

CONSEJO ACADÉMICO

ACUERDO No. 302
18 NOV 2020

“POR MEDIO DEL CUAL SE APRUEBA EL PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN BIOMATEMÁTICAS PARA EL PERÍODO 2020 – 2027”.

El Consejo Académico de la Universidad del Quindío, en ejercicio de sus Facultades legales y estatutarias, especialmente las conferidas por la Ley 30 del año 1992 y el Acuerdo del Consejo Superior No. 028 del 28 de julio del año 2016 “Proyecto Educativo Uniquindiano” y

CONSIDERANDO:

- A)** Que el Artículo 69 de la Constitución Política de Colombia establece que: “Se garantiza la autonomía universitaria. Las Universidades podrán darse sus directivas y regirse por sus propios estatutos, de acuerdo con la Ley. La Ley establecerá un régimen especial para las universidades del Estado”.
- B)** Que la Ley 30 de 1992 por la cual se organiza el servicio público de educación superior reconoce en su Artículo 28 que es un ejercicio propio de las universidades el organizar las actividades de formación y crear y desarrollar sus programas académicos.
- C)** Que la Ley 1188 de 2008 estableció las condiciones de calidad para el registro calificado de los programas académicos de educación superior.
- D)** Que el párrafo del Artículo cuarto del Acuerdo No. 028 del Consejo Superior del 28 de julio de 2016, faculta al Consejo Académico para expedir las reglamentaciones y ajustes académicos necesarios a efectos de poner en marcha el “Proyecto Educativo Uniquindiano”.
- F)** Que el Proyecto Educativo Institucional se constituye como referencia y base orientadora de las decisiones sobre las funciones esenciales de la Universidad, la gestión de los recursos y guía para el diseño de los Planes de Desarrollo Institucional, los Proyectos Educativos de Facultad y los Proyectos Educativos de Programa.
- G)** Que la Resolución del Consejo Académico No. 061 del 25 de octubre del 2016 en su artículo primero, reglamenta el procedimiento para la aprobación de los Proyectos Educativos de Facultad y de Programa.
- H)** Que la Universidad del Quindío se ha estructurado en lo referente a su filosofía y en lo operativo, en tres niveles organizacionales (Institución, Facultad y Programa Académico), cada uno con sus propias necesidades de planificación; los cuales se constituyen en espacios de reflexión y toma de decisiones que anteceden la acción y profundizan la autodeterminación.
- I)** Que cada ejercicio de planificación en la institución tiende a expresarse o comunicarse mediante un documento en el cual se plasman los análisis y propósitos compartidos de los actores que acuden a la cita planificadora en cada nivel, teniendo como objetivo la acreditación de alta calidad de las unidades o programas académicos y de la Institución.
- J)** Que el Consejo Curricular de la Maestría en Biomatemáticas adscrita a la Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías, en sesión del día 25 de septiembre de 2020, Acta No. 08, avaló el Proyecto Educativo del Programa de Maestría en Biomatemáticas para el período 2020-2027 y recomendó continuar los trámites administrativos respectivos.

CONSEJO ACADÉMICO

ACUERDO No. 302
18 NOV 2020

“POR MEDIO DEL CUAL SE APRUEBA EL PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN BIOMATEMÁTICAS PARA EL PERÍODO 2020 – 2027”.

K) Que el Consejo de la Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías, en sesión del día 16 de octubre de 2020, Acta No. 013, avaló el Proyecto Educativo del programa de Maestría en Biomatemáticas y recomendó ante el Consejo Académico.

L) Que el Consejo Académico en sesiones ordinarias del 11 y 18 de noviembre del año 2020, aprobó el Proyecto de Acuerdo “Por medio del cual se aprueba el Proyecto Educativo del Programa Maestría en Biomatemáticas, para el periodo 2020- 2027”.

Que por lo anteriormente expuesto, el Consejo Académico en pleno uso de sus facultades.

ACUERDA:

ARTÍCULO PRIMERO. Aprobar el Proyecto Educativo del Programa Maestría en Biomatemáticas para el período comprendido entre los años 2020 y 2027.

ARTÍCULO SEGUNDO. El documento “Proyecto Educativo del Programa Maestría en Biomatemáticas 2020-2027”, hace parte integral de este Acuerdo con 67 folios.

