



PROYECTO EDUCATIVO

PROGRAMA EN CONSORCIO DOCTORADO EN MATEMÁTICA

2021

ÍNDICE

	Pág.
I. Introducción	3
II. Objetivos del Programa	4
III. Perfil del Graduado	4
IV. Líneas de Investigación	4
V. Estructura del Programa y Plan de Estudio	7
5.1. Ciclos de Formación	7
5.2. Plan de Estudio	10
5.3. Cursos 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), la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) y la Universidad de Valparaíso (UV).

Este programa es 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, y por los Institutos de Matemática e Ingeniería Matemática de la Universidad de Valparaíso.

La trayectoria de las tres universidades involucradas en el desarrollo de la matemática y sus aplicaciones 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.

Como punto de partida, el Programa de Doctorado tiene como propósito:

1. Impartir en cooperación y al más alto nivel, un Programa en Consorcio llamado “Doctorado en Matemática”, cuya misión sea contribuir al desarrollo regional y nacional, potenciando y fortaleciendo la investigación científica en matemática.
2. 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.
3. 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, actualizada al nuevo reglamento del programa aprobado durante el año 2020 (ver apéndice).

II. OBJETIVOS DEL PROGRAMA

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

2.1 Objetivo general del programa

El Programa, de carácter académico, tiene como objetivo formar recursos humanos doctorados en Matemática, con formación de excelencia, avanzada y con una sólida especialización en alguna de las líneas de investigación que las universidades del Consorcio sostienen, capaces de contribuir a la formación de matemáticos y preparados para realizar investigación científica y/o tecnológica original, independiente y de vanguardia.

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 por el programa.
- Formar recursos humanos capaces de insertarse en un centro o institución que desarrolle o fomente la investigación científica.

III. PERFIL DE EGRESO

Conforme a los objetivos antes planteados, 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 que desarrollan, se traduce 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 dos cursos obligatorios de especialización, cada uno de ellos con sus respectivos programas de estudios;
- una lista de profesores que, adscritos a la línea de investigación y con perfil de investigador, tengan las competencias para dictar cada uno de dichos 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, el cual incluye los programas de los dos cursos obligatorios de especialización. En este sentido, el Comité procura que la oferta programática sea la adecuada, velando por que los cursos puedan ser seguidos por estudiantes de otras líneas, y que esta oferta 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, llamados profesores del Claustro, 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. Cabe notar que los profesores claustro sólo pueden pertenecer a una línea de investigación para la contabilidad del programa.

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 comisiones (examen de calificación, proyecto de tesis, examen de grado) o asistiendo como ministro de fe en alguno de estos hitos académicos.

El Comité Académico, de acuerdo a los criterios anteriores, revisa 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, entonces se suprime su difusión y oferta a estudiantes futuros.

Adicionalmente, existe un criterio máximo de estudiantes por línea. Este máximo está dado por $2(n-1)$ donde n es el número de profesores claustro de la línea. Además, se restringe hasta un máximo de tres estudiantes por profesor claustro, esto contabilizando también los alumnos donde el profesor actúa como tutor.

A continuación se presentan las líneas de investigación ofertadas actualmente:

Línea de Investigación	Coordinador	Universidad
Análisis no-lineal y de EDP	Alexander Quaas	USM
Análisis Numérico	Ignacio Muga	PUCV
Control de EDP y Problemas Inversos	Alberto Mercado	USM
Modelación Estadística	Cristian Meza	UV
Optimización	Pedro Gajardo	USM
Procesos Estocásticos	Soledad Torres	UV

Sistemas Dinámicos	Pierre Guiraud	UV
Teoría de Números	Luis Lomelí	PUCV

V. ESTRUCTURA DEL PROGRAMA Y PLAN DE ESTUDIOS

El programa de Doctorado en Matemática recoge en términos de su diseño curricular los propósitos del convenio entre las universidades patrocinantes. Los objetivos del Programa y el Perfil del Graduado respectivo están estrechamente ligados y permiten 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.

