecho a la vida, a la libertad y a la seguridad de su persona”*) justifica la existencia de esta unidad en el plan de estudio de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

d) Conocimientos

CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
1.Principios básicos de sismología 1.1 ¿Qué son los sismos? 1.2 Origen de los sismos 1.3 Las placas tectónicas 1.3.1 Localización de las placas tectónicas 1.4 Clases de terremotos 1.5 Propagación de un sismo 1.6 Medición de los sismos: intensidad y magnitud 1.7 El sismógrafo	-Explica el concepto y origen de los sismos  -Identifica la diferencia entre magnitud e intensidad de un sismo y la sabe aplicar a casos supuestos.	-Cuestiona sobre la utilidad del conocimiento del tema  -Investiga sobre la importancia que tienen los sismos en relación con la Actividad profesional del Arquitecto
2.Los sismos en El Salvador 2.1 Antecedentes históricos 2.2 Riesgo sísmico actual: mapa de zonificación sísmica 2.2.1 Fallas geológicas en el territorio nacional 2.3 Efectos de los sismos en las estructuras de las edificaciones y en la sociedad salvadoreña 2.1 Legislación para la seguridad estructural de las edificaciones en El Salvador	- Identifica las zonas de riesgos sísmicos en el territorio salvadoreño  - Conoce las leyes, normativas y reglamentos que se relacionan con la seguridad estructural de las edificaciones.	-Interés por el conocimiento de los sismos en el territorio nacional  -Comparte con sus compañeros y compañeras sus conocimientos en clases

## V. VINCULOS PRINCIPALES DE LA ASIGNATURA CON EL PLAN DE ESTUDIOS



## VI. SUGERENCIAS EN LA METODOLOGIA

Se debe priorizar la comprensión de los conceptos sobre el cálculo numérico para que este último en el caso que se efectúe, esté dotado de significado. Para la parte expositiva de los conceptos se sugiere la utilización de medios que el docente considere apropiados, que pueden ser desde los más sencillos hasta tecnología de punta. Por otra parte también se busca que los estudiantes vivan situaciones experimentales de manera que el concepto no sea la mera transmisión de la información sino una construcción hecha por ellos mismos.

El enfoque sobre el campo de la Arquitectura nunca se debe abandonar, ya que esto contribuirá a despertar y mantener el interés de los estudiantes para desarrollar las competencias respectivas.

## VII. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDACTICOS

El programa de consultas se hará en base al diseño del programa piloto y este aparte de apoyar al estudiante en sus dudas o consultas, servirá también

para detectar casos especiales, los cuales serán objeto de estudio en el análisis del programa piloto experimental.

### **VIII. SUGERENCIAS DE EVALUACION**

Se iniciará con una evaluación con fines diagnósticos, de tal manera que la coordinación de la cátedra esté monitoreando el perfil que tienen los estudiantes de nuevo ingreso en cuanto al nivel del manejo de la física se refiere, pero esto además servirá como insumo para la documentación en el estudio experimental que se realizará con el programa piloto.

La evaluación formativa por parte del docente estará presente en cada subtema a estudiar, ya que de esta manera se detectarán a tiempo las causas de los errores o confusiones de los estudiantes para ayudarles a superarlas antes de la evaluación parcial, que es donde se adjudicará una calificación.

Las evaluaciones parciales son evaluaciones sumativas que se realizarán al final de cada unidad.

Al terminar el curso se realizará una evaluación final con el objetivo de verificar el nivel de competencias adquiridas, ésta servirá tanto para adjudicar una calificación al estudiante, así como un insumo para la investigación en didáctica, cuyos resultados y conclusiones podrán ser de dominio público para darle seguimiento a la problemática.

### **IX. PROGRAMA DE CONSULTAS**

El programa de consultas se hará en base al diseño del programa piloto y este además de apoyar al estudiante en sus dudas o consultas, servirá también para detectar casos especiales, que serán objeto de estudio en el análisis del programa piloto experimental.

### **X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Las referencias consideradas se dividirán en básicas y complementarias, siendo las primeras de las que ningún estudiante debiese prescindir y las segundas dirigidas a los estudiantes que requieran una mayor profundización en el tema.

Se sugiere que cuando las referencias se tomen de medios impresos, se tenga en cuenta que los estudiantes puedan tener acceso dentro de las bibliotecas del territorio nacional y que cuando se recomienden sitios web se verifique la calidad de lo publicado por la coordinación de la cátedra.



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA**

**6.7 PROPUESTA CURRICULAR PARA MATEMATICAS  
FUNDAMENTALES II**

**I. GENERALIDADES**

NOMBRE DE LA ASIGNATURA	:	MATEMATICAS FUNDAMENTALES II
AÑO ACADÉMICO	:	
CICLO	:	II
PRE-REQUISITO	:	Matemáticas Fundamentales I y Física Básica
UNIDADES VALORATIVAS	:	
DURACIÓN	:	16 Semanas
HORAS/SEMANA	:	
COORDINADOR DE CATEDRA	:	
COORDINADOR DE EVALUACIONES	:	
DOCENTES	:	

**II. DESCRIPCIÓN SINTÉTICA DEL CURSO**

La asignatura de Matemáticas Fundamentales II, contribuye en la formación geométrica espacial del estudiante de la carrera de Arquitectura no solo de forma intuitiva sino también analítica, aprovechando los beneficios que tiene también esa forma de estudiar la geometría.

Por otra parte se busca que el estudiante desarrolle los conceptos a través de construcciones de modelos tangibles realizados por él mismo, en base a los conocimientos y habilidades que se vayan adquiriendo.

El curso se encuentra estructurado en tres unidades: la primera dedicada la geometría analítica plana, donde se estudia principalmente las secciones cónicas con métodos algebraicos; la segunda destinada al estudio de la Geometría espacial, donde no solo se consideran los poliedros sino las

superficies regladas y doblemente regladas, de tal manera que el estudiante esté dotado de mayores recursos para la Proyección arquitectónica y la tercera unidad trata sobre la Geometría Estructural, la cual se considera como una unidad experimental tanto en la temática como en su didáctica y que busca integrar la geometría no solo como forma sino también como parte esencial en el proceso de diseño arquitectónico, donde la configuración geométrica estructural del edificio inicia antes de la participación del Ingeniero Estructuralista.

### III. COMPETENCIA GENERAL

Comprende y aplica la geometría analítica, espacial y estructural en la configuración volumétrica de posibles edificaciones.

### IV. DESCRIPCIÓN DEL CURSO POR UNIDADES

#### 1. PRIMERA UNIDAD

a) Título: **ARQUITECTURA Y GEOMETRIA ANALITICA PLANA**

b) Capacidades:

-Realiza aplicaciones de la geometría analítica plana en problemas sencillos de la Arquitectura.

-Maneja el conocimiento de las secciones cónicas, como introducción para el estudio de las superficies regladas y cuádricas.

c) **Justificación:** Si bien se ha desarrollado en la asignatura de Matemáticas Fundamentales I, una formación geométrica mas intuitiva que analítica, no es porque no se considere importante la segunda, sino porque es necesario retroalimentar en los estudiantes el conocimiento y las habilidades previas en Aritmética, Geometría plana, Álgebra y Trigonometría, (según el diagnóstico la mayoría de estudiantes ingresan deficientes) necesarias para el estudio de la Geometría Analítica con fines de su aplicación en Arquitectura, ya que por una parte se consideran sus aplicaciones directas y por otra parte la base fundamental para el estudio de las superficies regladas y cuádricas como formas constructivas tridimensionales. Este eslabón es la principal razón que se considera justificación para la existencia de la presente unidad en el plan de

estudios de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

d) Conocimientos

CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
<p>1. Geometría Analítica: concepto</p> <p>1.1 Introducción</p> <p>1.2 ¿Para qué sirve la geometría analítica plana en Arquitectura?</p>	<p>Comprende el lugar que tiene la geometría analítica dentro del campo de las geometrías y sus aplicaciones en Arquitectura.</p>	<p>Investiga sobre el tema para ampliar su perspectiva</p>
<p>2. NOCIONES BASICAS</p> <p>2.1 Sistema de coordenadas rectangulares o cartesianas</p> <p>2.2 Coordenadas cartesianas de un punto</p> <p>2.3 Distancia entre dos puntos</p> <p>2.4 Área de un triángulo</p> <p>2.5 División de un segmento de recta en partes proporcionales</p>	<p>Conoce las nociones básicas de la geometría analítica y las aplica a la resolución de problemas geométricos sencillos.</p>	<p>-Valora la importancia del aprendizaje de la geometría analítica plana en el estudio de la Arquitectura</p> <p>-Cuestiona sobre la utilidad de lo que aprende</p>
<p>2. LA LINEA RECTA</p> <p>2.1 Ecuación de la recta</p> <p>2.1.1 Pendiente de una recta (significado de la constante <math>m</math>)</p> <p>2.2 Trazado de una línea recta</p> <p>2.3 Intersección de rectas</p> <p>2.4 Angulo entre dos rectas</p> <p>2.5 Ecuación de la recta que pasa por un punto dado</p> <p>2.6 Ecuación de la recta que pasa por dos puntos dados</p> <p>2.7 Ecuación para la distancia de un punto a una línea recta</p> <p>2.8 Ecuación simétrica o primera forma normal de la ecuación de la recta</p> <p>2.9 Segunda forma normal de la ecuación de la recta o ecuación de Hess</p> <p>2.10 Problemas de la línea recta</p>	<p>- Resuelve problemas de líneas rectas a través de métodos de la geometría analítica</p>	<p>-Cooperan con sus compañeros y compañeras para la comprensión de los conceptos</p> <p>-Perseverancia en la solución de problemas de líneas rectas a través de la Geometría Analítica</p> <p>-Cuestiona sobre la utilidad de lo que aprende</p>

considerada como lugar geométrico		
3. TRANSLACION PARALELA DE LOS EJES 3.1 Ecuaciones de traslación	-Comprende las ventajas de la translación paralela de ejes para simplificar las ecuaciones	-Desarrolla criterios de conveniencia para el tratamiento de ecuaciones
4. LA CIRCUNFERENCIA 4.1 Definición y elementos 4.2 Ecuación común de la Circunferencia 4.3 Ecuación general de la circunferencia 4.3.1 Análisis de la ecuación	-Comprende y aplica las ecuaciones de la circunferencia en problemas que conviene resolver a través de la geometría analítica	-Busca exactitud en los cálculos de los resultados -Interés por la comprensión de las ecuaciones
5. LA PARÁBOLA 5.1 Definición y elementos 5.2 Ecuación de la parábola horizontal con vértice en el origen 5.2.1 Análisis de la ecuación 5.3 Ecuación de la parábola vertical con vértice en el origen 5.4 Ecuación de la parábola horizontal con vértice fuera del origen 5.5 Ecuación de la parábola vertical con vértice fuera del origen 5.6 Forma general de las ecuaciones de la parábola horizontal y vertical con vértice fuera del origen 5.7 Posición general de la parábola y su ecuación	-Comprende las ecuaciones de la parábola en sus distintas posiciones  -Construye de forma analítica una parábola  -Resuelve problemas sencillos de la Arquitectura empleando el conocimiento de la parábola en geometría analítica	-Interés por el conocimiento de la parábola en geometría analítica y sus implicaciones en la Arquitectura  -Inquietud por la comprensión de las ecuaciones de la parábola  -Cuestiona sobre la utilidad de lo que aprende
6. LA ELIPSE 6.1 Definición y elementos 6.2 Ecuación de la elipse horizontal con centro en el origen 6.2.1 Análisis de la ecuación 6.3 Lado Recto 6.4 Excentricidad de la elipse 6.5 Ecuación de la elipse vertical con centro en el origen 6.6 Ecuación de la elipse	-Comprende las ecuaciones de la elipse en sus distintas posiciones  -Construye de forma analítica una elipse	-Interés por el conocimiento de la elipse en geometría analítica y sus implicaciones en la Arquitectura  -Inquietud por la

<p>horizontal con centro fuera del origen  6.7 Ecuación de la elipse vertical con centro fuera del origen  6.8 Forma general de las ecuaciones de las elipses horizontal y vertical fuera del origen  6.9 Posición general de la elipse y su ecuación</p>	<p>-Resuelve problemas sencillos de la Arquitectura empleando el conocimiento de la elipse en geometría analítica</p>	<p>comprensión de las ecuaciones de la elipse   -Cuestiona sobre la utilidad de lo que aprende</p>
<p>7. LA HIPERBOLA  7.1 Definición y elementos  7.2 Ecuación de la hipérbola horizontal con centro en el origen  7.2.1 Análisis de la ecuación  7.3 Asíntotas de la hipérbola  7.4 Ecuación de la hipérbola vertical con centro en el origen  7.5 Hipérbolas conjugadas equiláteras o rectangulares con centro en el origen  7.6 Ecuación de la hipérbola horizontal con centro fuera del origen  7.7 Ecuación de la hipérbola vertical con centro fuera del origen  7.8 Forma general de la ecuación de la hipérbola horizontal y vertical con centro fuera del origen  7.9 Ecuaciones de la hipérbola equilátera referida a sus propias asíntotas  7.10 Posición general de la hipérbola y su ecuación</p>	<p>-Comprende las ecuaciones de la hipérbola en sus distintas posiciones   -Constuye de forma analítica una hipérbola   -Resuelve problemas sencillos de la Arquitectura empleando el conocimiento de la hipérbola en geometría analítica</p>	<p>-Interés por el conocimiento de la hipérbola en geometría analítica y sus implicaciones en la Arquitectura   -Inquietud por la comprensión de las ecuaciones de la hipérbola   -Cuestiona sobre la utilidad de lo que aprende</p>
<p>8. ECUACIÓN GENERAL DE SEGUNDO GRADO  8.1 Definición de cónica y cono de revolución  8.2 Determinación de las cónicas por medio de sus coeficientes</p>	<p>Identifica las cónicas a través de los coeficientes de su ecuación</p>	<p>-Valora los procesos simplificados de identificar las cónicas a través de sus ecuaciones</p>

9. GIRO DE LOS EJES 9.1 concepto 9.2 Ecuaciones de giro	Simplifica las ecuaciones mediante un giro de ejes	-Valora la conveniencia de la simplificación de las ecuaciones
10. ECUACIONES PARAMÉTRICAS (EP) 10.1 Concepto 10.2 EP de la Elipse 10.3 EP la Circunferencia 10.4 EP de la Parábola 10.5 EP de la hipérbola 10.6 Trazado de una curva dadas sus ecuaciones paramétricas	Representa analíticamente una curva utilizando sus dos ecuaciones paramétricas	-Interés por la comprensión de las ecuaciones paramétricas de las cónicas
11. COORDENADAS POLARES 11.1 Concepto 11.2 Coordenadas polares de un punto 11.3 Coordenadas polares generalizadas 11.3.1 Relación entre coordenadas polares y rectangulares de un punto 11.4 Cambio de sistema de coordenadas cartesianas a polares y viceversa 11.5 Trazado de una curva dada su ecuación polar 11.6 Ecuación de las curvas de segundo grado en coordenadas polares	-Traduce de coordenadas cartesianas a coordenadas polares  -Resuelve problemas sencillos de la Arquitectura utilizando el conocimiento de las coordenadas polares	-Interés por la investigación sobre el tema  -Cuestiona sobre la utilidad de lo que aprende

## 2. SEGUNDA UNIDAD

### a) Título: **ARQUITECTURA Y GEOMETRIA ESPACIAL**

#### b) Capacidades:

-Comprende la constitución de los cuerpos y superficies constructivas utilizadas en Arquitectura.

-Construye modelos de los cuerpos, superficies regladas y cuádricas y analiza sus propiedades.

#### c) **Justificación:** El nivel general de desarrollo matemático que se tiene en El Salvador y que se evidencia en el desarrollo histórico de las matemáticas en el país, hace que todavía para muchas personas sea extraño hablar de la matemática como un conocimiento imprescindible y de aplicaciones directas en Arquitectura, ya que

muchas veces se cree que enseñar y aprender matemáticas solo es cuestión de hacer cálculos con resultados completamente abstractos y que en el mejor de los casos cuando las matemáticas se toman en cuenta en Arquitectura parece que esta aplicación se reduce sólo al cálculo de operaciones de suma, resta multiplicación y división; pero de ninguna forma al diseño del objeto arquitectónico mismo.