ARTÍCULO TERCERO. El Consejo Curricular de la Maestría en Biomatemáticas y el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías, serán los responsables de la ejecución del Proyecto Educativo del Programa, en el marco de las disposiciones institucionales.

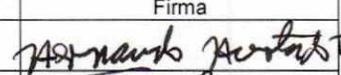
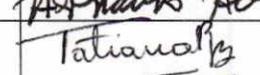
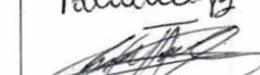
ARTÍCULO CUARTO. El presente Acuerdo rige a partir de la fecha de su expedición.

PUBLÍQUESE, COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE

Dado en Armenia Q., a los 18 NOV 2020


JOSÉ FERNANDO ECHEVERRY MURILLO
Presidente


CLAUDIA PATRICIA BERNAL RODRIGUEZ
Secretaria General

	Nombres y Apellidos	Firma
Proyectó	Luis Hernando Hurtado – Director Maestría en Biomatemáticas	
Revisó	Larissa Tatiana Rico Buitrago – Directora Unidad Curricular	
	José Enver Ayala Zuluaga – Vicerrector Académico	
Aprobó	Víctor Alfonso Vélez Muñoz – Jefe Oficina Jurídica	

Los arriba firmantes declaramos que hemos revisado el presente documento y soportes (de ser el caso) y lo encontramos ajustado en términos técnicos y administrativos; así como a las normas y disposiciones legales vigentes y, por lo tanto, bajo nuestra responsabilidad, lo presentamos para la firma del Rector y la Secretaria General de la institución, como parte del Consejo Académico.



**UNIVERSIDAD
DEL QUINDÍO**

**PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA MAESTRÍA
EN BIOMATEMATICAS
2017 - 2027**

Por una Universidad
PERTINENTE CREATIVA INTEGRADORA

www.uniquindio.edu.co



**UNIVERSIDAD DEL QUINDIO
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS Y TECNOLOGÍAS
PROGRAMA DE MAESTRIA EN BIOMATEMÁTICAS**

REGISTRO CALIFICADO

**Resolución N° 11285 del 26 de agosto de 2013
Incorporado al Sistema Nacional de Información de la Educación
Superior SNIES 12036**

ARMENIA, QUINDIO

Noviembre de 2020



CONSEJO SUPERIOR
UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO

ROBERTO JAIRO JARAMILLO CÁRDENAS
Gobernador del Quindío / Presidente del Consejo Superior

JUAN CARLOS RAMÍREZ GÓMEZ
Delegado de la Presidencia de la República

WILFER ORLANDO VALERO QUINTERO
Delegado Ministerio de Educación Nacional

ALVARO CORDOBA NIETO
Representante de los Ex Rectores

DIANA PATRICIA LÓPEZ ECHEVERRY
Representantes Sector Productivo

BAYRON MANUEL RUIZ HOYOS
Representante de los Profesores

HENRRY REYES PINEDA
Representante Directivas Académicas

LUIS CARLOS QUINTERO MONJE
Representante de los Egresados

ALIX JULIANA OCAMPO LONDOÑO
Representante de los Estudiantes

JOSÉ FERNANDO ECHEVERRY MURILLO
Rector Universidad del Quindío



CONSEJO ACADÉMICO
UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO

JOSÉ FERNANDO ECHEVERRY MURILLO
Rector Universidad del Quindío (Presidente Consejo Académico)

JOSÉ ENVER AYALA ZULUAGA
Vicerrector Académico

CÉSAR AUGUSTO ACOSTA MINOLI
Vicerrectora de Investigaciones

LUIS FERNANDO POLANÍA OBANDO
Vicerrector de Extensión y Desarrollo Social

GERMÁN DARÍO GÓMEZ MARÍN
Facultad de Ciencias Básicas Y Tecnologías

CARLOS IVÁN CORREA VALENCIA
Facultad de Ciencias Económicas

MILDRED EUGENIA GUTIÉRREZ MORENO
Facultad de Ciencias Humanas Y Bellas Artes

JORGE LUIS DUQUE VALENCIA
Facultad de Ciencias de la Salud

JHOJAN CARDONA PATIÑO
Facultad de Educación

GUSTAVO BOTERO ECHEVERRY
Facultad de Ingeniería

HENRY REYES PINEDA
Facultad de Ciencias Agroindustriales

OLGA ALICIA NIETO CÁRDENAS
Representante de los directores de postgrados

FERNANDO MEJÍA LÓPEZ
Representante de los directores de pregrado

LINA MARÍA LÓPEZ CASTAÑEDA
Representante de Los Docentes



LUIS FERNADO MARÍN RÍOS
Representante de Los Docentes

JOHAN ANDRÉS RODRÍGUEZ LUGO
Representante de los Estudiantes

CLAUDIA PATRICIA BERNAL RODRIGUEZ
Secretaria General



CONSEJO DE FACULTAD
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS Y TECNOLOGÍAS
UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO

GERMAN DARIO GOMEZ MARIN
Decano Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías

HERNANDO ARIZA CALDERON
Director Maestría en Ciencias de los Materiales / IIC

LUIS HERNANDO HURTADO TOBÓN
Director Maestría en Biomatemáticas

CRISTIAN CAMILO VILLA ZABALA.
Director Doctorado en Ciencias / Maestría en Química

MARIA DEL PILAR SEPULVEDA NIETO
Directora Maestrías Medio Ambiente / Ciencias-Biología Vegetal

CLAUDIA MILENA GONZALES ARBELAEZ
Directora Tecnología en Instrumentación Electrónica

FERNANDO CUENU CABEZAS
Director Química

PAULO CÉSAR CARMONA TABARES
Director Física

LARRI ALVAREZ RODAS
Director Biología

FABIANA MARIA LORA
Representante Docentes

JAIR GARCIA ARIAS
Representante Docentes

VICTOR HUGO GARCIA MERCHAN
Asesor de Investigaciones

ALEJANDRO JARAMILLO IBAGÓN
Asesor de Extensión

ALEXANDER CARDONA NARANJO
Representante Graduados



LUISA FERNANDA SIERRA
Representante Estudiantes

CONSEJO CURRICULAR
PROGRAMA DE MAESTRIA EN BIOMATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO

LUIS HERNANDO HURTADO TOBON
Director

IRENE DUARTE GANDICA
Grupo Escuela de Investigación en Biomatemática

ANIBAL MUÑOZ LOAIZA
Grupo Modelación Matemática en Epidemiología

MARIA DOLLY GARCIA GONZALEZ
Grupo de Investigación y Asesoría en Estadística

PAULO CESAR CARMONA TABARES
Seminario Interdisciplinario Grupo en Matemática Aplicada.

HERNAN DARIO TORO ZAPATA
Representante de los egresados

Representante de los estudiantes

Representante de los estudiantes

Contenido

2. PRESENTACION	10
2.1 Propósito central del PEP	10
2.2 Proceso participativo en la elaboración del PEP	10
2.3 Intención formativa general	10
2.4 Actividades docentes, de investigación y de proyección social	11
2.5 Generalidades del programa	12
3. CONTEXTO ACADÉMICO	13
3.1 Origen de la Biomatemática	13
3.2 Origen y desarrollo histórico del programa	14
3.3 Estado de desarrollo de la Biomatemática en el país	15
3.4 Relación del programa con la problemática nacional	15
3.5 Relación con la problemática regional y local	19
3.6 El Propósito general del programa	19
4. MISION Y VISIÓN	20
4.1 Misión y Visión del Programa	20
4.2 Articulación con los pilares estratégicos	22
5. RETO FORMATIVO	23
5.1 La formación integral	23
5.2 Competencias y perfiles Globales	24
5.3 Resultados de Aprendizaje	¡Error! Marcador no definido.
5.4 Criterios formativos	25
5.4.1 La flexibilidad curricular	25
5.4.2 La interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad	26
5.4.3 La internacionalización	26
5.4.4 La calidad institucional	28
5.4.4.3 Los procesos de autoevaluación	31
6. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y PEDAGÓGICA DEL PROGRAMA.	32
6.1 Fundamentación teórica	32

6.2	Fundamentación pedagógica	35
6.3	Lineamientos pedagógicos y didácticos adoptados en la Institución según la metodología y modalidad del programa	37
6.4	Articulación e integración curricular	38
6.5	Plan de estudios y otros aspectos relevantes del currículo	42
7.	ACCIONES ESTRATEGICAS.....	45
7.1	Acciones estratégicas para la docencia	45
7.2	Acciones estratégicas para la investigación	46
7.3	Acciones estratégicas para el desarrollo de competencias comunicativas y el manejo de un segundo idioma	49
7.4	Acciones estratégicas para incorporar el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación en la formación investigativa de los estudiantes.	50
7.5	Acciones estratégicas para la proyección social.....	50
7.6	Acciones estratégicas para la construcción e interacción con redes académicas	51
7.7	Acciones estratégicas para la planeación académica y la acreditación	52
7.8	Acciones estratégicas para la administración y gestión curricular	54
7.9.	Acciones estratégicas para la internacionalización.....	56
7.10	Acciones estratégicas para el seguimiento a graduados	56
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	57

