



UNIVERSIDAD TÉCNICA  
FEDERICO SANTA MARÍA



PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE VALPARAÍSO



Universidad  
de Valparaíso  
CHILE

## PROYECTO EDUCATIVO

---

**PROGRAMA EN CONSORCIO DE DOCTORADO EN MATEMÁTICA**

2016

## ÍNDICE

	Pág.
I. Introducción	3
II. Objetivos del Programa en Consorcio de Doctorado en Matemática	5
III. Perfil del Graduado	6
IV. Líneas de Investigación	6
V. Estructura del Programa y Plan de Estudio	8
5.1. Ciclos de Formación	9
5.2. Plan de Estudio	11
5.3. Cursos y Seminarios del Programa por Líneas de Investigación	12

## I. INTRODUCCIÓN

El presente Programa en Consorcio de Doctorado en Matemática, es un proyecto conjunto entre tres instituciones que constituyen un importante polo de desarrollo científico-tecnológico en el país, y son las de mayor tradición en el área matemática de la V Región, a saber: la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) y la Universidad de Valparaíso (UV).

Este programa será impartido por el Instituto de Matemática de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, por el Departamento de Matemática de la Universidad Técnica Federico Santa María, el Instituto de Matemática y el Centro de Investigación y Modelamiento de Fenómenos Aleatorios de la Universidad de Valparaíso.

La trayectoria en el desarrollo de la matemática y sus aplicaciones, de las tres universidades involucradas, avalan el presente Programa de Doctorado. El programa tiene un cuerpo académico de excelencia, lo cual se ve reflejado por una sostenida actividad en investigación, la cual es reconocida tanto a nivel nacional como internacional. Además, se evidencia una destacada formación de estudiantes de pregrado y postgrado. En esto último, se destacan los programas de postgrado de Magíster en Matemática y Estadística que se imparten en las distintas instituciones, como también carreras de pregrado.

Debido a la ausencia de un programa de Doctorado en Matemática a nivel regional, muchos de los mejores graduados de estas universidades se veían en la obligación de continuar sus estudios de doctorado fuera de la región. Sobre la base de estos antecedentes, sumados a la necesidad de afianzar a la V Región como polo de educación superior a nivel nacional, surge el interés de realizar un convenio entre las universidades, que se materializa en este Programa en Consorcio que tiene como propósitos:

- i. Impartir, en cooperación, un Programa en Consorcio de “Doctorado en Matemática”, al más alto nivel cuya misión es contribuir al desarrollo regional y nacional potenciando y fortaleciendo la investigación científica en matemática.

- ii. Contribuir al desarrollo regional y nacional a través de la formación de personas con altos niveles de excelencia, capaces de crear conocimiento nuevo en el área de la matemática, con competencias para producir innovaciones científicas adecuadas a los requerimientos que demanda Chile.
  
- iii. Desarrollar actividades de colaboración institucional e intercambio de conocimientos académicos, científicos, técnicos y culturales de beneficio mutuo.

El presente documento recoge estas definiciones y apreciaciones, y en busca de asegurar una formación de calidad y pertinente a los propósitos declarados, plantea la siguiente propuesta educativa.

## II. OBJETIVOS DEL PROGRAMA DOCTORADO EN MATEMÁTICA

El Programa en Consorcio Doctorado en Matemática, ha definido los siguientes objetivos:

### 2.1 Objetivo general del programa

Formar Doctores en Matemática, con una sólida especialización en alguna de las líneas de investigación que se desarrollan en las Universidades del Consorcio, habilitados para realizar investigación científica original.

### 2.2 Objetivos específicos del programa

- Fortalecer la investigación en matemática en las respectivas instituciones participantes, a través de la incorporación de los estudiantes de doctorado.
- Formar recursos humanos capacitados para realizar investigación matemática, en una de las líneas de investigación ofrecidas.
- Formar recursos humanos capaces de insertarse en un centro o institución que desarrolle o fomente la investigación científica.

### III. PERFIL DEL GRADUADO

Conforme a los objetivos antes plantados, el graduado del programa de Doctorado en Matemática posee los conocimientos, las habilidades y las aptitudes para:

1. Proyectar, formular y ejecutar, de manera autónoma investigación de calidad en su línea de especialización, con el fin de contribuir al conocimiento en matemática.
2. Integrar equipos de trabajo, para la generación de nuevo conocimiento.
3. Desarrollar su trabajo en la perspectiva de los estándares éticos de la disciplina.