En El Salvador todavía se piensa mucho con respecto a la creación artística, que el Arquitecto debe de apartar de su mesa de trabajo las matemáticas y dejar volar la imaginación en la búsqueda de la forma deseada. Lo que quizás resulta un tanto poco familiar es que las matemáticas también pueden ayudar, y de hecho lo hacen, si no en el mismo momento de la creación artística, sí en el inmediatamente posterior, ya que toda creación arquitectónica es geometría.

Cabe destacar que en esta unidad cuando se habla de Geometría Espacial, no solo se hace referencia a la geometría clásica, la cual es masivamente difundida en el país; sino también a otra geometría que pudiesen aportar más riqueza para el diseño en Arquitectura, es decir las superficies regladas y cuádricas.

Con el uso de las superficies antes mencionadas (hiperboloides, paraboloides, helicoides y conoides, etc.), además de poder crear una Arquitectura rica con un inmenso abanico de posibilidades y una plástica característica y expresiva, gracias a su doble curvatura se consigue una eficacia estructural nada despreciable, ya que precisamente la doble curvatura, a menudo inversa, proporciona una elevada rigidez y una gran capacidad de transmisión de las acciones mecánicas hacia los bordes o los puntos de apoyo.

En ese sentido, la sismicidad histórica de El Salvador, no se considera motivo, razón o justificación para el desconocimiento de estas superficies tanto desde el punto de vista arquitectónico como desde la parte estructural y constructiva.

#### d) Conocimientos

CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
1. Introducción 1.1 Concepto 1.2 Elementos básicos del espacio tridimensional 1.3 ¿Para qué sirve la geometría del espacio en la Arquitectura?	-Comprende la importancia del conocimiento de la geometría espacial para el quehacer del Arquitecto	-Interés por el conocimiento de la geometría espacial
2.POLIEDROS 2.1 Concepto y elementos 2.2 Poliedros regulares convexos (sólidos platónicos) 2.2.1 Tetraedro 2.2.2 Hexaedro o cubo 2.2.3 Octaedro 2.2.4 Dodecaedro 2.2.5 Icosaedro 2.2.6 Área y volumen de sólidos platónicos 2.3 Prismas 2.3.1 Concepto y elementos 2.3.2 Prismas regulares 2.3.3 Prismas irregulares 2.3.4 Prismas rectos 2.3.5 Prismas oblicuos 2.3.6 Paralelepípedos 2.3.7 Área y volumen de prismas 2.4 Pirámides 2.4.1 Concepto y elementos 2.4.2 Pirámide regular 2.4.3 Pirámide irregular 2.4.4 Pirámide convexa 2.4.5 Pirámide cóncava 2.4.6 Pirámide recta 2.4.7 Pirámide oblicua 2.4.8 Tronco de pirámide 2.4.9 Área y volumen de una pirámide	-Comprende la constitución geométrica de los poliedros y analiza sus elementos  -Realiza construcciones de modelos tangibles a escala y verifica sus propiedades a través de la experimentación  -Calcula el área y volumen de poliedros	-Investiga sobre los poliedros, sus características y clasificaciones  -Comparte experiencias con sus compañeros y compañeras en el aula de clases  -Cuestiona sobre la utilidad de los poliedros en Arquitectura  -Búsqueda de la mayor veracidad en el cálculo de áreas y volúmenes
3.CUERPOS DE REVOLUCIÓN BÁSICOS 3.1 Concepto general 3.2 Cilindro	-Comprende la constitución geométrica de los cuerpos	-Investiga sobre los

<p>3.2.1 Concepto y Elementos  3.2.2 Desarrollo de un cilindro recto  3.2.3 Cilindro oblicuo  3.2.2 Área y volumen del cilindro  3.3 Cono  3.3.1 Concepto y Elementos  3.3.2 Desarrollo del cono  Tronco de cono  Desarrollo de tronco de cono  3.3.2 Área y volumen del cono  3.4 Esfera  3.4.1 Concepto y Elementos 3.4.1  Área y volumen de la esfera</p>	<p>de revolución básicos y analiza sus elementos</p> <p>-Realiza construcciones de modelos tangibles a escala y verifica sus propiedades a través de la experimentación.</p> <p>-Calcula el área y volumen de los cuerpos de revolución básicos</p>	<p>cuerpos de revolución, sus características y clasificaciones</p> <p>-Comparte experiencias con sus compañeros y compañeras en el aula de clases</p> <p>-Cuestiona sobre la utilidad de los cuerpos de revolución en Arquitectura</p>
<p>4. SUPERFICIES REGLADAS  4.1 Concepto y elementos  4.2 El Plano  4.3 Superficies de curvatura simple  4.3.1 Superficie cilíndrica de revolución  4.3.2 Superficie cilíndrica de no revolución  4.3.3 Superficie cónica de revolución  4.3.4 Superficie cónica de no revolución  4.4 Superficies alabeadas  4.4.1 Cilindroide  4.4.2 Conoide  4.4.3 Superficie doblemente reglada  4.4.3.1 Paraboloide hiperbólico  4.4.3.2 Hiperboloide de revolución</p>	<p>-Comprende la constitución geométrica de las superficies regladas y analiza sus elementos</p> <p>-Realiza construcciones de modelos tangibles a escala y verifica sus propiedades a través de la experimentación.</p>	<p>-Investiga sobre los cuerpos de revolución, sus características y clasificaciones</p> <p>-Comparte experiencias con sus compañeros y compañeras en el aula de clases</p> <p>-Cuestiona sobre la utilidad de las superficies regladas en Arquitectura</p>
<p>5. SUPERFICIES DE CURVATURA DOBLE: SUPERFICIES CUÁDRICAS  5.1 Concepto  5.2 Ecuación general  5.3 Identificación de las ecuaciones de una superficie cuadrática</p>	<p>-Comprende la constitución geométrica de las superficies cuádricas y</p>	<p>-Investiga sobre las superficies cuádricas, sus características y clasificaciones</p>

5.4 Paraboloides	analiza sus elementos	-Comparte experiencias con sus compañeros y compañeras en el aula de clases
5.4.1 Paraboloide elíptico		
5.4.2 Paraboloide circular o de revolución	-Realiza construcciones de modelos tangibles a escala y verifica sus propiedades a través de la experimentación.	
5.4.3 Paraboloide hiperbólico		
5.5 Elipsoides		-Cuestiona sobre la utilidad de las superficies cuádricas en Arquitectura
5.6 Hiperboloides		
5.6.1 Hiperboloide de una hoja		
5.6.2 Hiperboloide dos hojas		

### 3. TERCERA UNIDAD

#### a) Título: **ARQUITECTURA Y GEOMETRIA ESTRUCTURAL**

#### b) Capacidades:

-Comprende la importancia de la configuración geométrica de las edificaciones durante la concepción arquitectónica y su influencia en el comportamiento estructural.

#### c) **Justificación:** A lo largo de la historia la mayor parte de los estilos arquitectónicos han surgido en regiones sísmicas. Muchas edificaciones antiguas han sobrevivido a grandes terremotos gracias a su configuración, pues han sido diseñadas antes del surgimiento de los principios que actualmente rigen el diseño sismorresistente.

De la seguridad sísmica de las construcciones no se puede responsabilizar sólo al ingeniero aunque el sistema legal salvadoreño así lo determine, siendo esto un efecto histórico consecuencia de la aparición de los politécnicos a mediados del siglo XIX, donde se originó una ruptura entre éstos y las escuelas de bellas artes, dándose una crisis en la concepción de la arquitectura. Crisis en la que se sigue inmerso, a pesar de las oportunidades que para recuperar el orden y la relación entre las partes y el esqueleto portante ofrezcan las técnicas constructivas actuales, que en muchas ocasiones no son consideradas durante el proceso de diseño.

Hasta fines del siglo XIX, el problema de la relación entre las técnicas constructivas y la conformación del edificio constituían un todo, mientras que en el siglo XX y el presente siglo, el diferente desarrollo de sus procesos metodológicos ha ocasionado una separación entre la función estructural y el resultado formal.

En la actualidad es común que la estructura sea vista como una herramienta independiente que permite la realización del proceso constructivo, lo que ocasiona que comience a diferenciarse de la forma. Estos aspectos influyen a que en la actualidad exista una escasa motivación por parte del Arquitecto en este tema.

A partir de esta ruptura entre forma y estructura, hay pocos arquitectos que hayan plasmado sinceramente en su plástica arquitectónica la mecánica estructural de sus elementos.

Reunir nuevamente la estética con la tecnología en el diseño Arquitectónico y abolir así una separación que nunca debió existir, es razón de existencia para esta unidad de estudios.

El Arquitecto influye en el comportamiento sísmico del edificio, ya que es durante el proceso de diseño arquitectónico, donde junto a lo funcional y lo estético define la configuración geométrica estructural, la cual se refiere al tamaño y forma del edificio, esta implica la naturaleza, el tamaño y la situación tanto de los elementos estructurales como los no estructurales que puedan influir en el comportamiento sismorresistente.

La configuración y los elementos formales que crean la estructura se originan en el programa arquitectónico. Pero existen otras determinantes de configuración a tenerse en cuenta como la geometría, geología, clima del lugar, requisitos de diseño urbano y aspectos arquitectónicos de estilo. La configuración en definitiva, es el resultado de un proceso de decisión que considera éstas variables.

Al definir la configuración del edificio el Arquitecto está determinando los posibles sistemas resistentes que se pueden usar, así como el tamaño y modulación estructural.

Muchos daños graves o colapso de las construcciones se deben a fallas de configuración, realizadas por el Arquitecto.

No se quiere decir con esto que la configuración es lo único a tener en cuenta, y que las técnicas del cálculo y diseño constructivo de la ingeniería no son determinantes, sino que ambas contribuyen en la seguridad y eficiencia del edificio. Las primeras ideas del diseñador sobre la configuración son muy importantes, ya que en una etapa muy conceptual y tal vez antes de que se discutan los aspectos de ingeniería, el Arquitecto está tomando decisiones que van a tener

gran importancia en las etapas posteriores del proyecto. Hay que tomar en cuenta que el sismo ataca al edificio en su conjunto y no distingue entre aquellos elementos proyectados por el Arquitecto y aquellos calculados por el ingeniero.

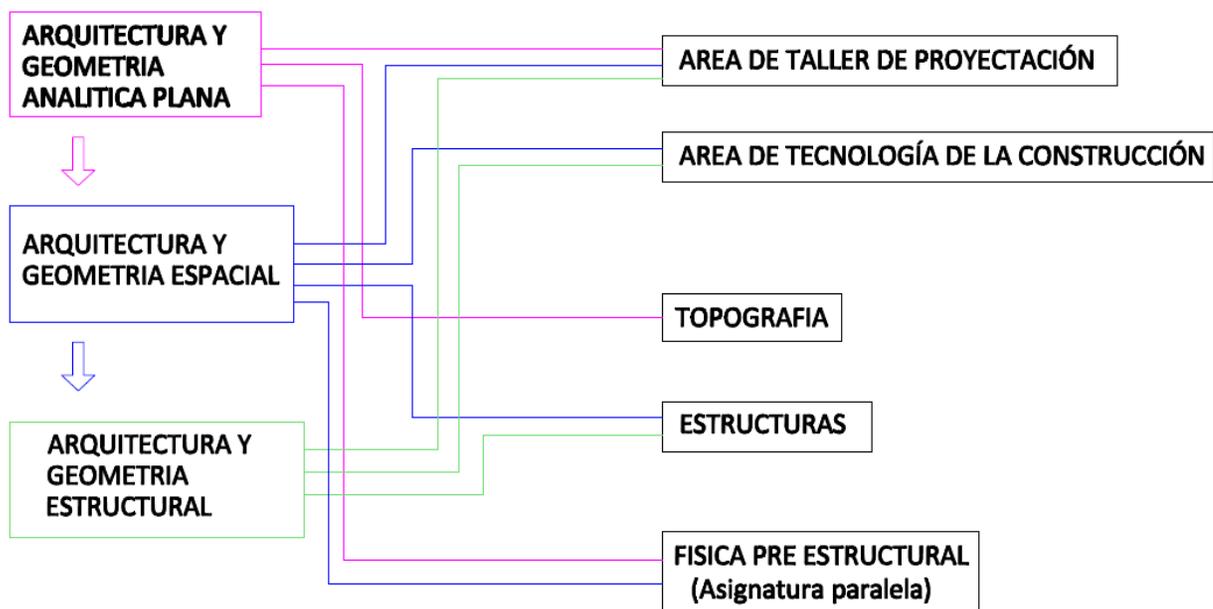
Está comprobado desde hace tiempo que la configuración y la sencillez del sistema estructural sismorresistente son más importantes que las fuerzas equivalentes de cálculo. Si originalmente la configuración es mal concebida, todo lo que el ingeniero puede hacer es solo mejorar una solución básicamente deficiente lo mejor posible, en cambio si se empieza con una configuración adecuada, un cálculo menos ajustado no afectaría demasiado el comportamiento final.

d) Conocimientos

CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
<p>1.Introducción            1.1 Geometría Estructural: Concepto            1.2 ¿Para qué sirve la Geometría Estructural en Arquitectura?</p>	<p>-Comprende la importancia del conocimiento experimental de la geometría de las estructuras para iniciarse en los procesos de diseño arquitectónico</p>	<p>-Desarrolla interés por la configuración geométrica de las edificaciones</p>
<p>2. ETAPAS GENERALES DEL DISEÑO ESTRUCTURAL            2.1 La configuración geométrica estructural desde la concepción arquitectónica            2.2 Cálculo estructural de elementos en ingeniería</p>	<p>-Comprende las etapas del diseño estructural y su integración en el diseño de un proyecto completo, desde la concepción arquitectónica hasta la materialización de la obra</p>	<p>-Investiga sobre las relación de la Arquitectura con la Ingeniería Estructural</p>
<p>3. DISEÑO SISMORRESISTENTE            3.1 Criterios de diseño sismorresistente            3.1 Configuración</p>	<p>-Aplica los criterios de diseño sismorresistente en la configuración geométrica estructural de las edificaciones</p>	<p>-Investiga sobre el diseño sismorresistente y sus implicaciones en</p>

sismorresistente de edificaciones 3.2 Construcción de modelos didácticos cualitativos	-Construye modelos didácticos cualitativos para estudiar los efectos de las fuerzas experimentalmente	Arquitectura
4. EXPERIMENTACIÓN 4.1 Estudio de la configuración en elevación 4.2 Proporción y simetría 4.3 Efectos torsionales provocados por la asimetría de rigideces 4.4 Variaciones de resistencia y rigideces perimetrales 4.5 Influencia de la posición del núcleo de circulaciones verticales 4.6 Discontinuidad de resistencia y rigidez en elevación 4.7 Incidencia de la distribución de masas	-Construye por si mismo su concepto de resistencia y rigideces  -Identifica experimentalmente los efectos de las fuerzas sobre las estructuras en Arquitectura  -Comprende la importancia de la configuración geométrica estructural en el estudio de la Arquitectura	-Interés por la experimentación de los efectos de las fuerzas en la configuración geométrica de las estructuras

## V. VINCULOS PRINCIPALES DE LA ASIGNATURA CON EL PLAN DE ESTUDIOS



## **VI. SUGERENCIAS EN LA METODOLOGIA**

Para la parte expositiva se sugiere utilizar medios que el docente considere apropiados para la comprensión de los conceptos y estos pueden ser desde los medios más sencillos hasta tecnología de punta, el fin es despertar el interés de los estudiantes, de tal manera que se trabaje con motivaciones intrínsecas dentro de un contexto significativo, donde el rol del docente consiste en orientar a los alumnos en el aprendizaje de la Arquitectura mediante las matemáticas; esto le permitirá compartir sus experiencias profesionales en el área, de tal manera que los estudiantes establezcan una relación clara en cuanto a la utilidad del conocimiento matemático para su carrera.

En este sentido, teoría y práctica se fusionan en la misma clase para verificar la comprensión y aplicación de los conceptos.

Por otra parte, se pretende que el estudiante construya su propio conocimiento a través de la experimentación con modelos didácticos cualitativos desarrollados por él mismo. Con este método experimental se busca que el estudiante establezca la diferencia entre conocer, aprender a pensar y saber usar lo aprendido.