2. PRESENTACIÓN

2.1 Propósito central del PEP

Este documento es el resultado de un proceso de reflexión y autoevaluación hecho por la comunidad académica del postgrado en Biomatemáticas como una Maestría de Investigación en el sentido del Decreto 1001 del Ministerio de Educación Nacional, del 3 de abril de 2006. Los planteamientos presentados dejan entrever una estrategia para garantizar el futuro del programa hacia el año 2025

De otra parte, y en concordancia con la Política Académico Curricular de la Universidad del Quindío, el documento tiene como uno de sus propósitos armonizar el Proyecto Educativo de la Maestría en Biomatemáticas con el Proyecto Educativo Uniquindiano (Acuerdo CS 028 de julio de 2016) y el Proyecto Educativo de la Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías.

2.2 Proceso participativo en la elaboración del PEP

Un elemento importante en la elaboración de este documento es la socialización de su contenido con los estamentos directamente involucrados, es decir los docentes, estudiantes y egresados de la Maestría. La socialización se hizo a través de jornadas de trabajo donde fueron analizados y complementados, con una metodología tipo taller, los diferentes componentes del documento; la legitimidad que de allí resulta es más importante que la misma legalidad de la propuesta.

2.3 Intención formativa general

El Programa Académico de Maestría en Biomatemáticas, tiene como propósito central formar un magister con altas competencias profesionales en el campo de las matemáticas, con énfasis en sus aplicaciones a las ciencias de la vida, a través de una orientación directa que se ofrece al estudiante en la cátedra y una orientación indirecta con las asesorías en los diferentes espacios académicos más el acompañamiento en el desarrollo del trabajo de grado y la vinculación a proyectos de investigación.

Como se trata de una maestría de investigación, una parte importante del Programa es enfrentar el estudiante a la idea de desarrollar nuevo conocimiento a través de la investigación científica; en esta forma el Programa responde a los propósitos institucionales en la formación de posgrado con marcado énfasis investigativo, aportando a la solución de las problemáticas propias del surgimiento de nuevos paradigmas y desde allí se propicia el desarrollo de modelos matemáticos que cada vez hacen una mejor representación de los fenómenos, todo ello buscando contribuir a la transformación de la sociedad con el desarrollo de nuevas

metodologías para mejorar procesos productivos, abordar problemas de salud y estrategias de protección ambiental.

2.4 Actividades docentes, de investigación y de proyección social

Para lograr sus propósitos el Programa se apoya en un modelo pedagógico que está en plena correspondencia con el enfoque institucional y de la Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías para estos mismos propósitos, integrador-sociocognitivo-experiencial. Las diferentes actividades que apuntan a la formación parten de unos conocimientos previos del estudiante, se fortalecen con una fundamentación matemática y se complementan con la vinculación a una serie de experiencias que contribuyen a desarrollar la competencia investigativa, donde se destaca su participación como expositor en seminarios internos de la Universidad y en diversos eventos de divulgación científica que se realizan en diferentes instituciones del país y del exterior; esta acción se potencia aún más con las pasantías en universidades del exterior, donde el estudiante comparte su experiencia investigativa con otros profesionales, todo ello respondiendo así a **lo experiencial**.

Por otra parte, la cátedra y demás actividades de compartir conocimiento se orientan más a la discusión y el análisis de las teorías que soportan los modelos existentes que al manejo y la operatividad de los mismos, esto es, se privilegia el desarrollo de competencias del saber y del saber hacer, propios de la investigación científica y que apuntan a lo **cognitivo**.

Por su naturaleza, el Programa aborda un campo temático que está en la intersección de dos disciplinas, la Biología y la Matemática; se trata de la lectura de las dinámicas de los fenómenos biológicos utilizando la modelización matemática y en ese sentido es **integrador**, pero alcanzando además un grado de interdisciplinariedad que apunta hacia un enfoque transdisciplinario el cual tiene como resultante un nuevo paradigma donde se hacen indistinguibles los marcos teóricos y metodológicos de la Biología y la Matemática.