5.1 CICLOS DE FORMACIÓN

1° CICLO DE FORMACIÓN: DEFINICIÓN DE LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Este ciclo de formación tiene como objetivo que los estudiantes consoliden 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 del 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 distintas a la línea de especialización del 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 bien complementar la formación en su línea de investigación. Esta actividad se puede desarrollar 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.

Examen de Idioma:

Consistirá en una presentación oral en inglés de un tema de investigación frente a una comisión ad- hoc designada por el Comité Académico del Consorcio.

2° CICLO DE FORMACIÓN: “PROYECTO DE TESIS”

Este ciclo de formación tiene como propósito que el estudiante elabore su proyecto de tesis. 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.

La defensa del proyecto de tesis debe ser presentada 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 es un estudio guiado que permite adquirir habilidades o conocimiento que lo ayudará en el desarrollo del proyecto de tesis.

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	Proyecto de Tesis	Tesis (120 sct)				
Curso Complem. 1 (10 sct)	Curso Complem. 2 (10 sct)		Tesis (40 sct)						Examen de Grado
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		
Examen de Idioma									

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, a una publicación en revistas de corriente principal y que sea una contribución en el área de la matemática.

La actividad de desarrollo de la Tesis Doctoral comienza una vez aprobado el proyecto de tesis y se extiende entre el quinto y el octavo semestre del programa.

Finalizada la ejecución de la tesis, el Director de Tesis propondrá al Comité Académico una posible Comisión Evaluadora de la Tesis.

La **Comisión de Tesis** estará conformada por al menos cinco profesores(as), que incluirá al/la Directora(a) de Tesis y al menos dos especialistas externos al Programa. El Comité Académico del Consorcio designará, dentro de los miembros de la Comisión de Tesis, quién la presida, no pudiendo recaer esta responsabilidad en el/la Directora(a) de Tesis. Además, el Comité designará un(a) Profesor(a) Informante dentro de los profesores(as) externos, quien deberá enviar un informe escrito del trabajo de Tesis, que incluya un juicio técnico sobre el nivel del (los) artículo(s) para ser publicado(s) en revistas indexadas.

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, la cual calificará en conjunto el trabajo escrito de Tesis y su defensa oral. La nota del Examen de Grado corresponderá al promedio simple de estas dos evaluaciones y será la de la asignatura Tesis.

Requisitos complementarios de graduación:

El grado de Doctor en Matemática será otorgado por el Consorcio y se conferirá al/la candidato que hubiere aprobado los cursos obligatorios de especialidad y complementarios, los seminarios, el examen de calificación, el examen de idioma, el proyecto de tesis y aprobado el examen de grado. Podrán haber excepciones a lo anterior en el caso de cotutelas (ver Art. 44 del reglamento).

Adicionalmente, se considerará condición de graduación, que la investigación realizada en el contexto de la Tesis de Doctorado, se encuentre, al menos, en etapa de referato del proceso de publicación en alguna revista científica internacional.

5.2 PLAN DE ESTUDIOS

El plan de estudios está constituido sobre la base del desarrollo de una tesis original que se adscribe 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 DEL PROGRAMA POR LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

- **Línea Análisis no-lineal y de EDP**
 1. Ecuaciones Diferenciales Parciales
 2. Métodos en Análisis no lineal para Ecuaciones Diferenciales Parciales
- **Línea Análisis Numérico**
 1. Álgebra lineal Numérica
 2. Análisis Numérico de Ecuaciones en Derivadas Parciales
- **Línea Control de EDP y Problemas Inversos**
 1. Control de EDP
 2. Problemas Inversos
- **Línea Modelación Estadística**
 1. Teoría Estadística
 2. Modelos Lineales

- **Línea Optimización**
 1. Análisis Convexo
 2. Inclusiones Diferenciales y Aplicaciones en Optimización

- **Línea de Procesos Estocásticos**
 1. Análisis Estocástico I
 2. Análisis Estocástico II

- **Línea Sistemas Dinámicos**
 1. Introducción a los Sistemas Dinámicos Diferenciables
 2. Introducción a la Teoría Ergódica

- **Línea Teoría de Números**
 1. Aritmética
 2. Teoría Analítica de los Números