Por razones didácticas se sugiere que el grupo de estudio no sobrepase los 25 estudiantes, esto no quiere decir que se ignora la realidad actual donde en el primer ciclo las aulas sobrepasan a los 100 estudiantes por docente, sino que se trata de generar las condiciones óptimas para la investigación en didáctica, con el fin de presentar una propuesta final con fundamentos teóricos y experimentales.

## **VII. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDACTICOS**

Los que el docente considere pertinentes para que los estudiantes comprendan los conceptos principales de la asignatura. Puede ser desde elementos sencillos, hasta tecnología de punta, considerando las posibilidades económicas de la Universidad de El Salvador.

Hay que tener en cuenta que se debe priorizar el material didáctico que ayude a generar el razonamiento visual y de igual manera se debe dar mayor relevancia al material audiovisual que pueda aportar experiencias que otras personas hayan vivido fuera del aula, con esto se busca enriquecer las propias experiencias que puedan vivir los estudiantes en su vida cotidiana y en su respectiva cátedra.

### **VIII. SUGERENCIA PARA EVALUACIONES**

Debido a que la asignatura de Matemáticas Fundamentales II, es secuencia con la asignatura de Matemáticas Fundamentales I, se tomará como evaluación diagnóstica, la evaluación final de ésta última asignatura mencionada, esto debido a que se trata de la implementación de un programa piloto experimental donde los estudiantes serán objeto de estudio por parte de los docentes, utilizando los métodos o modelos estadísticos que se consideren convenientes dentro del diseño del programa piloto.

La evaluación formativa por parte del docente estará presente en cada subtema a estudiar, ya que de esta manera se detectarán a tiempo las causas de los errores o confusiones de los estudiantes para ayudarles a superarlas antes de la evaluación parcial, que es donde se adjudicará una calificación.

Las evaluaciones parciales son evaluaciones sumativas que se realizarán al final de cada unidad y estas no solo servirán para adjudicar calificaciones a los estudiantes sino también como insumo para que el coordinador de evaluaciones realice un constante estudio estadístico con fines investigativos para mejorar el proceso didáctico de la asignatura.

Al terminar el curso se realizará una evaluación final con el objetivo de verificar el nivel de competencias adquiridas, la cual servirá tanto para adjudicar una calificación al estudiante, así como un insumo para la investigación en didáctica, cuyos resultados y conclusiones podrán ser de dominio público para darle seguimiento a la problemática.

## **IX. PROGRAMA DE CONSULTAS**

El programa de consultas se hará en base al diseño del programa piloto y este aparte de apoyar al estudiante en sus dudas o consultas, servirá también para detectar casos especiales, los cuales serán objeto de estudio en el análisis del programa piloto experimental.

## **X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Se sugiere que las referencias consideradas en el diseño del programa piloto se dividan en básicas y complementarias, siendo las primeras de las que ningún estudiante debiese prescindir y las segundas dirigidas a los estudiantes que requieran una mayor profundización en el tema.

Hay que considerar que cuando las referencias se tomen de medios impresos, se tenga en cuenta que los estudiantes puedan tener acceso dentro de las bibliotecas del territorio nacional y que cuando se recomienden sitios web se verifique la calidad de lo publicado por la coordinación de la cátedra.



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA**

**6.8 PROPUESTA CURRICULAR PARA FISICA  
PRE ESTRUCTURAL**

**I. GENERALIDADES**

NOMBRE DE LA ASIGNATURA	: FISICA PRE ESTRUCTURAL
AÑO ACADÉMICO	:
CICLO	: II
PRE-REQUISITO	: Física Básica y Matemáticas Fundamentales I
UNIDADES VALORATIVAS	:
DURACIÓN	: 16 Semanas
HORAS/SEMANA	:
COORDINADOR DE CATEDRA	:
COORDINADOR DE EVALUACIONES	:
DOCENTES	:

**II. DESCRIPCIÓN SINTÉTICA DEL CURSO**

La asignatura de Física Pre estructural, inicia al estudiante de Arquitectura en el área de las Estructuras para Arquitectura. Debido a la naturaleza de la Arquitectura se ha considerado pertinente se incluya el estudio de la Estática Gráfica, principalmente porque a través de la geometría se le facilita la comprensión de los conceptos, pero esto no quiere decir que se excluyen los métodos analíticos, sino que predominan los métodos geométricos sobre los analíticos.

El curso está constituido en su totalidad por subtemas de la Estática Gráfica en sus cuatro unidades, que van desde el estudio de las fuerzas, pasando por los momentos de fuerzas, centros de gravedad y finalizando con el análisis de las condiciones básicas de equilibrio aplicada a los elementos estructurales de las edificaciones proyectadas.

### III. JUSTIFICACION

La manifestación de las fuerzas sísmicas, promueven el desequilibrio en el estado de reposo de las estructuras de la Arquitectura, siendo sus consecuencias desastrosas en muchos casos conocidos por el mundo actual.

Con la producción de fuerzas aplicadas pueden lograrse estados deseados en el comportamiento de las estructuras de las edificaciones ante los eventos sísmicos, cuyos efectos vienen ocasionando problemas a las sociedades y a la vida misma del ser humano desde tiempos desconocidos.

Por otra parte, si bien es cierto que en El Salvador el Cálculo Estructural es una tarea que desde el sistema legal, se le mantiene muy limitada todavía al Arquitecto, esto no debe justificar su desconocimiento, ya que en todo caso las fuerzas sísmicas no distinguen entre las profesiones, llegando a constituirse como un conocimiento que no está demás, para los profesionales del área del diseño y la construcción de edificaciones, cuyo fin fundamental es proteger y mejorar la vida de los seres humanos.

La Estática, es la rama de la Física que estudia las fuerzas en los sistemas físicos en equilibrio estático, cuyo estudio se puede realizar de manera analítica y de manera gráfica o de manera combinada, siendo ésta última la que acorde a la naturaleza de la carrera de Arquitectura y debido a la predominancia de la comunicación a través de gráficos, pudiese llegar a ser más adecuada para la comprensión de los conceptos por parte de los estudiantes, cuyo razonamiento visual, se encuentra más desarrollado que el analítico (hablando en términos matemáticos). Por tal razón, se propone iniciar a los estudiantes de la carrera de Arquitectura en el conocimiento del Cálculo Estructural, a través de la Estática Gráfica, una rama de la Estática que estudia y analiza los elementos y la forma de acción de las fuerzas separadamente o en conjunto, para establecer sus posibles efectos y obtener las condiciones de su equilibrio, empleando métodos geométricos combinados con valores numéricos simples o agrupados en fórmulas.

En este sentido el trazado es básico y fundamental, siendo complementaria la aplicación analítica de la matemática, ya que lo que se busca en primera

instancia es la comprensión de los conceptos más que la parte matemática puramente operativa.

El conocimiento del Cálculo Estructural es básico no solo por la seguridad estructural de las edificaciones sino también por su economía, ya que no hay razón ni es conveniente colocar piezas excesivas, pretendiendo seguridad si con ello se encarece mas la obra.

#### IV. COMPETENCIA

Comprende la importancia de la seguridad estructural de las edificaciones, así como también analiza y aplica los conceptos básicos de estática para lograr el equilibrio estable de cuerpos rígidos.

#### V. DESCRIPCIÓN DEL CURSO POR UNIDADES

##### 1. PRIMERA UNIDAD

a) Título: **ESTATICA GRAFICA: FUERZAS**

b) Conocimientos

CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
1. Introducción 1.1 La mecánica clásica y sus ramas 1.2 La Estática Gráfica 1.3 ¿Para qué sirve la Estática Gráfica en Arquitectura?	-Comprende y explica la utilidad y la conveniencia de iniciarse en el estudio de las Estructuras a través de la Estática Gráfica	-interés en la Investigación sobre el tema
2. FUERZAS COPLANARES 2. Magnitudes físicas escalares y vectoriales 2.1 Fuerzas: concepto y Unidades de medida 2.2 Clasificación de las fuerzas 2.3 Características de una fuerza: punto de aplicación, dirección, sentido e intensidad 2.4 Representación gráfica de las fuerzas: vectores	-Identifica las magnitudes escalares y vectoriales que se aplican en el Estudio de las Estructuras de la Arquitectura  -Reconoce las fuerzas que actúan en las Estructuras de la Arquitectura  -Comprende y explica el concepto de fuerza, su	-Participa en las actividades desarrolladas en clases y comparte sus experiencias con los compañeros y compañeras

<p>2.4.1 Propiedades de los vectores. Notación</p> <p>2.4.3 Escalas de fuerza</p> <p>2.4.3 Operaciones con vectores</p> <p>2.5 Clasificación de las fuerzas según su recta de acción</p> <p>2.6 Representación gráfica de las fuerzas en los sistemas de ejes coordenados</p> <p>2.7 Medición de las fuerzas</p> <p>2.8 Fuerzas internas y externas</p> <p>2.9 Efectos de las fuerzas en las estructuras de la Arquitectura: desplazamientos y deformaciones</p> <p>2.10 Fuerza resultante y equilibrante: conceptos</p>	<p>representación gráfica y sus unidades de medida</p> <p>-Realiza operaciones básicas con vectores</p> <p>-Reconoce y explica la clasificación de las fuerzas por su recta de acción</p> <p>-Representa las fuerzas en sistemas coordenados utilizando las funciones trigonométricas y aplicando el Teorema de Pitágoras</p> <p>-Comprende y explica los conceptos de fuerza resultante y equilibrante</p>	<p>-Búsqueda de veracidad en operaciones con vectores</p> <p>-Interés por la comprensión de los conceptos</p>
<p>3. SISTEMAS DE FUERZA COPLANARES</p> <p>3.1 Sistemas de fuerzas: clasificación y conceptos</p> <p>3.2 Principios de la Estática Gráfica</p> <p>3.3 Composición y descomposición de fuerzas: conceptos</p> <p>3.4 Composición de fuerzas colineales</p> <p>3.4.1 Condiciones de equilibrio: concepto</p> <p>3.5 Composición de fuerzas concurrentes</p> <p>3.5.1 Método del paralelogramo</p> <p>3.5.2 Método del polígono</p> <p>3.5.3 Método de las componentes</p> <p>3.5.4 Condiciones de equilibrio: concepto</p> <p>3.6 Composición de fuerzas paralelas</p> <p>3.6.1 Polígono polar</p>	<p>-Reconoce los principales sistemas de fuerza que se aplican en las estructuras de la Arquitectura</p> <p>-Comprende los postulados en los que se basa el desarrollo de la Estática Gráfica</p> <p>-Comprende el significado de la composición y descomposición de fuerzas</p> <p>-Realiza de forma gráfica la composición y descomposición de fuerzas</p> <p>-Realiza composiciones de</p>	<p>-Valora el conocimiento de la Estática gráfica para la comprensión de los conceptos utilizados en Estructuras</p> <p>-Interés por el significado que tienen los temas que estudia para la carrera de Arquitectura</p>

<p>3.6.2 Polígono funicular</p> <p>3.6.3 Composición de fuerzas de igual sentido, de sentidos opuestos y de sentidos diversos</p> <p>3.6.4 Condiciones de equilibrio: concepto</p> <p>3.7 Descomposición de fuerzas</p> <p>3.8 Fuerzas repartidas</p> <p>3.8.1 Fuerzas uniformemente repartidas. Resultante</p> <p>3.8.2 Fuerzas repartidas progresivas. Resultante</p> <p>3.8.3 Fuerzas no uniformemente repartidas regulares e irregulares. Resultante</p> <p>3.9 Composición de fuerzas no concurrentes</p> <p>3.9.1 condiciones de equilibrio: concepto</p> <p>3.9.2 Descomposición de fuerzas no concurrentes</p>	<p>fuerzas y evalúa las condiciones de equilibrio en cada los diferentes sistemas de fuerzas</p> <p>-Reconoce la aplicabilidad de los sistemas de fuerzas repartidas en las estructuras de Arquitectura</p> <p>-Realiza descomposiciones en los diferentes sistemas de fuerzas estudiados</p>	<p>-Cuestiona sobre la utilidad que para su carrera tienen los temas vistos en clases</p>
--	---	---

## 2. SEGUNDA UNIDAD

### a) Título: **ESTÁTICA GRÁFICA: MOMENTOS DE FUERZAS**

### b) Conocimientos

CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
<p>1.Introducción</p> <p>1.1 Conceptos fundamentales: fuerza, distancia, brazo de palanca</p> <p>1.2 Unidad de Medida</p> <p>1.3 Características del momento de una fuerza</p> <p>1.4 Efectos de la aplicación del momento de una fuerza a un cuerpo: rotación, torsión</p>	<p>-Explica el concepto de momento de fuerzas y reconoce sus características y efectos en los cuerpos</p>	<p>-Investiga sobre el tema</p>
<p>2. MOMENTOS DE PRIMER ORDEN</p> <p>2.1 Momento estático de una fuerza con respecto a un punto</p>	<p>-Calcula el momento de fuerzas con respecto a un punto</p>	<p>-Veracidad en el cálculo de momentos de una fuerza</p>

<p>2.2 Momento de un sistema de fuerzas</p> <p>2.2.1 Teorema de Varignon</p> <p>2.3 Aplicación del polígono funicular para la obtención de momentos estáticos</p> <p>2.4 Momento de los pares de fuerzas</p> <p>2.4.1 Efectos dinámicos de los pares de fuerzas</p> <p>2.4.2 Pares equivalentes</p> <p>2.4.3 Composición y descomposición de pares de fuerzas</p> <p>2.4.4 Sistema equivalente fuerza-par</p>	<p>-Determina el momento resultante de un sistema de fuerzas</p> <p>-Compone y descompone pares de fuerzas y maneja los sistemas equivalentes</p>	<p>-Valora la simplificación que genera la resultante de un sistema de fuerzas</p>
<p>3. MOMENTOS ESTÁTICOS DE SUPERFICIES</p> <p>3.1 Momentos estáticos respecto a ejes baricéntricos</p> <p>3.2 Momentos estáticos de una superficie cualquiera respecto a un eje</p> <p>3.2.1 Método de Culmann</p> <p>3.3 Determinación de momentos estáticos respecto a un eje de figuras determinadas</p>	<p>-Determina momentos estáticos con respecto a un eje de figuras determinadas utilizadas con frecuencia en las estructuras para Arquitectura</p>	<p>-Comparte con sus compañeros las experiencias que se viven en clases</p> <p>-Busca comprender los conceptos que estudia</p>

### 3. TERCERA UNIDAD

#### a) Título: **ESTÁTICA GRÁFICA: CENTROS DE GRAVEDAD**

#### b) Conocimientos

CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
<p>1. Introducción</p> <p>1.1 Conceptos fundamentales: gravitación, gravedad, centroide, masa, centro de masa, peso</p> <p>¿Para qué sirve estudiar los centros de gravedad en Arquitectura?</p>	<p>-Comprende y explica el concepto de centro de gravedad</p> <p>-Explica la utilidad conocimiento del centro de gravedad en el estudio de la Arquitectura</p>	<p>-Valora la aplicabilidad del conocimiento de los centros de masa para las estructuras en Arquitectura</p>