Los resultados de la aplicación de este modelo pedagógico se expresan en el desarrollo de unas competencias; interesa particularmente en la formación del estudiante hacer énfasis en las competencias *aprender a aprender* y *aprender a pensar*, utilizando las matemáticas. Importante también el desarrollo de la competencia *aprender a comunicar* toda vez que una de las características del profesional formado en Biomatemáticas debe ser su capacidad para comunicar sus hallazgos y elaborar nuevas propuestas frente al análisis de diferentes problemáticas en el campo de las ciencias de la vida.

También el propósito del programa, de formar para la investigación, hace que resulte muy importante el desarrollo de la competencia *aprender a compartir sin dejar de ser crítico*, tener su propio punto de vista y ser capaz de expresarlo con la intención de compartir conocimiento respetando las posiciones en contra.

El desarrollo de las dos últimas competencias mencionadas, permitirá al estudiante compartir sus conocimientos en grupos interdisciplinarios aportando su

conocimiento matemático en el estudio de problemas y presentado los resultados de la manera más sencilla y concreta por medio del lenguaje formal de la matemática. En estas condiciones es clara la necesidad de desarrollar en el Magíster de Biomatemáticas, habilidades lingüísticas como la escritura de texto científico en el idioma español y la lectura de textos en inglés, así mismo fortalecer la capacidad para comunicar sus ideas con las actuales herramientas informáticas.

Por último, la razón de ser del Programa responde a la Política Académica Curricular de la Universidad del Quindío (PAC)¹ la cual define como uno de los principios formativos de la institución el *continuum* de formación, como una respuesta a las expectativas y necesidades de una comunidad diversa y de una sociedad dinámica. El *continuum* de formación es la línea de aprendizaje sistemática por disciplinas y campos de conocimiento que se integran y articulan en una secuencia, en forma de espiral, que se extiende a través de las diferentes áreas curriculares, sin interrupción y de manera permanente. En la Universidad del Quindío esto se materializa, entre otras, con la formación en el nivel de posgrado.

2.5 Generalidades del programa

La ficha que resume las principales características del Programa es la siguiente:

El programa está adscrito a	Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías
Nombre del programa	Maestría en Biomatemáticas
Título que otorga	Magíster en Biomatemáticas
Nivel del programa	Maestría
Metodología	Presencial
Modalidad	Investigación
Registro Calificado	Registro calificado Resolución N° 11285 del 26 de agosto de 2013.
Código SNIES	12036
Norma interna de creación	Acuerdo del Consejo Superior 030 de junio 30 / 2000
Duración estimada del programa	4 semestres
No. de Créditos Académicos	46
Periodicidad de la admisión	Anual



Luis Hernando Hurtado Tobón
Director Maestría en Biomatemáticas

¹ Acuerdo del Consejo Superior 029 del 28 de julio de 2016.

3. CONTEXTO ACADÉMICO

3.1 Origen de la Biomatemática

La modelización matemática es el equivalente en Español a la expresión del Inglés *mathematical modelling* que, según The Oxford Spanish Dictionary, se refiere a una forma de abstracción y generalización que se realiza con el fin de poder analizar globalmente y conocer las tendencias que presenta un fenómeno (Galimberti & Russell, 1994). Este tipo de modelización consiste esencialmente en el arte de representar situaciones de la realidad por medio de funciones matemáticas, cuyo comportamiento puede ser posteriormente interpretado en el lenguaje del fenómeno. La modelización, por supuesto, es una aproximación a la realidad del fenómeno, una simplificación, es solamente una representación.

Un espacio donde es posible este tipo de modelización es justamente la Biomatemática, pensada con un enfoque transdisciplinario como una intersección entre la Biología, la Matemática y la calidad de vida que aborda el estudio de los problemas desde la modelización matemática.

Las tentativas de hacer representaciones matemáticas de los fenómenos biológicos ganaron su puesto en la comunidad científica con los modelos de interacción entre especies debidos a Lotka – Volterra y Kostitzin y, con los modelos de epidemiología de Kermack – Mckendrick en la primera mitad del siglo XX. Estos modelos utilizan la teoría de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias y Ecuaciones Diferenciales Parciales y están basados en las leyes físicas de la conservación de masas (Bailey, 1997) .