### IV. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La actividad de investigación en matemática desarrollada por las Universidades que participan del Consorcio se desarrolla esencialmente en torno a grupos conformados por investigadores que poseen un interés o tema de investigación común. Estos grupos pueden encontrarse concentrados en una misma universidad, o bien diseminados entre las universidades que soportan el programa de Doctorado. Su fin científico común, como la cercanía de la especialidad matemática desarrollada en ellos, se traducen en colaboraciones científicas conjuntas, participación en proyectos comunes de investigación, seminarios en conjunto, entre otras actividades. Estos grupos, poseen proximidad conceptual respecto de la formación teórica que un graduado necesita para desarrollar investigación en su especialidad.

El programa de Doctorado ofrece entonces, una especialización matemática en el ámbito de la actividad científica que desarrollan estos grupos denominados *líneas de investigación*.

Desde el punto de vista formal, para el programa de Doctorado una línea de investigación se conforma con al menos dos investigadores que tengan curricularmente el perfil de directores de tesis de acuerdo a las regulaciones que rigen al Programa, y un proyecto de formación en común en la especialidad. Este proyecto de formación en la especialidad consiste en una oferta programática conformada por una parrilla de cursos obligatorios de especialización, cada uno de ellos con sus respectivos programas de estudios y una lista de profesores que, adscritos a la línea de investigación y con perfil de investigador, tengan las competencias para dictar cada uno de esos cursos.

El Comité Académico del Programa está encargado de supervisar la creación, actualización o supresión de las líneas de investigación. Se entiende que los términos creación, actualización o supresión de una línea de investigación se refieren a la creación, actualización o supresión *de la oferta de especialización* que el Programa ofrece a sus futuros estudiantes.

Para la creación de una Línea de Investigación, el Comité hace un análisis exhaustivo del proyecto de Línea de Investigación, en este sentido, el Comité procura que la oferta programática sea la adecuada, y que esta sea sustentada por un grupo de investigadores, profesores del programa, que tengan las competencias y experiencia adecuadas conforme a las distintas regulaciones que rigen al Consorcio. Especial cuidado se pone en resguardar que al menos dos académicos con perfil de Director de Tesis se adscriban a la Línea de Investigación. Esto permite en términos generales, asegurar la sustentabilidad de la línea en el mediano plazo, de manera de facilitar que un estudiante que ingrese al Programa, y que muestre interés en una línea de investigación específica, tenga posibilidades de terminar el Programa en ella a pesar de la movilidad que pueda haber dentro del cuerpo de académicos.

Una vez creada la línea de investigación, el Comité Académico designa a un *Coordinador de Línea* de Investigación, que apoya al Comité Académico en las tareas de actualización de los nombres de los profesores adscritos a la línea y la nómina de los profesores que dictan cada curso de ella, así como la oferta programática de los cursos. También colabora de manera eventual conformando distintas bancas (calificación, proyecto de tesis, defensa de tesis) en la línea o asistiendo como ministro de fe en alguno de estos hitos académicos.

El Comité Académico actualiza, de acuerdo a los criterios anteriores, anualmente la oferta de líneas de investigación para los estudiantes interesados en ingresar al programa.

Si a juicio del Comité Académico una línea de investigación deja de satisfacer los criterios bajo los cuales permite ser ofrecida, ella es cerrada, es decir, se suprime su difusión y oferta a estudiantes futuros.

A continuación se presentan las líneas de investigación ofertadas actualmente:

Línea de Investigación	Coordinador	Universidad
<b>Análisis no-lineal y de EDP</b>	Alexander Quaas	USM
<b>Análisis Numérico</b>	Ignacio Muga	PUCV
<b>Control de EDP y Problemas Inversos</b>	Alberto Mercado	USM
<b>Modelación Estadística</b>	Cristian Meza	UV
<b>Optimización</b>	Pedro Gajardo	USM
<b>Procesos Estocásticos</b>	Jean-Francois Jabir	UV
<b>Sistemas Dinámicos</b>	Carlos Vásquez	PUCV
<b>Teoría de Números</b>	Amalia Pizarro	UV



## V. ESTRUCTURA DEL PROGRAMA Y PLAN DE ESTUDIO

El programa de Doctorado en Matemática recoge en términos de su diseño curricular los propósitos del convenio entre las universidades patrocinantes. Por su parte, los objetivos del Programa y el Perfil del Graduado respectivo, están estrechamente ligados y permiten por parte del Programa, la contribución al desarrollo regional y nacional potenciando y fortaleciendo la investigación científica en matemática, formando recursos humanos doctorados en matemática con una sólida especialización en alguna de las líneas de investigación que se desarrollan en las Universidades del Consorcio, habilitados para realizar investigación científica original.