<p>2. CENTRO DE GRAVEDAD DE LINEAS</p> <p>2.1 Segmento de recta</p> <p>2.2 Poligonal</p> <p>2.2.1 Poligonal regular inscrita en una circunferencia</p> <p>2.3 Arco de circunferencia</p>	<p>-Encuentra de forma gráfica el centro de gravedad de objetos lineales</p>	<p>-Se esfuerza por lograr la mayor veracidad al buscar los centros de gravedad de objetos lineales</p>
<p>3. CENTRO DE GRAVEDAD DE PERÍMETROS DE FIGURAS</p> <p>3.1 Circunferencia</p> <p>3.2 Cuadrados, rectángulos, rombos y paralelogramos</p> <p>3.3 Triángulos</p>	<p>-Encuentra de forma gráfica el centro de gravedad de perímetros de figuras utilizadas con frecuencia en Arquitectura</p>	<p>-Interés por encontrar los centros de gravedad en figuras utilizadas con frecuencia en Arquitectura</p>
<p>4. CENTRO DE GRAVEDAD DE SUPERFICIES</p> <p>4.1 Círculo</p> <p>4.2 Cuadrados, rectángulos, paralelogramos</p> <p>4.3 Triángulos</p> <p>4.4 Trapecios y trapezoides</p> <p>4.5 Figuras planas irregulares</p> <p>4.5 Sector circular y segmento circular</p> <p>4.6 Corona circular y segmento de corona circular</p> <p>4.7 Segmento de parábola y medio segmento de parábola</p> <p>4.8 Superficies planas compuestas</p> <p>4.9 Determinación analítica de las coordenadas del centro de gravedad de superficies planas.</p>	<p>-Encuentra de forma gráfica el centro de gravedad de superficies planas aplicadas en Arquitectura</p> <p>-Construye modelos de las formas y experimenta con el centro de gravedad</p> <p>-Encuentra de forma analítica el centro de gravedad de superficies planas aplicadas en Arquitectura</p>	<p>-Realiza con mucha precisión y calidad la construcción de modelos de formas arquitectónicas</p> <p>-Se esfuerza por buscar de forma gráfica y experimental los centros de gravedad de las formas arquitectónicas</p>
<p>5. CENTRO DE GRAVEDAD DE CUERPOS REGULARES</p> <p>5.1 Cubo</p> <p>5.2 Prisma regular de número par de caras</p> <p>5.3 Paralelepípedos</p> <p>5.4 Esfera</p> <p>5.4.1 Sector esférico</p> <p>5.4.2 Segmento esférico</p>	<p>-Construye modelos de las formas y experimenta con el centro de gravedad</p> <p>-Encuentra de forma gráfica el centro de gravedad de cuerpos geométricos regulares</p>	<p>-Realiza con mucha precisión y calidad la construcción de modelos de formas arquitectónicas</p> <p>-Se esfuerza por buscar</p>

5.4.3 Hemisferio 5.5 Cilindro recto 5.6 Cualquier prisma de bases paralelas 5.7 Pirámide y cono	aplicados en Arquitectura	de forma gráfica y experimental los centros de gravedad de las formas arquitectónicas
--	---------------------------	---

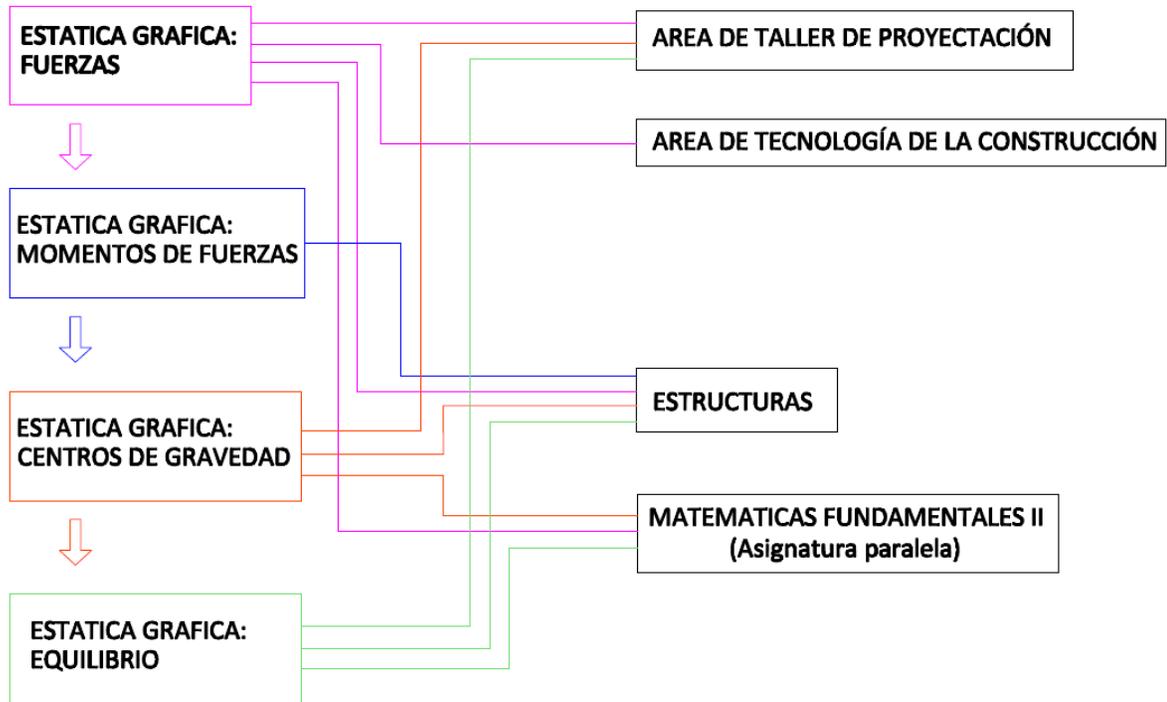
#### 4. CUARTA UNIDAD

##### a) Título: **ESTÁTICA GRÁFICA: EQUILIBRIO**

##### b) Conocimientos

CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
1.Introducción 1.1 Conceptos fundamentales cuerpo rígido, equilibrio estable, Centro de gravedad, fuerzas externas e internas ¿Para qué sirve estudiar el equilibrio de cuerpos rígidos en Arquitectura?	-Comprende y explica los conceptos básicos de equilibrio de cuerpos y su relación con la Arquitectura	-Valora la importancia del estudio del equilibrio en el aprendizaje de la Arquitectura
2. CONDICIONES DE EQUILIBRIO DE FUERZAS 2.1 Primera condición de equilibrio: equilibrio de traslación 2.2 Segunda condición de equilibrio: equilibrio de rotación 2.3 Equilibrio de pares de fuerzas 2.3 Cuerpos libres, grados de libertad y vínculos	-Explica las condiciones de equilibrio de fuerzas y pares de fuerzas  -Explica los conceptos de cuerpo libre, grados de libertad y vínculos de un elemento estructural	-Colabora con sus compañeros y compañeras de clases en la comprensión de los conceptos  -Cuestiona la utilidad de los conocimientos vistos en clases
3. APLICACIÓN DE LAS CONDICIONES DE EQUILIBRIO EN CUERPOS RÍGIDOS 3.1 Construcción de diagramas de cuerpo libre 3.2 Metodologías de solución 3.3 Aplicaciones prácticas en las estructuras para Arquitectura	-Soluciona problemas elementales sobre equilibrio de las Estructuras en Arquitectura	-Soluciona con responsabilidad los problemas propuestos por el docente en clases

## VI. VINCULOS PRINCIPALES DE LA ASIGNATURA CON EL PLAN DE ESTUDIOS



## VII. SUGERENCIAS EN LA METODOLOGIA

Se debe priorizar la comprensión de los conceptos sobre el cálculo analítico para que este último esté dotado de significado. Para la parte expositiva de los conceptos se sugiere la utilización de medios que el docente considere apropiados, que pueden ser desde los más sencillos hasta tecnología de punta. Por otra parte también se busca que los estudiantes vivan situaciones experimentales de manera que el concepto no es la mera transmisión de la información sino una construcción hecha por ellos mismos.

El enfoque sobre el campo de la Arquitectura nunca se debe abandonar, ya que esto contribuirá a despertar y mantener el interés de los estudiantes para desarrollar las competencias respectivas.

## VIII. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDACTICOS

El programa de consultas se hará en base al diseño del programa piloto y este aparte de apoyar al estudiante en sus dudas o consultas, servirá también para detectar casos especiales, los cuales serán objeto de estudio en el análisis del programa piloto experimental.

## **IX. SUGERENCIAS DE EVALUACION**

Debido a que la asignatura de Física Pre estructural, tiene como prerequisite las asignaturas de Matemáticas Fundamentales I y Física Básica, se tomará en cuenta como punto de referencia de los conocimientos previos de la evaluación final de estas últimas, con el fin de constatar el dominio de los conocimientos matemáticos y físicos esenciales para el estudio de la presente asignatura. Por otra parte en base al diagnóstico de Física que se ha elaborado durante este trabajo, se suprime la evaluación diagnóstica y se considera al estudiante como principiante en el tema.

La evaluación formativa por parte del docente estará presente en cada subtema a estudiar, ya que de esta manera se detectarán a tiempo las causas de los errores o confusiones de los estudiantes para ayudarles a superarlas antes de la evaluación parcial, que es donde se adjudicará una calificación.

Las evaluaciones parciales son evaluaciones sumativas que se realizarán al final de cada unidad y estas no solo servirán para adjudicar calificaciones a los estudiantes sino también como insumo para que el coordinador de evaluaciones realice un constante estudio estadístico con fines investigativos para mejorar el proceso didáctico de la asignatura.

Al terminar el curso se realizará una evaluación final con el objetivo de verificar el nivel de competencias adquiridas, la cual servirá tanto para adjudicar una calificación al estudiante, así como un insumo para la investigación en didáctica, cuyos resultados y conclusiones podrán ser de dominio público para darle seguimiento a la problemática.

## **X. PROGRAMA DE CONSULTAS**

El programa de consultas se hará en base al diseño del programa piloto y este aparte de apoyar al estudiante en sus dudas o consultas, servirá también para detectar casos especiales, los cuales serán objeto de estudio en el análisis del programa piloto experimental.

## **XI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Las referencias consideradas se dividirán en básicas y complementarias, siendo las primeras de las que ningún estudiante debiese prescindir y las segundas dirigidas a los estudiantes que requieran una mayor profundización en el tema.

## 6.9 INTEGRACION DE LA PROPUESTA EN EL PLAN DE ESTUDIOS VIGENTE

Considerando los vínculos que se acaban de presentar en cada una de las asignaturas de la propuesta, se puede hacer un esquema de integración para el plan de estudios vigente, este se presenta a continuación:

	CICLO I	CICLO II	CICLO III	CICLO IV	CICLO V	CICLO VI	CICLO VII	CICLO VIII	CICLO IX	CICLO X	
CURSO DE MATE	COB 115 COMUNICAC. BASICA I BACHILLERATO	COB 215 COMUNICAC. BASICA II COB 115	COB 115 COMUNICACION ARQUITECTONICA I COB 215	COB 215 COMUNICACION ARQUITECTONICA II CAR 115	COB 215 COMUNICACION ARQUITECTONICA III CAR 215	TOG 115 TOPOGRAFIA GES 115	TECNICA ELECTIVA I 118 U.V.	TECNICA ELECTIVA II TECNICA ELECTIVA I	TECNICA ELECTIVA III TECNICA ELECTIVA II	TECNICA ELECTIVA IV TECNICA ELECTIVA III	T R A B A J O D E G R A D U A C I O N
MATE	FIB 115	PPR 215	TAP 115	TAP 215	TAP 315	TAP 415	TAP 515	TAP 615	TAP 715	TAP 815	
PRE INGRESO	FIB 115, MAF 115	PRINCIPIOS DE LA PROYECT. ARQUIT. FIB 115, MAF 115	TALLER DE PROYECTACION I COB 215, PPR 115	TALLER DE PROYECTACION II TAP 115	TALLER DE PROYECTACION III TAP 215, CAR 215	TALLER DE PROYECTACION IV TAP 315, CAR 315 THI 315, TOC 215	TALLER DE PROYECTACION V TAP 415, URN 415 ESR 315	TALLER DE PROYECTACION VI TAP 515, URN 515	TALLER DE PROYECTACION VII TAP 615, THI 615 TDC 515	TALLER DE PROYECTACION VIII TAP 715	
PRE INGRESO	MAF 115	MAF 215	ESR 115	ESR 215	ESR 315	ESR 415					
PRE INGRESO	MAF 115 MATEMATICAS FUNDAMENTALES I	MATEMATICAS FUNDAMENTALES II MAF 115, FIB 115	ESTRUCTURAS I EPE 115, MAF 215	ESTRUCTURAS II ESR 115	ESTRUCTURAS III ESR 215, GES 115	ESTRUCTURAS IV ESR 315					
PRE INGRESO	MSA 115	MSA 215	THI 115	THI 215	THI 315	THI 415	THI 515	THI 615			
PRE INGRESO	MSA 115 METODOS SOCIALES I	METODOS SOCIALES II MSA 115	TEORIA E HISTORIA I MSA 215	TEORIA E HISTORIA II THI 115	TEORIA E HISTORIA III THI 215, TAP 215	TEORIA E HISTORIA IV THI 315	TEORIA E HISTORIA V THI 415	TEORIA E HISTORIA VI THI 515			
PRE INGRESO	URN 115	URN 215	URN 115	URN 215	URN 315	URN 415	URN 515	URN 615	URN 715	URN 815	
PRE INGRESO	FIB 115, MAF 115	FISICA PRE ESTRUCTURAL FIB 115, MAF 115	URBANISMO I MSA 215	URBANISMO II URN 115	URBANISMO III URN 215	URBANISMO IV URN 315, CAR 315	URBANISMO V URN 415, TAP 415	URBANISMO VI URN 515	URBANISMO VII URN 615	URBANISMO VIII URN 715	
PRE INGRESO	GES 115	GES 115	GES 115	TOC 115	TOC 215	TOC 315	TOC 415	TOC 515	TOC 615	TOC 715	
PRE INGRESO	COB 215, MAF 215	GEOMETRIA DESCRIPTIVA COB 215, MAF 215	TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION I GES 115	TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION II TOC 115	TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION III TOC 215	TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION IV TOC 315, TOG 115 ESR 415	TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION V TOC 415	TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION VI TOC 515	TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION VII TOC 615	TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION VIII TOC 715	
PRE INGRESO	COB 215, MAF 215	PRE REQUISITO									

## **6.10 SUGERENCIAS PARA LA IMPLEMENTACION**

Ya en páginas anteriores se ha mencionado que este trabajo pretende desarrollar una propuesta curricular a mediano plazo, refiriéndose esto a un tiempo de 5 a 10 años, pues no es recomendable implementar cambios curriculares de forma apresurada y sin pensar muy bien lo que se va a realizar, por lo tanto hay que tomar en cuenta los tres aspectos siguientes:

### **1. Propuesta preliminar**

En este trabajo se ha logrado presentar una propuesta curricular a nivel preliminar, es decir que se ha llegado a una idea a nivel general de lo que podría ser la propuesta curricular final.

Es necesario tener en cuenta que para obtener una valoración adecuada de la propuesta preliminar desde la perspectiva propiamente académica, es necesario que sea revisada por personas especialistas en cambio curricular, así como también en cada una de las ramas del conocimiento que se mencionan; pero aún más importante es la valoración y las observaciones que los estudiantes y profesionales de la Arquitectura puedan hacer, ya que son ellos quienes estudian y ejercen la profesión de la Arquitectura y conocen mejor que nadie, los aspectos que se podrían mejorar en el currículo de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

Por lo tanto se hace referencia a una consulta especializada y también a una consulta pública abierta a modificaciones, observaciones, recomendaciones y sugerencias que las autoridades académicas y todos los interesados en el tema consideren pertinentes.

### **2. Diseño del programa piloto**

Se ha venido mencionando en varias ocasiones el diseño del programa piloto, el cual consiste en retomar la propuesta preliminar revisada y utilizarla como guía general para el diseño y planificación del mismo, aspecto que siempre será a nivel teórico pero de forma mucho más específica que la presentada en este trabajo, donde se podrá conocer de forma concreta el desarrollo de contenidos, sus relaciones con la carrera de Arquitectura, las actividades a

realizar y toda la planificación, que una propuesta curricular necesita antes de llegar a su implementación experimental.

El diseño del programa piloto también se sugiere sea acompañado del diseño de un programa de investigación en didáctica de las matemáticas y físicas aplicadas a la Arquitectura, ya que la problemática en cuanto al desarrollo académico es valorado desde la perspectiva del autor como un fenómeno a estudiar constantemente para mantener y mejorar la calidad de la formación académica y humana que tendrán los Arquitectos salvadoreños de las nuevas generaciones.

### **3. Implementación del programa piloto**

Después del diseño teórico del programa piloto se sugiere se pase a la fase de implementación, donde se contrastará lo teórico con lo práctico y donde indudablemente la propuesta tendrá modificaciones. En este sentido el objeto de estudio principal serán los estudiantes de nuevo ingreso de la carrera de Arquitectura, con quienes se desarrollará un experimento en didáctica de la Física y la Matemática, obteniendo al final conclusiones incluso más acertadas que las que a nivel teórico se pueden lograr, con respecto a este tema.