En este proceso de modelización han encontrado su aplicación nuevas áreas de la Matemáticas como: la Teoría del Caos, la Teoría de las Bifurcaciones y la Teoría Fuzzy entre otras. Además, el fácil acceso al computador y la aparición de nuevas técnicas computacionales han permitido un avance rápido y eficiente en la modelización de los fenómenos biológicos.

La primera dificultad, que se hace evidente cuando se trata de aplicar la Matemática al análisis de situaciones biológicas, radica en el hecho de que los fenómenos biológicos tienen un comportamiento complejo ya que sus variables están acompañadas de una gran aleatoriedad y generalmente son sensibles a pequeñas perturbaciones, lo cual hace que aparezca la necesidad de incorporar en los modelos el componente estocástico.

El surgimiento de nuevos paradigmas, diferentes a los tradicionales, propicia el desarrollo de modelos que cada vez hacen una mejor representación de los fenómenos, capaces de simular, prever y hasta influir en fenómenos biológicos; tales como la dinámica de redes neuronales, la teoría de difusión y la agregación celular (Murray, 1993) .

La complejidad de los fenómenos biológicos, que podría causar desinterés en la matematización de los mismos, es al contrario una motivación para los investigadores, lo que convierte a la Biomatemática en una fuente de inspiración para el desarrollo de la propia Matemática.

Sobre modelos matemáticos que explican situaciones biológicas, Ferreira Jr. en su tesis doctoral dice: “La ~~microscópicos y los modelos~~ ~~macroscópicos~~ de un mismo fenómeno biológico, es un campo de difícil análisis y la estrategia más común para su estudio, es la formalización de un modelo amplio, que considere el uso de escalas muy diversas” (Ferreira, 1993) .

Está claramente perfilado entonces un campo de acción para investigadores de las Ciencias Naturales, más concretamente de las ciencias de la vida, que puede ser dinamizado a través de la educación formal y que por sus características debe ser abordado en el nivel de formación avanzada, inicialmente con un programa de Maestría y a mediano plazo con un programa de Doctorado.

Desarrollar el área de la Biomatemática le permitirá a la Universidad participar en el análisis de la problemática regional y nacional, en áreas como la protección ambiental, el control de epidemias, la protección de especies, etc., aportando a las metodologías existentes el desarrollo e implementación de modelos matemáticos que permitan una visión global de las diferentes problemáticas.

3.2 Origen y desarrollo histórico del programa

La Maestría en Biomatemática tiene un primer antecedente en una Especialización en Aplicaciones Matemáticas a las Ciencias Biológicas, creada por la Universidad del Quindío en el año 1987. Después de una primera promoción y unos ajustes curriculares, este programa se convirtió en la Especialización en Biomatemáticas que funcionó hasta el año 2000 en la ciudad de Armenia y desarrolló además una promoción en convenio con la Universidad de Caldas, en la ciudad de Manizales.

El desarrollo de la Especialización en Biomatemática, permitió construir una base para la investigación utilizando la modelización matemática de problemas biológicos, por medio del trabajo interdisciplinario desarrollado con profesionales de las áreas de Salud, Ciencias Agronómicas y Ciencias Básicas, lográndose a través de este trabajo dos resultados importantes: en primer lugar la consolidación de dos líneas de investigación, una en Ecología Matemática y otra en Epidemiología Matemática y, en segundo lugar, la realización de convenios interinstitucionales para el desarrollo de investigaciones con instituciones como el Instituto de Investigaciones Marinas (INVEMAR) con sede en de Santa Marta (1995) y la Fundación Herencia Verde, capítulo de Salento en 1997.

La experiencia adquirida con la Especialización, promovió también en la Universidad la formación de grupos de investigación y de trabajo interdisciplinario, que abordan temas ecológicos, fisiológicos y epidemiológicos con el enfoque de la modelización matemática. Estos hechos terminaron por corroborar la importancia de crear un programa de Postgrado en Biomatemáticas, a nivel de Maestría, como un espacio para ofrecer a profesionales de diferentes áreas una visión y unas herramientas necesarias que les permitiera incursionar en la investigación en las áreas mencionadas, pero enfocándola desde la construcción y/o extensión de modelos matemáticos con el fin último de mejorar las condiciones de vida de la población humana.