Estos propósitos y directrices, fundamentan y enmarcan la estructura curricular del programa que se constituye sobre tres ciclos de formación.

**Cuadro N°2: Ciclos de Formación**

CICLOS DE FORMACIÓN											
PRIMER CICLO			SEGUNDO CICLO			TERCER CICLO					
PRIMER AÑO			SEGUNDO AÑO			TERCER AÑO		CUARTO AÑO			
Curso Específico 1 (10 sct)	Curso Específico 2 (10 sct)	Examen de Calificación	Proyecto  Tesis  (40 sct)		Proyecto de Tesis	Tesis  (120 sct)				Examen de Grado	
Curso Complem. 1 (10 sct)	Curso Complem. 2 (10 sct)		Seminario de Investigación (10 sct)	Seminario de Investigación (10 sct)							
Seminario de Investigación (10 sct)	Seminario de Investigación (10 sct)										
30 cr. sct	30 cr. sct		30 cr. sct	30 cr. sct		30 cr. sct	30 cr. sct	30 cr. sct	30 cr. sct		30 cr. sct
Examen de Idioma											

## 5.1 CICLOS DE FORMACIÓN

### 1° CICLO DE FORMACIÓN: DEFINICIÓN DE LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Este ciclo de formación tiene como objetivo que los estudiantes definan su línea de investigación. Para lograr este propósito, este ciclo contempla:

#### **Cursos de línea de investigación específica:**

Son aquellos cursos que están orientados al desarrollo de capacidades en la línea de especialización elegida por el estudiante, línea en la cual el estudiante desarrollará posteriormente su tesis.

#### **Cursos de línea de investigación complementaria:**

Son aquellos cursos que están orientados al desarrollo de capacidades en líneas de especialización distintas a la elegida por el estudiante.

#### **Seminarios de investigación del primer año:**

Esta instancia del proceso de formación, pretende que el estudiante comience con la configuración del proyecto de tesis o a complementar su formación en la línea de investigación elegida. Esta actividad se desarrolla bajo la modalidad de trabajo tutorial con un profesor guía.

#### **Examen de Calificación:**

Consiste en la evaluación global de los cursos obligatorios. Comprenderá un examen escrito en los cursos de línea complementaria y un examen oral en los cursos de la línea específica. El Comité Académico del programa determinará en cada caso las comisiones evaluadoras respectivas. Al finalizar el segundo semestre, el estudiante deberá tener aprobado el Examen de Calificación.

## 2° CICLO DE FORMACIÓN: “PROYECTO DE TESIS”

Este ciclo de formación tiene como propósito que el estudiante elabore su proyecto de tesis. Este ciclo lo componen los siguientes cursos y seminarios:

### **Proyecto de Tesis:**

Consiste por una parte, en la realización del estudio del estado del arte de una problemática propia dentro de la línea de investigación, y por otra, contempla una propuesta de investigación a ser desarrollada en la tesis. El proyecto de tesis es elaborado a través de los Seminarios de Investigación.

La defensa del proyecto de tesis debe ser presentada a más tardar el quinto semestre del programa ante una comisión ad-hoc designada por el Comité Académico del programa. Una vez aprobado el proyecto de tesis, el estudiante adquiere la categoría de candidato a doctor.

### **Seminarios de investigación segundo año:**

Esta actividad está orientada a desarrollar el proyecto de tesis o a complementar la formación del estudiante en su línea de investigación. Se desarrolla bajo la modalidad de trabajo tutorial con un profesor guía.

## 3° CICLO DE FORMACIÓN: “TESIS DOCTORAL”

Este ciclo de formación tiene como propósito que el estudiante elabore su **Tesis Doctoral**, que consiste en un trabajo de investigación individual y original, que permita dar origen, a lo menos, de una publicación en revistas de corriente principal y que sea una contribución en el área de la matemática. El Comité Académico velará, a través de la conformación de la Comisión de Tesis y sus respectivos informes, que la Tesis Doctoral satisfaga los requisitos antes mencionados, particularmente, la factibilidad de su publicación en revistas de corriente principal. La actividad de desarrollo de la Tesis Doctoral comienza una vez aprobado el proyecto de tesis y se extiende entre el cuarto y el octavo semestre del programa.