De esta manera para verificar en qué forma ha contribuido la propuesta se tendrá que esperar a que los estudiantes cursen toda su carrera para luego volver a realizar un trabajo de esta misma naturaleza y de esta forma se podrá formular otra propuesta con evidencia experimental, la cual se espera contribuya de buena manera a la formación académica de los futuros profesionales graduados de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Que se proponga dentro de un banco de temas de trabajos de graduación de la escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, el seguimiento a la problemática de las matemáticas y la física para Arquitectura, tomando como base el presente trabajo, de tal manera que se pueda estudiar más a profundidad el tema y de igual manera que se reconsidere el diseño de un programa piloto realizable a mediano plazo.
- ✓ Que las autoridades académicas de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, tomen en cuenta la propuesta curricular presentada en este trabajo, ya que si bien no ha sido elaborada por especialistas en cambio curricular y mucho menos especialistas en matemática y física, contiene aspectos importantes muy próximos a las necesidades y exigencias que la formación de Arquitectos en estas áreas del conocimiento requiere, tomando en cuenta que ha sido presentada por un estudiante experimentado tanto en las áreas académicas como en diversas áreas del campo laboral profesional.
- ✓ Que se realice todo lo posible dentro de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura para obtener los recursos económicos, humanos y tecnológicos para poder desarrollar e implementar el programa piloto experimental.

## BIBLIOGRAFIA

### LIBROS:

CASTRO ELIZONDO , J. MAURICIO Y ALVARADO RAMÍREZ, C. EDUARDO. **“Origen y Desarrollo Histórico de la Matemática en El Salvador “** Editorial Universitaria, Universidad de El Salvador, Colección Investigaciones científicas No. 1, Julio de 1995

MORAN, MICHAEL J.; SHAPIRO, HOWARD N., **“Fundamentos de Termodinámica Técnica “** . Editorial Reverté, S.A. 2ª Edición, septiembre de 2004

BORRUAT, RAUL C., **“Elementos de Estática Gráfica”**. Editorial Hobby. Buenos Aires, Argentina, 1945

PANSERI, ENRIQUE. **“Curso Elemental de Estática Gráfica”**. Editorial Construcciones Sudamericanas. 2ª Edición. Buenos Aires, Argentina, 1956

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, SECRETARÍA DE ASUNTOS ACADÉMICOS **“Catálogo Académico 1996-1997”**. Editorial Universitaria, septiembre de 1996

ALFONSA GARCIA, ALFREDO MARTINEZ, RAFAEL MIÑANO. **“Nuevas Tecnologías y Enseñanza de las Matemáticas”**. Editorial Síntesis. España, 2000

### TESIS:

GARCÍA ORELLANA, SILVIA ELENA, **“Ensayo de Diseño Curricular para la carrera de Arquitectura de Universidad de El Salvador”**. Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador. Octubre de 1987

JUÁREZ ALVARADO, ROSA MARIA. **“Diagnóstico de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador”**. Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, 2002

## **LEYES Y REGLAMENTOS:**

CONSEJO NACIONAL DE ATENCIÓN INTEGRAL A LA PERSONA CON DISCAPACIDAD. **“Normativa Técnica de Accesibilidad: urbanística, arquitectónica, transporte y comunicaciones”**. 1ª Edición, San Salvador, El Salvador, 2003

CORTE SUPREMA DE JUSTICIA DE EL SALVADOR. **“Ley de Urbanismo y Construcción”**. Diario oficial: 107. Tomo: 151, junio de 1951

CORTE SUPREMA DE JUSTICIA DE EL SALVADOR. **“Reglamento a la Ley de Urbanismo y Construcción”**. Diario oficial: 179. Tomo: 240, septiembre de 1973

CORTE SUPREMA DE JUSTICIA DE EL SALVADOR. **“Ley de la Carrera Docente”**. Diario oficial: 58. Tomo: 330, marzo de 1996

## **DOCUMENTOS:**

MINISTERIO DE EDUCACION DE EL SALVADOR. **“Programas de Estudio Matemática, Educación Media”**. Presentación de la Asignatura, San Salvador, El Salvador, 2008

MINISTERIO DE EDUCACION DE EL SALVADOR. **“Programas de Estudio Ciencias Naturales, Educación Media”**. Presentación de la Asignatura, San Salvador, El Salvador, 2008

LÁZARO APOLAYA, WILLIAM WILLY **“Caracterización Cuantitativa de Docentes en El Salvador”**. Ministerio de Educación –United States Agency International Development, 2004

Fuente: [http://www.fmp.ues.edu.sv/institucional/comunidad\\_universitaria/index.html](http://www.fmp.ues.edu.sv/institucional/comunidad_universitaria/index.html) (19/04/2010)

MARTÍNEZ CRUZ, CARLOS EUGENIO. **“Historia de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador durante los años 1935-1965”**. *La Universidad*, No. 5, Editorial Universitaria, 2009

GARCÍA CRUZ, JUAN ANTONIO. **“La Didáctica de las Matemáticas: una visión general”**

Fuente: <http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/rtee/didmat.html> (19/04/2010)

LEADING CHANGE IN EDUCATION. **“Enseñanza contextual de matemática”**.  
Estados Unidos de América, 2003

Fuente: <http://www.cord.org> (23/04/2010)

MODELOS TEÓRICOS EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA

Fuente: <http://redexperimental.gob.mx> (20/05/2010)

Fundación Instituto de Ciencias del Hombre, Escuela de Postgrados,  
universidad de Alcalá. **“La evaluación educativa: conceptos, funciones y tipos”**. España

Fuente: <http://www.oposicionesprofesores.com> (18/05/2010)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS. **“Enseñanza de estructuras y construcción en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala”**.  
Guatemala

Fuente: <http://www.farusac.com/enhsa2010/martin.pdf> (25/05/2010)

#### **SITIOS WEB:**

<http://www.scribd.com>

<http://soko.com.ar>

<http://centros5.pntic.mec.es>

<http://eigualmc2.wordpress.com>

<http://quintogradomav.wordpress.com>

<http://matematicas.uclm.es>

<http://matematicas.uclm.es>

<http://thales.cica.es>

<http://www.luxdomini.com>

<http://www.cord.org>

<http://www.stecyl.es>

<http://es.wikipedia.org>

<http://html.rincondelvago.com>

<http://asiapacifico.bcn.cl>

<https://www.academica.ues.edu.sv>  
<http://www.arquinews.com>  
<http://www.upes.edu.sv>  
<http://www.ujmd.edu.sv>  
<http://www.uca.edu.sv>  
<http://www.utec.edu.sv>  
<http://www.ufg.edu.sv>  
<http://www.usac.edu.gt>  
<http://www.farusac.com>  
<https://www.dgae.unam.mx>  
<https://www.dgae.unam.mx>  
<http://www.uba.ar>  
<http://www.cbc.uba.ar>  
<http://www.matematica2dopazo.blogspot.com>  
<http://www.fisicaaplicadadopazo.blogspot.com>  
<http://catedra-cereghetti1.idoneos.com>  
<http://www.misitio.fibertel.com.ar>  
<http://departamento.us.es>  
<http://www.us.es>  
<http://www.abcdatos.com>  
<http://www.lapaginadejc.com.ar>  
<http://club.telepolis.com>  
<http://matsolution.espacioblog.com>  
<http://alumno.ucol.mx>  
<http://mx.answers.yahoo.com>  
<http://platea.pntic.mec.es>  
<http://matsolution.espacioblog.com>  
<http://divulgamat.ehu.es>  
<http://www.telefonica.net>  
<http://www.proyectosalanhogar.com>  
<http://mx.answers.yahoo.com>  
<http://www.cienciapopular.com>  
<http://www.eduteka.org>

## **ENTREVISTAS:**

Entrevista para el Área de Urbanismo

**Arq. Manuel Ortíz Garméndez**, Universidad de El Salvador, Escuela de Arquitectura, marzo de 2009

Entrevista para la asignatura de Topografía

**Ing. Mauricio Ernesto Valencia**, Universidad de El Salvador, Escuela de Ingeniería Civil, febrero de 2010

Entrevista para la asignatura de Métodos Experimentales

**Ing. Mario Arturo Hernández**, Universidad de El Salvador, Unidad de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, febrero de 2010

Entrevista para el área de Tecnología, Administración y Supervisión de Obras

**Arq. Julio Martínez**, Universidad de El Salvador, Escuela de Arquitectura, febrero de 2010

Entrevista para el área de Taller de Proyección

**Arq. M.E.S. Mauricio Amílcar Ayala**, Universidad de El Salvador, Escuela de Arquitectura, febrero de 2010

Entrevista para el área de Estructuras

**Ing. Herbert Orlando Herrera Coello**, Universidad de El Salvador, Escuela de Ingeniería Civil, febrero de 2010

Entrevista para las asignaturas de Matemáticas

**Ing. René Orlando Pocasangre**, Universidad de El Salvador, Unidad de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, marzo de 2010

## **ANEXOS**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA DE ARQUITECTURA  
 PLAN DE ESTUDIOS VIGENTE DE LA CARRERA DE ARQUITECTURA  
 (ULTIMA MODIFICACION EN 1998)

CICLO I	CICLO II	CICLO III	CICLO IV	CICLO V	CICLO VI	CICLO VII	CICLO VIII	CICLO IX	CICLO X	T R A B A J O	D E	G R A D U A C I O N
COB 115 COMUNICAC. BASICA I BACHILLERATO	COB 215 COMUNICAC. BASICA II COB 115	COB 115 COMUNICACION ARQUITECTONICA I COB 215	CAR 215 COMUNICACION ARQUITECTONICA II CAR 115	CAR 315 COMUNICACION ARQUITECTONICA III CAR 215	TOG 115 TOPOGRAFIA GES 115	TECNICA ELECTIVA I 118 U.V.	TECNICA ELECTIVA II TAP 615 TALLER DE PROTECCION V TAP 415, URN 415 ESR 315	TECNICA ELECTIVA III TAP 715 TALLER DE PROTECCION VII TAP 615, THI 615 TDC 515	TECNICA ELECTIVA IV TECNICA ELECTIVA III TAP 815 TALLER DE PROTECCION VIII TAP 715			
MTE 115 METODOS EXPERIMENTALES BACHILLERATO	PPR 215 PRINCIPIOS DE LA PROTECT. ARQUIT. FIB 115, MAF 115	TAP 115 TALLER DE PROTECCION I COB 215, PPR 115	TAP 215 TALLER DE PROTECCION II TAP 115	TAP 315 TALLER DE PROTECCION III TAP 215, CAR 215	TAP 415 TALLER DE PROTECCION IV TAP 315, CAR 315 THI 315, TDC 215	ESR 315 ESTRUCTURAS III	ESR 415 ESTRUCTURAS IV					
MAT 115 MATEMATICA I BACHILLERATO	MAT 215 MATEMATICA II MAT 115	ESR 115 ESTRUCTURAS I FPE 115, MAF 215	ESR 215 ESTRUCTURAS II ESR 115	ESR 315 ESTRUCTURAS III ESR 215, GES 115	ESR 415 ESTRUCTURAS IV ESR 315							
MSA 115 METODOS SOCIALES I BACHILLERATO	MSA 215 METODOS SOCIALES II MSA 115	THI 115 TEORIA E HISTORIA I MSA 215	THI 215 TEORIA E HISTORIA II THI 115	THI 315 TEORIA E HISTORIA III THI 215, TAP 215	THI 415 TEORIA E HISTORIA IV THI 315	THI 515 TEORIA E HISTORIA V THI 415	THI 615 TEORIA E HISTORIA VI THI 515					
		URN 115 URBANISMO I MSA 215	URN 215 URBANISMO II URN 115	URN 315 URBANISMO III URN 215	URN 415 URBANISMO IV URN 315, CAR 315	URN 515 URBANISMO V URN 415, TAP 415	URN 615 URBANISMO VI URN 515	URN 715 URBANISMO VII URN 615	URN 815 URBANISMO VIII URN 715			
		GES 115 GEOMETRIA DESCRIPTIVA COB 215, MAF 215	TDC 115 TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION I GES 115	TDC 215 TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION II TDC 115	TDC 315 TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION III TDC 215	TDC 415 TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION IV TDC 315, TOG 115 ESR 415	TDC 515 TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION V TDC 415	TDC 615 TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION VI TDC 515	TDC 715 TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION VII TDC 615			

CODIGO U.V.  
ASIGNATURA  
PREREQUISITO

## ENCUESTAS CUALITATIVAS PARA ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Las encuestas se realizaron tomando una muestra del 51% de los estudiantes de una asignatura por cada año de estudio considerado estratégico para obtener información adecuada para el presente estudio, a continuación se presentan:

- Segundo año - Tecnología de la Construcción I
- Tercer año - Estructuras IV
- Quinto año - Taller de Proyección VIII

Posteriormente se realizó una compilación y transcripción digital de resultados, los cuales el autor los mantiene almacenados y empacados, pudiendo estos ser sometidos a revisión por cualquier entidad o persona que lo considere conveniente, esto previa solicitud a la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

Es necesarios aclarar que la Pregunta No. 5 se eliminó del análisis por considerarse redundante, por el simple hecho de que los contenidos de las matemáticas que ahora cursan, se puede saber por medio de los programas de estudio presentados en este documento.

A continuación se presenta un resumen de preguntas comunes y equivalentes entre los cuestionarios de las encuestas para estudiantes:

	AÑO QUE CURSA EL ESTUDIANTE		
	SEGUNDO AÑO	TERCER AÑO	QUINTO AÑO
<b>PREGUNTA No.1</b>	✓	✓	✓
<b>PREGUNTA No.2</b>	✓	✓	✓
<b>PREGUNTA No.3</b>	✓	✓	✓
<b>PREGUNTA No.4</b>	✓	✓	✓
<b>PREGUNTA No.5</b>	✓	✓	✓
<b>PREGUNTA No.6</b>	✓	✓	✓
<b>PREGUNTA No.7</b>	✓	✓	✓
<b>PREGUNTA No.8</b>	✓	✓	✓
<b>PREGUNTA No.9</b>	✓	✓	✓
<b>PREGUNTA No.10</b>		✓	✓
<b>PREGUNTA No.11</b>			✓ (única)
<b>PREGUNTA No.11=12</b>		<b>Pregunta No.11</b>	<b>Pregunta No.12</b>
<b>PREGUNTA No.12=13</b>		<b>Pregunta No.12</b>	<b>Pregunta No.13</b>

A continuación se presentan los formatos de encuestas que se realizaron en cada una de las asignaturas mencionadas anteriormente. Posteriormente se muestra una síntesis con las principales tendencias que presentaron las respuestas de los estudiantes.

**FORMATO DE CUESTIONARIO PARA ENCUESTA DE ESTUDIANTES DE  
SEGUNDO AÑO DE LA CARRERA DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE  
EL SALVADOR**

**ASIGNATURA:** Tecnología de la Construcción I

**TEMA:** PROPUESTA CURRICULAR DE FUNDAMENTOS BASICOS DE  
MATEMATICA Y FISICA PARA LA CARRERA DE ARQUITECTURA DE LA  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

**Indicaciones:** Lea detenidamente cada pregunta y responda con el mayor grado de sinceridad y honestidad. Escriba con sus propias palabras. Los resultados serán anónimos. Utilice lapicero por favor.

1. ¿Qué diferencia experimentaste entre los contenidos de las matemáticas que estudiaste hasta llegar a bachillerato y las que estudiaste en la Universidad de El Salvador?
2. ¿De qué especialidad académica (título profesional) han sido tus docentes de matemáticas en la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador?
3. Describe brevemente la forma o metodología con la que aprendiste matemáticas en la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador
4. ¿Te satisfizo estudiar matemáticas con la metodología de aprendizaje empleada en la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Por qué?
5. ¿Qué contenidos estudiaste en las matemáticas I y II en la Universidad de El salvador?
6. ¿Qué conocimientos matemáticos adquiridos en matemáticas I y II aplicas en las demás asignaturas de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador?

7. ¿Qué conocimientos matemáticos adquiridos previamente a tu ingreso a la Universidad aplicas en las asignaturas de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador?
8. ¿Cómo consideras la orientación de tu docente de matemáticas en cuanto a la aplicación del conocimiento matemático en la carrera de Arquitectura? Excelente \_\_\_\_ Muy bueno \_\_\_\_ Bueno \_\_\_\_ Regular \_\_\_\_ Malo \_\_\_\_ ¿Por qué?
9. ¿Cómo consideras la orientación de tus docentes de las demás asignaturas de la carrera de Arquitectura con respecto a la aplicación de los conocimientos adquiridos en Matemáticas I y II? Excelente \_\_\_\_ Muy bueno \_\_\_\_ Bueno \_\_\_\_ Regular \_\_\_\_ Malo \_\_\_\_ ¿Por qué?