3.3 Estado de desarrollo de la Biomatemática en el país

La Biomatemática es fundamentalmente un tema de investigación con amplias posibilidades de aplicación en el corto plazo, pero aún no se puede catalogar como una profesión. Se puede clasificar en el área del conocimiento de las Ciencias Naturales y Exactas, en el Núcleo del conocimiento de las Matemáticas y la Estadística, abordando temas de la intersección con las Ciencias Biológicas. Además, como tema de investigación, es objeto de estudio en diversos escenarios académicos: línea de profundización en programas de doctorado en varias universidades de EEUU y Europa, tema de análisis en organizaciones como el BIOMAT, la Sociedad Latinoamericana de Biomatemáticas (SOLABIMA) y la Sociedad Latinoamericana de Ecología Matemática.

En el campo de la formación de recurso humano, la Maestría en Biomatemáticas de la Universidad del Quindío es el único programa al nivel de maestría y con enfoque investigativo que se ofrece en la América hispana.

En términos de cifras parece muy poco significativa la contribución de las Maestrías en Ciencias Naturales al desarrollo de la capacidad investigativa del país si solamente miramos los números que aparecen en la Tabla1, pero sería distinto y más informativo si la contribución la miramos en términos de resultados, por ejemplo considerando indicadores como la producción académica de profesores y egresados de estos programas; pues a la final el impacto de un programa académico no lo da el número de graduados sino su capacidad de transformar para resolver problemas de desarrollo del país.

3.4 Relación del programa con la problemática nacional

El contexto político reconoce la función que cumple la investigación de expandir la frontera del conocimiento para dar respuesta a las necesidades y oportunidades sociales y de desarrollo productivo del país. En este tema, se identifica como un problema de desarrollo para el país la baja generación de conocimiento de alto impacto que permita dar esas respuestas, y se propone el objetivo de aumentar la

generación de conocimiento pertinente y de alto valor como se establece en el documento Conpes 3582 de 2015.

Un factor fundamental en la generación de conocimiento es la oferta de capital humano de alto nivel, que de paso refleja la capacidad de las IES para formar este tipo de personal (Friedman, 2011). A la fecha, el país cuenta con 205 programas de doctorado y al analizar la calidad de estos programas, se observa que solo cinco (equivalente al 2,4%), cuentan con registro de alta calidad y pertenecen a las áreas de Educación, Física y Medicina ofrecidos por la Universidad de Antioquia, en Agronomía de la Universidad Nacional y en Ingeniería de la Universidad de los Andes; de estos programas el 25% son del área de Ciencias Sociales y Humanas, el 19% de Matemáticas y Ciencias Naturales y el 17% de Ingeniería y Arquitectura (Departamento Nacional de Planeación, 2015).

Una imagen de la problemática, en cuanto a la formación de recurso humano, a nivel nacional, particularmente en Matemáticas, se planteó en el editorial de la Revista de Matemáticas de la Escuela Regional de Matemáticas, ERM, vol2, N° 2, 1992, cuando afirma. “ Desde mediados de la década de las políticas del Estado, la creencia de que el país había logrado formar suficientes profesionales con nivel de doctorado para sustentar, adecuadamente, su desarrollo científico. Ello explica por qué las políticas, tanto del ICFES como de COLCIENCIAS, omitieron apoyar programas de formación profesoral de largo plazo y se centraron, durante la década del 80, en el apoyo a pasantías y asesorías internacionales. Ahora se ven, con claridad, los vacíos de esta política. No solo no se logró adquirir el ritmo de desarrollo deseado, en la expansión y consolidación de los estudios de postgrado y de una actividad investigativa en matemáticas, sino que enfrentamos la posibilidad de un estancamiento o retroceso como consecuencia de una renovación forzosa, de tipo generacional

Aunque la situación está planteada para ese entonces (1992) y se refiere a la Matemática, la misma es aplicable a las Ciencias Naturales y Exactas en general y la preocupación sigue siendo válida, tal vez más crítica, 26 años después.

La tabla que aparece a continuación, tomada del Observatorio Nacional de Ciencia y Tecnología (2015), muestra la evolución del número de graduados en el país en programas de maestría entre 2005 y 2014, clasificados por áreas del conocimiento.

Tabla 1: Graduados en programas de maestría entre 2005 y 2014.