Finalizada la ejecución de la tesis y aprobada por el Director de Tesis; el Comité Académico designará la Comisión Evaluadora de la Tesis. Esta comisión estará conformada por 5 profesores, que incluirá al Director de Tesis y a lo menos dos especialistas externos al

programa. La Comisión evaluará la tesis incluyendo las características requeridas tales como su originalidad, su contribución al desarrollo de la línea de especialización matemática del candidato y su pertinencia de originar publicaciones científicas en revistas de corriente principal. Aceptada la tesis, el candidato podrá presentarse a rendir el **Examen de Grado** en un plazo no mayor a 30 días. El Examen de Grado es un acto público que consistirá en la exposición y defensa de la Tesis de Grado ante la Comisión de Tesis.

#### **Requisitos complementarios de graduación:**

**Examen de Idioma:** Consiste en la evaluación de la suficiencia idiomática del estudiante en inglés técnico. El examen de idioma deberá ser rendido dentro de los tres primeros años y consistirá en una presentación oral en inglés de un tema de investigación frente a una comisión ad-hoc designada por el Comité Académico del programa.

## 5.2 PLAN DE ESTUDIO

El plan de estudio está constituido sobre la base del desarrollo de una tesis original que se adscriba a una de las líneas de investigación desarrolladas dentro del programa. Las actividades académicas del Doctorado en Matemática comprenderán:

Nombre del curso o seminario	Período	Carácter	Créditos total SCT	Carga horaria total
Curso Específico 1	Primer semestre	Obligatorio	10	270
Curso Específico 2	Segundo semestre	Obligatorio	10	270
Curso Complementario 1	Primer semestre	Obligatorio	10	270
Curso Complementario 2	Segundo semestre	Obligatorio	10	270
Seminario de Investigación	Primer semestre	Obligatorio	10	270
Seminario de Investigación	Segundo semestre	Obligatorio	10	270
Seminario de Investigación	Tercer Semestre	Obligatorio	10	270
Seminario de Investigación	Cuarto Semestre	Obligatorio	10	270
Proyecto de Tesis	Tercer y cuarto Semestre	Obligatorio	40	1080
Tesis	Tercer y Cuarto Año	Obligatorio	120	3240
Total			240	6480

## CUADRO RESUMEN

Duración teórica del programa	8 semestres
Duración total en horas de trabajo efectivo	6480 horas
Equivalencia del creditaje del programa, según el Sistema de Créditos Transferibles	240 créditos SCT
Definición crédito/unidad equivalente	1 crédito SCT = 27 horas cronológicas

### 5.3 CURSOS Y SEMINARIOS DEL PROGRAMA POR LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

#### Línea Análisis no-lineal y de EDP

- Ecuaciones Diferenciales Parciales
- Métodos en Análisis no lineal para Ecuaciones Diferenciales Parciales

#### Línea Análisis Numérico

- Análisis Numérico de Ecuaciones Diferenciales Parciales
- Modelamiento de Fenómenos de Propagación de Ondas
- Tópicos en Acoplamiento FEM-BEM
- Interacción Fluido Estructura

#### Línea Control de EDP y Problemas Inversos

- Control de EDP
- Problemas Inversos
- Teoría Matemática del Control

### **Línea Modelación Estadística**

- Inferencia Estadística en Procesos Estocásticos
- Teoría Estadística
- Estadística Espacial
- Modelos Lineales
- Estadística Bayesiana
- Estimación No-Paramétrica
- Series de Tiempo Avanzadas
- Estadística Asintótica
- Procesos Fuertemente Dependientes

### **Línea Optimización**

- Análisis Convexo
- Sistemas Dinámicos y Problemas Variacionales

### **Línea de Procesos Estocásticos**

- Análisis Estocástico I
- Análisis Estocástico II
- Campo Aleatorio I
- Campo Aleatorio II
- Inferencia Estadística en Procesos Estocásticos
- Matrices Aleatorias Libres
- Métodos Numéricos en Probabilidad
- Modelos Estocásticos en Finanzas
- Teoremas Límites para Procesos de Larga Memoria.

### **Línea Sistemas Dinámicos**

- Dinámica Hiperbólica
- Introducción a los Sistemas Dinámicos
- Teoría Ergódica

### **Línea Teoría de Números**

- Aritmética I
- Aritmética II
- Curvas Elípticas
- Formas Modulares
- Teoría Analítica de los Números