#### OPINIÓN LIBRE

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**FORMATO DE CUESTIONARIO PARA ENCUESTA DE ESTUDIANTES DE TERCER AÑO DE LA CARRERA DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**ASIGNATURA:** Estructuras IV

**TEMA:** PROPUESTA CURRICULAR DE FUNDAMENTOS BASICOS DE MATEMATICA Y FISICA PARA LA CARRERA DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

**Indicaciones:** Lea detenidamente cada pregunta y responda con el mayor grado de sinceridad y honestidad. Escriba con sus propias palabras. Los resultados serán anónimos. Utilice lapicero por favor.

1. ¿Qué diferencia experimentaste entre los contenidos de las matemáticas que estudiaste hasta llegar a bachillerato y las que estudiaste en la Universidad de El Salvador?
2. ¿De qué especialidad académica (título profesional) han sido tus docentes de matemáticas en la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador?
3. Describe brevemente la forma o metodología con la que aprendiste matemáticas en la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador
4. ¿Te satisfizo estudiar matemáticas con la metodología de aprendizaje empleada en la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador? Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_ ¿Por qué?
5. ¿Qué contenidos estudiaste en las matemáticas I y II en la Universidad de El salvador?
6. ¿Qué conocimientos matemáticos adquiridos en matemáticas I y II aplicas en las demás asignaturas de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador?

7. ¿Qué conocimientos matemáticos adquiridos previamente a tu ingreso a la Universidad aplicas en las asignaturas de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador?
  
8. ¿Cómo consideras la orientación de tu docente de matemáticas en cuanto a la aplicación del conocimiento matemático en la carrera de Arquitectura? Excelente\_\_\_\_ Muy bueno\_\_\_\_ Bueno \_\_\_\_ Regular\_\_\_\_ Malo\_\_\_\_ ¿Por qué?
  
9. ¿Cómo consideras la orientación de tus docentes de las demás asignaturas de la carrera de Arquitectura con respecto a la aplicación de los conocimientos adquiridos en Matemáticas I y II? Excelente\_\_\_\_ Muy bueno\_\_\_\_ Bueno \_\_\_\_ Regular\_\_\_\_ Malo\_\_\_\_ ¿Por qué?
  
- 10.¿Consideras que tienes los conocimientos necesarios para fundamentar estructuralmente cualquier forma constructiva? SI\_\_\_\_ NO\_\_\_\_ ¿Por qué?
  
- 11.Escribe con tus propias palabras ¿qué relación crees que tiene la física con la Arquitectura?
  
12. ¿Consideras necesaria la introducción de conocimientos básicos de física en la carrera de Arquitectura? SI\_\_\_\_ NO\_\_\_\_ ¿Por qué?

#### OPINIÓN LIBRE

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## **CUESTIONARIO PARA ENCUESTA DE ESTUDIANTES DE QUINTO AÑO DE LA CARRERA DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**ASIGNATURA:** Taller de Proyección VIII

**TEMA:** PROPUESTA CURRICULAR DE FUNDAMENTOS BASICOS DE MATEMATICA Y FISICA PARA LA CARRERA DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

**Indicaciones:** Lea detenidamente cada pregunta y responda con el mayor grado de sinceridad y honestidad. Escriba con sus propias palabras. Los resultados serán anónimos. Utilice lapicero por favor.

1. ¿Qué diferencia experimentaste entre los contenidos de las matemáticas que estudiaste hasta llegar a bachillerato y las que estudiaste en la Universidad de El Salvador?
2. ¿De qué especialidad académica (título profesional) han sido tus docentes de matemáticas en la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador?
3. Describe brevemente la forma o metodología con la que aprendiste matemáticas en la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador
4. ¿Te satisfizo estudiar matemáticas con la metodología de aprendizaje empleada en la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Por qué?
5. ¿Qué contenidos estudiaste en las matemáticas I y II en la Universidad de El salvador?
6. ¿Qué conocimientos matemáticos adquiridos en matemáticas I y II aplicas en las demás asignaturas de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador?

7. ¿Qué conocimientos matemáticos adquiridos previamente a tu ingreso a la Universidad aplicas en las asignaturas de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador?
  
8. ¿Cómo consideras la orientación de tu docente de matemáticas en cuanto a la aplicación del conocimiento matemático en la carrera de Arquitectura? Excelente\_\_\_\_ Muy bueno\_\_\_\_ Bueno \_\_\_\_ Regular\_\_\_\_ Malo\_\_\_\_ ¿Por qué?
  
9. ¿Cómo consideras la orientación de tus docentes de las demás asignaturas de la carrera de Arquitectura con respecto a la aplicación de los conocimientos adquiridos en Matemáticas I y II? Excelente\_\_\_\_ Muy bueno\_\_\_\_ Bueno \_\_\_\_ Regular\_\_\_\_ Malo\_\_\_\_ ¿Por qué?
  
- 10.¿Consideras que tienes los conocimientos necesarios para fundamentar estructuralmente cualquier forma constructiva? SI\_\_\_\_ NO\_\_\_\_ ¿Por qué?
  
- 11.¿Consideras que tienes vacíos de conocimiento para el análisis de las condiciones de habitabilidad de los espacios que diseñas, en cuanto a la termodinámica, óptica y acústica? SI\_\_\_\_ NO\_\_\_\_ ¿Cuál crees que es la causa?
  
- 12.Escribe con tus propias palabras ¿qué relación crees que tiene la física con la Arquitectura?
  
- 13.¿Consideras necesaria la introducción de conocimientos básicos de física en la carrera de Arquitectura? SI\_\_\_\_ NO\_\_\_\_ ¿Por qué?

OPINIÓN LIBRE

---



---



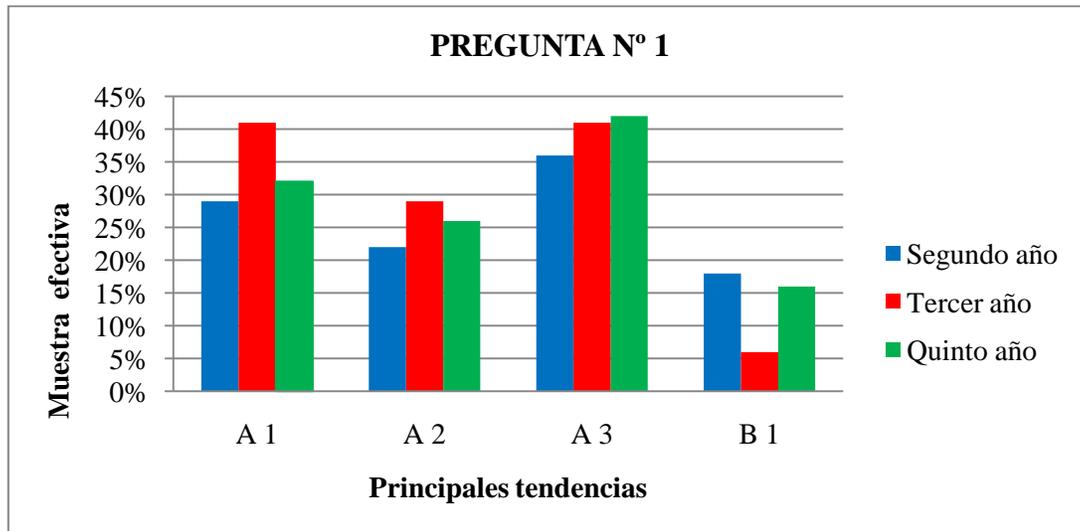
---



---

## PREGUNTA No. 1

¿Qué diferencia experimentaste entre los contenidos de las matemáticas que estudiaste hasta llegar a bachillerato y las que estudiaste en la Universidad de El Salvador?



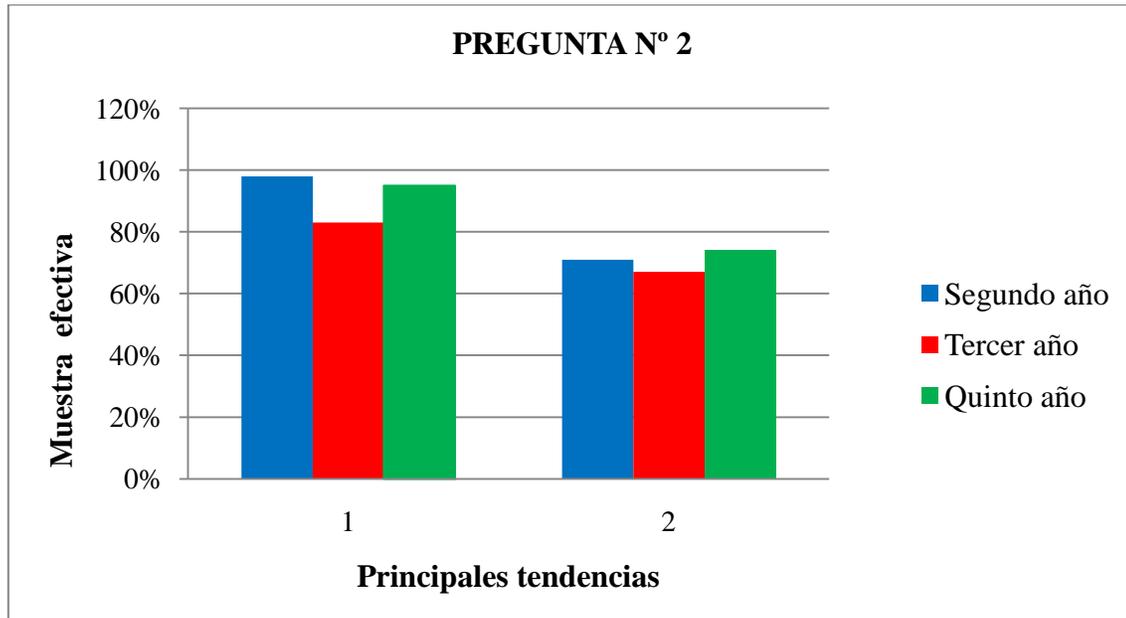
**Primer orden (Tendencia A3):** La mayoría de los estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, considera que hay una gran diferencia entre las matemáticas de Bachillerato y las matemáticas universitarias, porque no hay un proceso de transición adecuado, encontrándose con temas nunca antes vistos y metodologías de enseñanza diferentes. En esta tendencia predominan los estudiantes de quinto año, por una corta diferencia con respecto a los estudiantes de segundo y tercer año.

**Segundo orden (Tendencia A1):** La segunda mayoría significativa de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, considera que hay una gran diferencia entre las matemáticas de Bachillerato y las matemáticas universitarias, ya que son más complicadas, mas avanzas o con un alto grado de dificultad. En esta tendencia predominan los estudiantes de tercer año, casi por un tercio, con respecto a los estudiantes de segundo y quinto año.

**Tercer orden (Tendencia A2):** La minoría más significativa de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, considera que hay una gran diferencia entre las matemáticas de Bachillerato y las matemáticas universitarias, porque traen deficiencias en los conocimientos básicos que deberían de haber adquirido en la Educación Media. En esta tendencia predominan los estudiantes de tercer año, por una corta diferencia, con respecto a los estudiantes de segundo y quinto año.

## PREGUNTA No. 2

¿De qué especialidad académica (título profesional) han sido tus docentes de matemáticas en la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador?

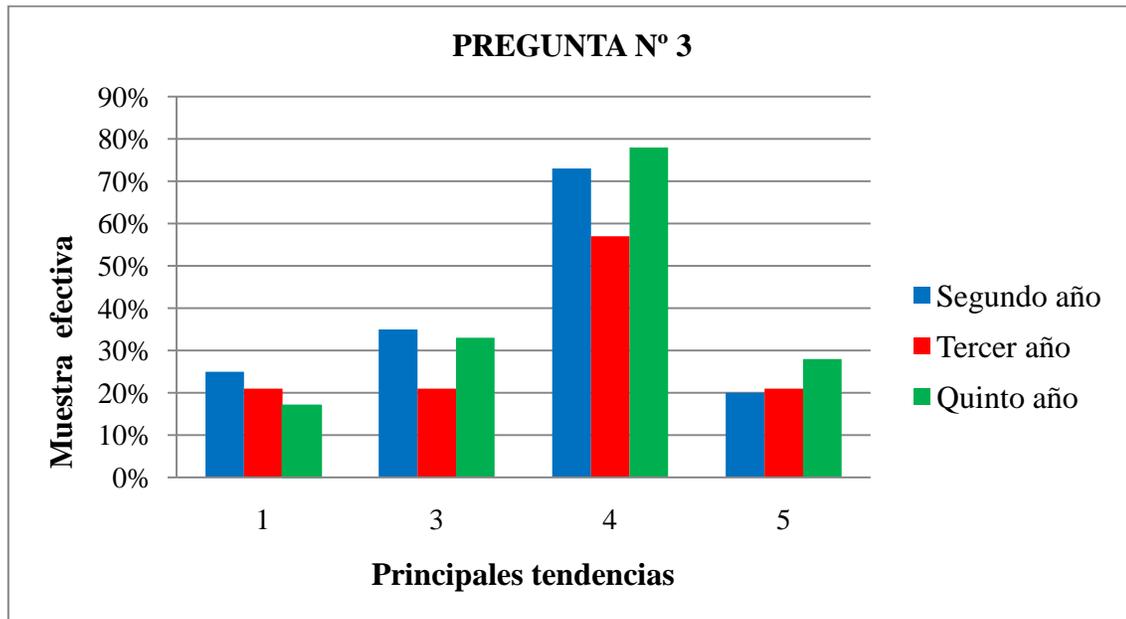


**Primer orden (Tendencia 1):** La mayoría de los estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, han tenido como docentes de matemáticas a Ingenieros de las siguientes especialidades: Civil, Mecánica, Industrial, Química y Eléctrica. En esta tendencia predominan los estudiantes de los tres niveles encuestados.

**Segundo orden (Tendencia 2):** La segunda mayoría de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, también han tenido como docentes de matemáticas a Licenciados en Matemáticas. En esta tendencia las opiniones de los estudiantes de los tres niveles encuestados son casi idénticas.

### PREGUNTA No. 3

Describe brevemente la forma o metodología con la que aprendiste matemáticas en la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador



**Primer orden (Tendencia 4):** La mayoría de los estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, aprendieron las matemáticas universitarias, asistiendo a las clases teóricas, a los grupos de laboratorio y en consultas con los docentes. En esta tendencia predominan las opiniones de todos los estudiantes encuestados, más que duplicando a todas las demás tendencias. Es importante destacar que en esta tendencia coincidió el 78% de los estudiantes de quinto año, seguido del 73% de estudiantes de segundo año y el 57% de los estudiantes de tercer año.

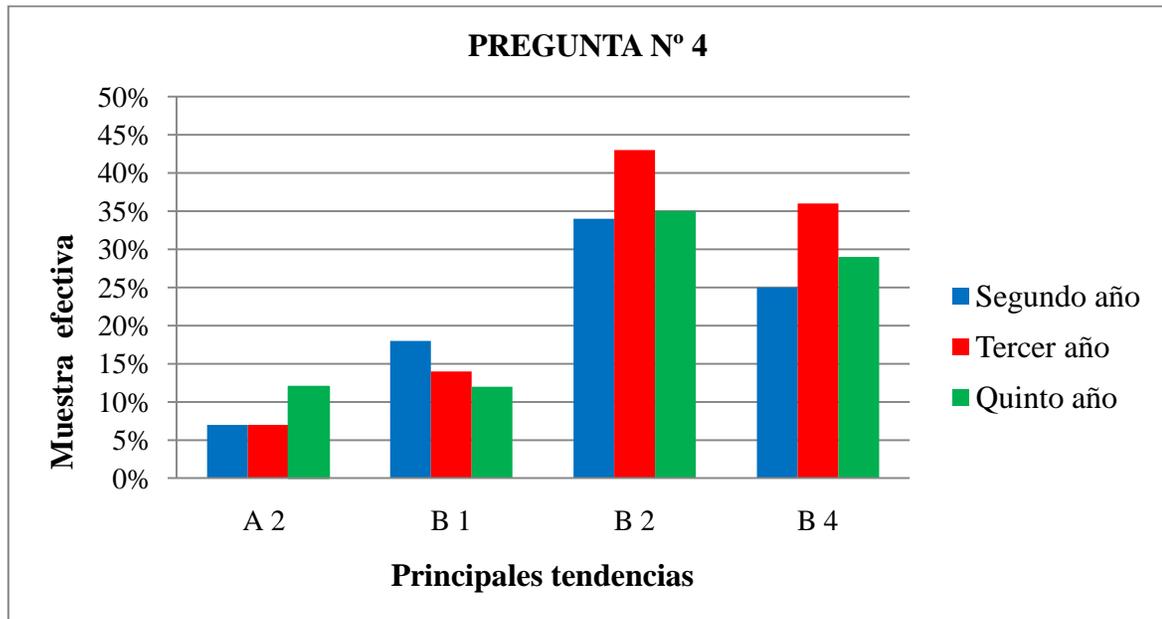
**Segundo orden (Tendencia 3):** La minoría más significativa de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, aprendieron las matemáticas universitarias repitiendo ejercicios de las guías y de los libros de texto, con el objetivo de adquirir práctica. En esta tendencia predominan los estudiantes de segundo año, por una corta diferencia, con respecto a los estudiantes de tercero y quinto año.

**Tercer orden (Tendencia 5):** Una minoría de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, aprendieron las matemáticas universitarias, repasando diariamente en su casa de manera individual y/o apoyándose en libros de texto. En esta tendencia predominan los estudiantes de quinto año, por una corta diferencia, con respecto a los estudiantes de segundo y tercer año.

**Cuarto orden (Tendencia 1):** Una minoría de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, han aprendido las matemáticas universitarias, estudiando de forma extracurricular con grupos de compañeros y/o apoyándose en libros de texto. En esta tendencia predominan los estudiantes de segundo año, por una corta diferencia, con respecto a los estudiantes de tercero y quinto año.

#### PREGUNTA No. 4

¿Te satisfizo estudiar matemáticas con la metodología de aprendizaje empleada en la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador? Si \_\_\_ No \_\_\_ ¿Por qué?



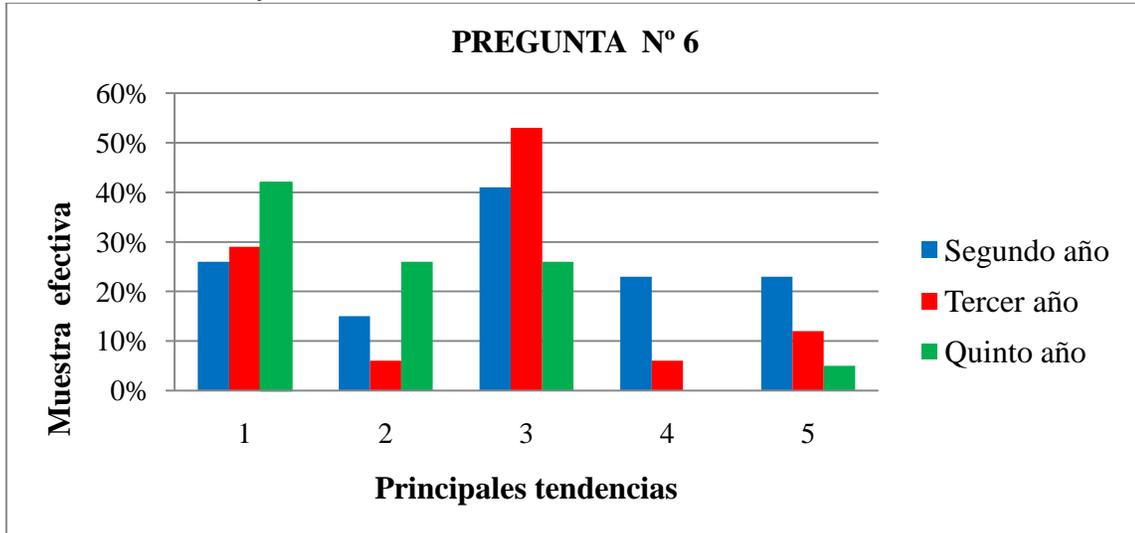
**Primer orden (Tendencia B2):** La mayoría de los estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, no están satisfechos con la metodologías de aprendizaje empleadas en las asignaturas de matemáticas, porque consideran que no es adecuada, ya que no incentiva a los estudiantes y los docentes son bastante inaccesibles para dar consultas. En esta tendencia predominan los estudiantes de los tres niveles encuestados.

**Segundo orden (Tendencia B4):** La segunda mayoría más significativa de los estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, no están satisfechos con las metodologías de aprendizaje empleadas en las asignaturas de matemáticas, porque consideran que no se enseña lo necesario o lo adecuado para la carrera y que por lo tanto no se aplican los conocimientos matemáticos adquiridos en el estudio de la Arquitectura. En esta tendencia predominan los estudiantes de tercer año, por una corta diferencia, con respecto a los estudiantes de segundo y quinto año.

**Tercer orden (Tendencia B1):** La minoría más significativa de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, no están satisfechos con las metodologías de aprendizaje empleadas en las asignaturas de matemáticas, porque consideran que se estudia a un ritmo muy acelerado, ya que hay muchos temas y al final casi no logran comprenderlos. En esta tendencia predominan los estudiantes de segundo año, por una corta diferencia, con respecto a los estudiantes de tercero y quinto año.

## PREGUNTA No. 6

¿Qué conocimientos adquiridos en matemáticas I y II aplicas en las demás asignaturas de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador?



**Primer orden (Tendencia 3):** La mayoría de los estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, solo aplican o aplicaron, durante su carrera, el conocimiento básico (Trigonometría, Geometría, Álgebra y Aritmética) adquirido previo a su ingreso a la universidad; siendo éste un poco reforzado al principio de la asignatura de Matemáticas I. En esta tendencia predominan los estudiantes de tercer año, por una corta diferencia, con respecto a los estudiantes de segundo año y duplicando a los estudiantes de quinto año.

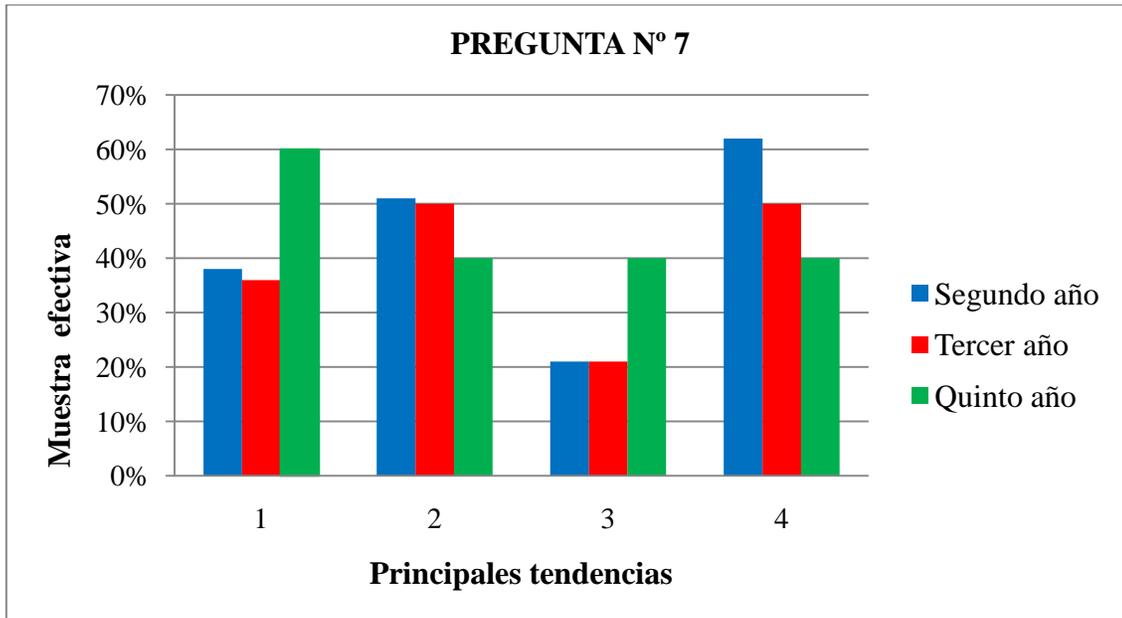
**Segundo orden (Tendencia 1):** Una mayoría significativa de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, no aplican o no aplicaron durante su carrera, los conocimientos adquiridos en las asignaturas de Matemáticas I y Matemáticas II, porque afirman que esos conocimientos, no están ligados a la Arquitectura. En esta tendencia predominan los estudiantes de quinto año, casi por un tercio, con respecto a los estudiantes de segundo y tercer año.

**Tercer orden (Tendencia 2):** La minoría más significativa de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, solo aplican o aplicaron, en las asignaturas de Estructuras, el conocimiento básico (Trigonometría, Geometría, Álgebra y Aritmética) adquirido previo a su ingreso a la universidad y que fue un poco reforzado al principio de la asignatura de Matemáticas I. En esta tendencia predominan los estudiantes de quinto año, casi duplicando a los estudiantes de segundo año y cuadruplicando a los estudiantes de tercer año.

**Cuarto orden (Tendencia 5):** Una minoría de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, utilizan algunos temas de cálculo; pero no especifican en que asignatura. En esta tendencia predominan los estudiantes de segundo año, casi duplicando a los estudiantes de tercer año y casi quintuplicando a los estudiantes de quinto año.

## PREGUNTA No. 7

¿Qué conocimientos matemáticos adquiridos previamente a tu ingreso a la universidad aplicas en las asignaturas de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador?



**Primer orden (Tendencia 4):** Una mayoría significativa de los estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, afirman que de los conocimientos adquiridos previos a su ingreso universitario; utilizan o han utilizado más la Trigonometría. En esta tendencia predominan los estudiantes de segundo año, por una corta diferencia, con respecto a los estudiantes de tercer año y por un tercio con respecto a los estudiantes de quinto año.

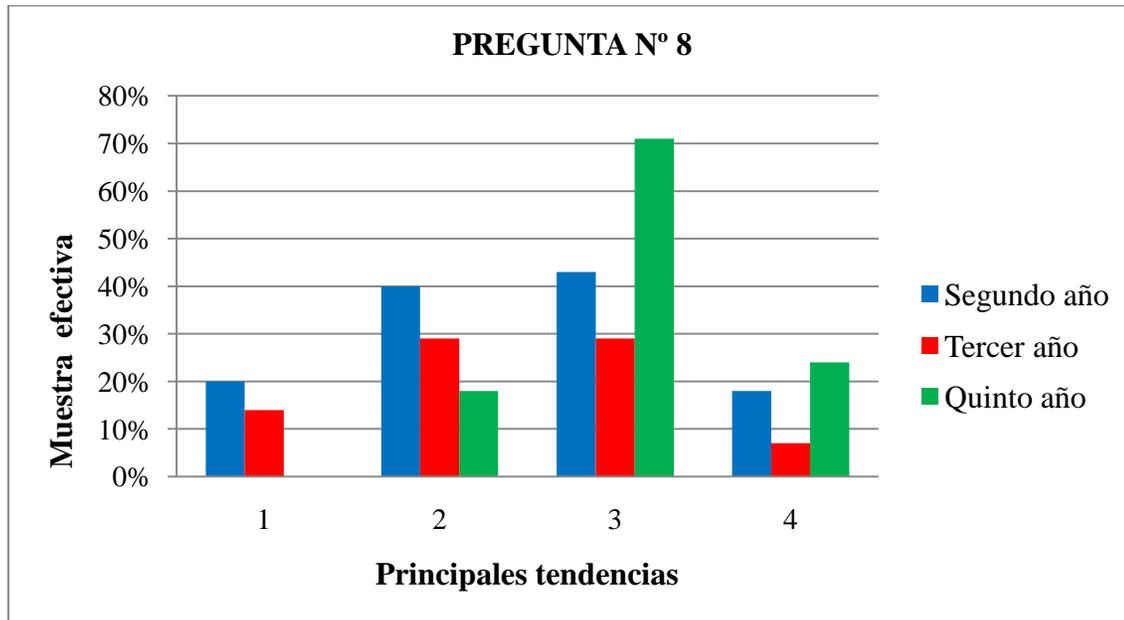
**Segundo orden (Tendencia 2):** Una mayoría significativa de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, afirman que de los conocimientos adquiridos previos a su ingreso universitario; utilizan o han utilizado el Álgebra. En esta tendencia los estudiantes de segundo y tercer año, predominan por una corta diferencia con respecto a los estudiantes de quinto año.

**Tercer orden (Tendencia 1):** Una mayoría significativa de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, afirman que de los conocimientos adquiridos previos a su ingreso; utilizan o han utilizado la Aritmética. En esta tendencia hay que tomar en cuenta la experiencia de los estudiantes de último año, quienes afirman en su mayoría que lo que más han utilizado durante su carrera es la Aritmética, casi duplicando a los estudiantes de segundo y tercer año.

**Cuarto orden (Tendencia 3):** La minoría de los estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, afirman que de los conocimientos adquiridos previos a su ingreso; lo que menos utilizan o han utilizado es la Geometría. En esta tendencia predominan los estudiantes de quinto año, casi duplicando a los estudiantes de segundo y tercer año.

## PREGUNTA No. 8

¿Cómo consideras la orientación de tu docente de matemáticas en cuanto a la aplicación del conocimiento matemático en la carrera de Arquitectura? Excelente\_\_\_ Muy Buena\_\_\_ Buena \_\_\_ Regular\_\_\_ Mala\_\_\_ ¿Por qué?



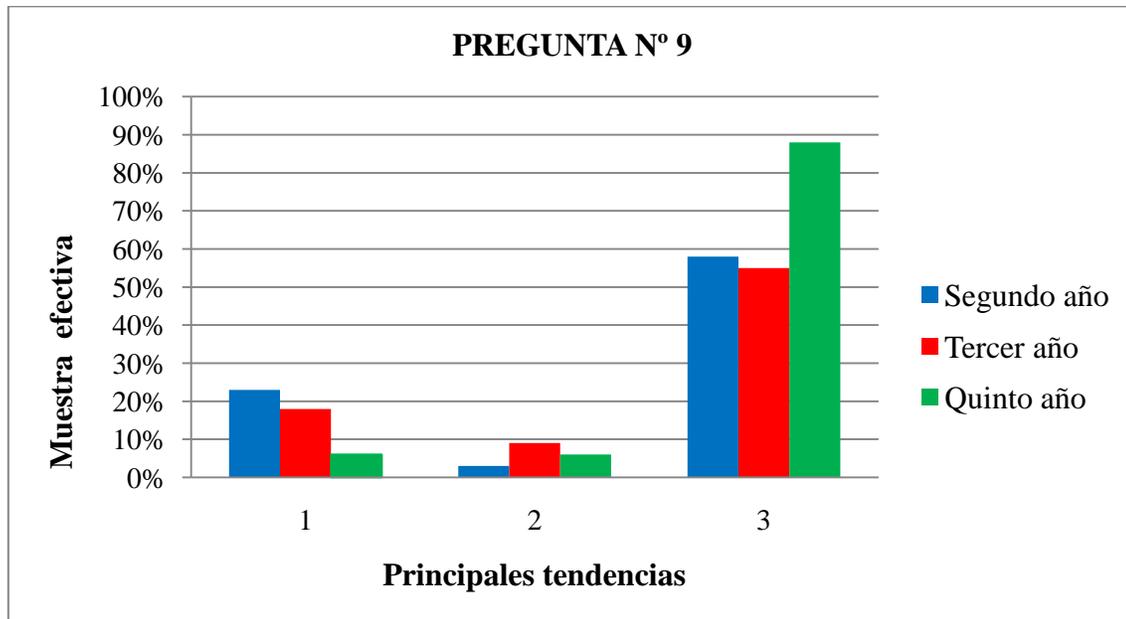
**Primer orden (Tendencia 3):** La mayoría de los estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, afirman que los docentes de matemáticas no orientan la asignatura con un enfoque hacia la carrera y que por lo tanto no aplican esos contenidos en el estudio de la Arquitectura. En esta tendencia predominan los estudiantes de quinto año, casi duplicando a los estudiantes de segundo año y mas que duplicando a los estudiantes de tercer año. Es importante destacar que en esta tendencia coincidió el 71% de la muestra efectiva de estudiantes de quinto año.

**Segundo orden (Tendencia 2):** Una mayoría significativa de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, afirman que los docentes de matemáticas no tienen una metodología de enseñanza adecuada, y que no se logran dar a entender o no explican bien. En esta tendencia predominan los estudiantes de segundo año, por una corta diferencia con respecto a los estudiantes de tercer año y mas que duplicando a los estudiantes de quinto año.

**Tercer orden (Tendencia 4):** La minoría más significativa de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, afirman que los docentes de matemáticas enfocan las asignaturas hacia las ingenierías y que enseñan aplicaciones para ellas; pero no para la carrera de Arquitectura. En esta tendencia predominan los estudiantes de quinto año, por una corta diferencia con respecto a los estudiantes de segundo año y cuadruplicando a los estudiantes de tercer año.

### PREGUNTA No. 9

¿Cómo consideras la orientación de tus docentes de las demás asignaturas de la carrera de Arquitectura con respecto a la aplicación de los conocimientos adquiridos en matemáticas I y II? Excelente \_\_\_ Muy Bueno \_\_\_ Bueno \_\_\_ Regular \_\_\_ Malo \_\_\_  
¿Por qué?

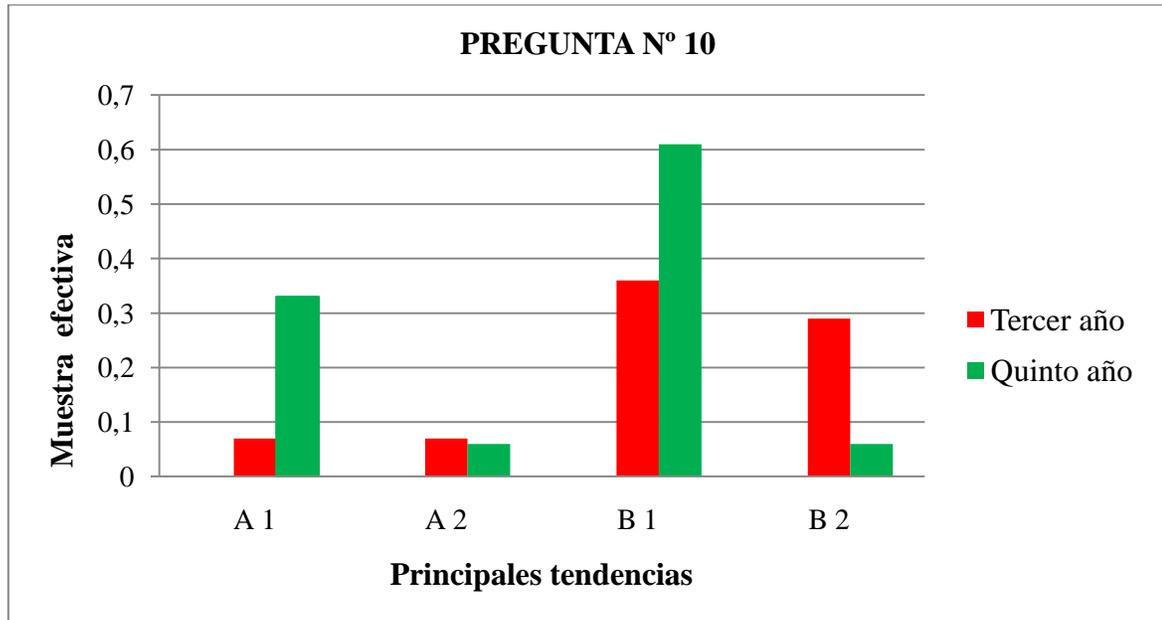


**Primer orden (Tendencia 3):** La mayoría de los estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, afirman que los contenidos de Matemáticas I y Matemáticas II, son poco aplicables en las asignaturas de la carrera y/o que los docentes de Arquitectura casi no las utilizan. En esta tendencia predominan los estudiantes de quinto año, casi por un tercio, con respecto a los estudiantes de segundo y tercer año. Es necesario destacar que el 88% de la muestra efectiva de quinto año coincidió en esta tendencia; seguido del 58% de estudiantes de segundo año y el 55% de estudiantes de tercer año.

**Segundo orden (Tendencia 1):** La minoría más significativa de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, afirman que los docentes de Arquitectura, aplican y toman en cuenta, lo que se aprendió en las asignaturas de Matemáticas. En esta tendencia predominan los estudiantes de segundo año, por una corta diferencia, con respecto a los estudiantes de tercer año y casi cuadruplicando a los estudiantes de quinto año.

## PREGUNTA No. 10

¿Consideras que tienes los conocimientos necesarios para fundamentar estructuralmente cualquier forma constructiva? Si\_\_\_ No\_\_\_ ¿Por qué?



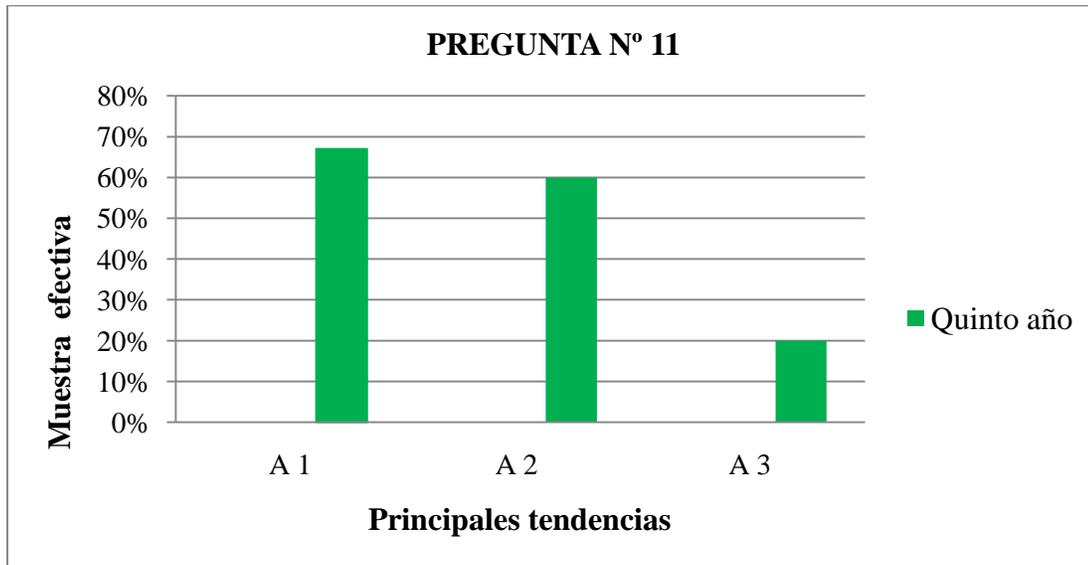
**Primer orden (Tendencia B1):** La mayoría de los estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, consideran que no tienen los conocimientos necesarios para fundamentar cualquier forma constructiva ya que el estudio de las Estructuras es muy limitado, porque estudian únicamente el sistema de Marcos de Concreto Reforzado y solo utilizan formas puras. En esta tendencia predominan los estudiantes de quinto año; casi duplicando a los estudiantes de tercer año. Es necesario destacar que el 61% de la muestra efectiva de quinto año coincidió en esta tendencia; seguido del 36% de estudiantes de tercer año.

**Segundo orden (Tendencia A1):** La minoría más significativa de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, consideran que tienen los conocimientos necesarios para fundamentar cualquier forma constructiva porque tienen los conocimientos básicos adquiridos en las asignaturas de Estructuras. En esta tendencia predominan los estudiantes de quinto año; casi quintuplicando a los estudiantes de tercer año.

**Tercer orden (Tendencia B2):** Una minoría de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, consideran que no tienen los conocimientos necesarios para fundamentar cualquier forma constructiva porque todavía tienen vacíos en el área de Estructuras. En esta tendencia predominan los estudiantes de Tercer año, casi quintuplicando a los estudiantes de quinto año. Es necesario destacar que los estudiantes de tercer año fueron encuestados, casi en la última clase de la asignatura de Estructuras IV, la cual según el plan de estudios, es la última para terminar con el estudio de las Estructuras.

### PREGUNTA No. 11

¿Consideras que tienes vacíos de conocimiento para el análisis de las condiciones de habitabilidad de los espacios que diseñas, en cuanto a la termodinámica, óptica y acústica? Si \_\_\_ No \_\_\_ ¿Cuál crees que es la causa?



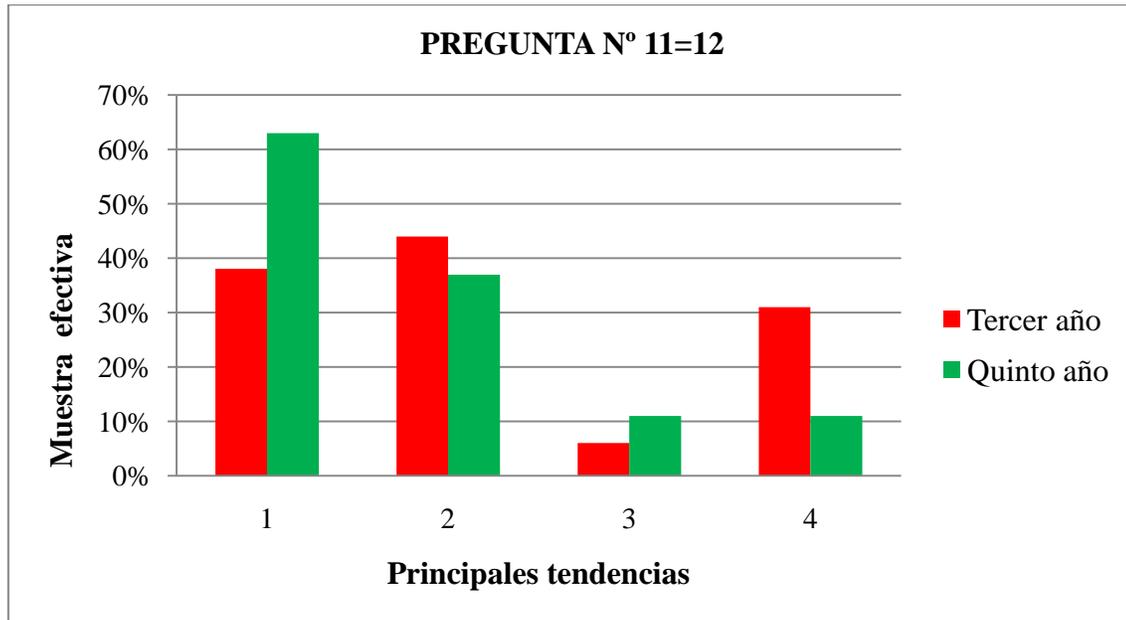
**Primer orden (Tendencia A1):** Una mayoría significativa de los estudiantes de último año de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, consideran que tienen vacíos de conocimiento para el análisis de las condiciones de habitabilidad de los espacios que diseñas, en cuanto a la termodinámica, óptica y acústica, debido a que los docentes de Arquitectura no están actualizados, ni capacitados con respecto a estos temas. Es importante destacar que en esta tendencia coincidió el 67% de la muestra efectiva de los estudiantes de quinto año.

**Segundo orden (Tendencia A2):** Una mayoría significativa de los estudiantes de último año de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, consideran que tienen vacíos de conocimiento para el análisis de las condiciones de habitabilidad de los espacios que diseñas, en cuanto a la termodinámica, óptica y acústica, debido a que en la Escuela de Arquitectura no se realizan estos estudios, porque no hay una asignatura que trate estos temas. Es importante destacar que en esta tendencia coincidió el 60% de la muestra efectiva de los estudiantes de quinto año.

**Tercer orden (Tendencia A3):** La minoría más significativa de estudiantes de último año de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, consideran que tienen vacíos de conocimiento para el análisis de las condiciones de habitabilidad de los espacios que diseñas, en cuanto a la termodinámica, óptica y acústica, debido a la falta de interés propio en el estudio de estos temas.

## PREGUNTA No. 11=12

Escribe con tus propias palabras ¿qué relación crees que tiene la física con la Arquitectura?



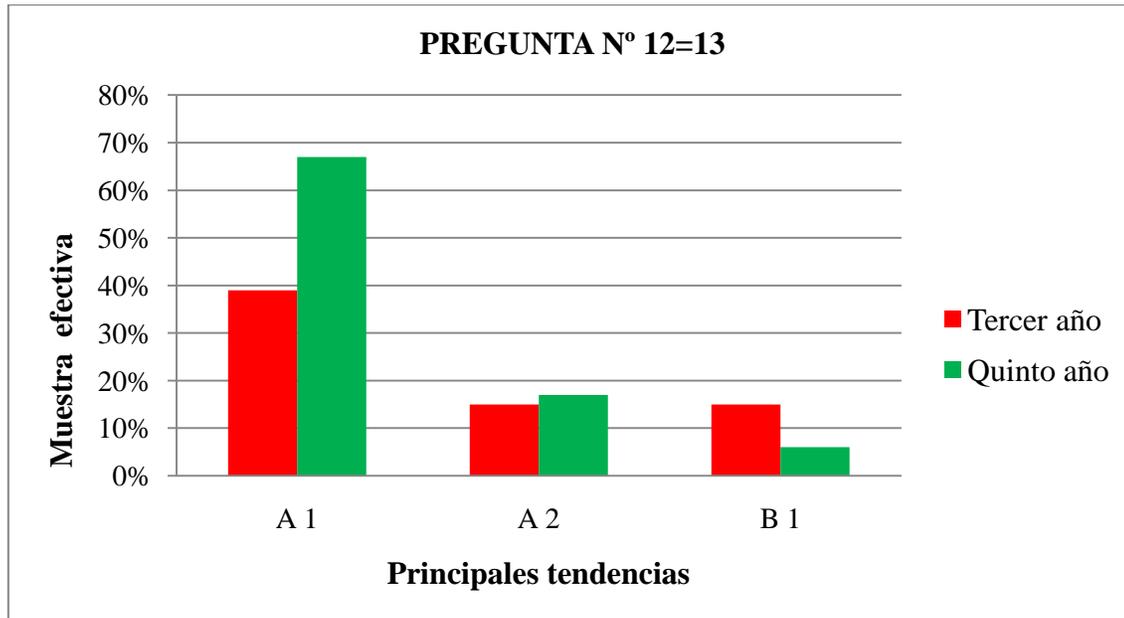
**Primer orden (Tendencia 1):** La mayoría de los estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, consideran que la Física se relaciona con la Arquitectura en la parte estructural. En esta tendencia predominan los estudiantes de quinto año, casi duplicando a los estudiantes de tercer año. Es importante destacar que en esta tendencia coincidió el 63% de la muestra efectiva de estudiantes de quinto año.

**Segundo orden (Tendencia 2):** Una mayoría significativa de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, consideran que la Física se relaciona con la Arquitectura en el área de diseño arquitectónico. En esta tendencia predominan los estudiantes de tercer año, por una corta diferencia, con respecto a los estudiantes de quinto año.

**Tercer orden (Tendencia 4):** La minoría más significativa de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, consideran que la Física se relaciona con la Arquitectura en la parte tecnológica. En esta tendencia predominan los estudiantes de tercer año, casi triplicando a los estudiantes de quinto año.

### PREGUNTA No. 12=13

¿Consideras necesaria la introducción de conocimientos básicos de física en la carrera de Arquitectura? Si \_\_\_ No \_\_\_ ¿Por qué?



**Primer orden (Tendencia A1):** La mayoría de los estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, consideran que es necesaria la introducción de conocimientos básicos de Física para estudiar las Estructuras. En esta tendencia predominan los estudiantes de quinto año; casi duplicando a los estudiantes de tercer año. Es importante destacar que en esta tendencia coincidió el 67% de la muestra efectiva de estudiantes de quinto año, seguido del 39% de estudiantes de tercer año.

**Segundo orden (Tendencia A2):** La minoría más significativa de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, considera que es necesaria la introducción de conocimientos básicos de Física para el estudio de la carrera de Arquitectura. En esta tendencia predominan los estudiantes de quinto año, por una corta diferencia, con respecto a los estudiantes de tercer año.

**Tercer orden (Tendencia B1):** Una minoría de estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, afirma que no es necesaria la introducción de conocimientos básicos de Física porque no comprende la relación que tendría con las demás asignaturas o porque no la consideran aplicable a la carrera. En esta tendencia predominan los estudiantes de tercer año, casi triplicando a los estudiantes de quinto año.