Tabla 2.2. Graduados en programas nacionales de maestría por área de la ciencia y la tecnología OCDE y Núcleo Básico de Conocimiento NBC, 2005 - 2014

Graduates from Colombian master programs according to OECD field of science and technology and Basic Knowledge Categories (NBC), 2005 - 2014

Área OCDE / OECD field	Núcleo Básico de Conocimiento Basic Knowledge Categories	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total 2005 - 2014	% sobre el total
Ciencias naturales y exactas Natural sciences	Biología, microbiología y afines	140	200	158	200	150	252	256	288	301	296	2.241	7,96%
	Física	40	57	92	98	71	81	84	110	78	117	828	
	Geología y otros programas de ciencias naturales	8	13	29	14	22	39	43	38	31	39	276	
	Matemáticas, estadística y afines	50	55	75	70	100	124	140	127	112	145	998	
	Total ciencias naturales y exactas	262	357	417	441	409	566	598	664	631	747	5.092	
Ingeniería y tecnología Engineering and technology	Arquitectura	28	39	33	63	61	55	70	89	89	105	632	16,91%
	Ingeniería administrativa y afines	0	0	0	2	21	21	53	51	38	54	240	
	Ingeniería agrícola, forestal y afines	8	14	7	12	7	8	15	12	9	11	103	
	Ingeniería agroindustrial, alimentos y afines	0	1	1	4	17	25	19	39	26	47	179	
	Ingeniería agronómica, pecuaria y afines	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Ingeniería ambiental, sanitaria y afines	45	73	71	81	95	77	89	92	99	138	860	
	Ingeniería biomédica y afines	8	6	11	4	14	5	4	4	2	0	58	
	Ingeniería civil y afines	120	87	47	62	50	41	184	254	184	230	1.259	
	Ingeniería de minas, metalurgia y afines	10	21	22	26	32	30	35	35	27	33	271	
	Ingeniería de sistemas, telemática y afines	71	189	288	399	314	349	276	415	305	348	2.954	
	Ingeniería eléctrica y afines	44	23	13	18	12	20	30	35	48	66	309	
	Ingeniería electrónica, telecomunicaciones y afines	54	41	38	47	68	78	106	99	110	112	753	
	Ingeniería industrial y afines	53	34	26	24	27	49	180	223	246	164	1.026	
	Ingeniería mecánica y afines	23	9	2	9	9	10	29	54	44	43	232	
	Ingeniería química y afines	12	14	21	15	18	15	21	45	42	51	254	
Otras Ingenierías	42	49	102	115	127	96	361	454	158	186	1.690		
Total Ingeniería y tecnología	518	600	682	881	872	879	1.472	1.901	1.427	1.588	10.820		
Ciencias médicas y de la salud Medical and health sciences	Bacteriología	0	0	0	0	0	0	11	9	5	6	31	5,54%
	Deportes, educación física y recreación	0	10	4	12	5	5	19	9	8	8	80	
	Enfermería	40	23	48	24	32	17	41	47	33	40	345	
	Instrumentación quirúrgica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Medicina	60	44	61	58	118	157	187	195	224	180	1.284	
	Nutrición y dietética	0	0	0	0	0	14	0	8	5	2	29	
	Odontología	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	9	
	Optometría y otros programas de ciencias de la salud	0	0	0	0	5	6	7	6	68	79	171	
	Salud pública	86	177	77	89	120	153	148	192	170	283	1.485	
Terapias	6	5	11	2	1	10	9	24	22	11	101		
Total ciencias médicas y de la salud	192	259	201	185	281	362	422	490	541	612	3.545		

Fuente: Observatorio Nacional de Ciencia y Tecnología (2015).

A propósito de estas cifras, Colombia está lejos de haber desarrollado la capacidad de investigación que requiere; entre las mayores dificultades detectadas por el Sistema de Ciencia y Tecnología (SCyT) se ha identificado la gran escasez de recurso humano para realizar investigación e innovación, lo cual conlleva a una baja capacidad para generar y usar conocimiento en todos los niveles del sistema productivo y de los servicios, convirtiéndose en un impedimento para alcanzar mayores niveles de innovación y productividad.

Con relación a los niveles de formación de talento de alto nivel, es importante examinar el nivel de vinculación de profesionales con título de maestría y doctorado en las empresas colombianas. En 2012, para los sectores de industria, comercio y servicios, los empleados con maestría o doctorado representan una minoría

respecto del total de empleados, llegando solo al 0,78% para la industria, 0,53% en el comercio y 2,01% en el sector servicios. En comparación, por ejemplo con EE.UU, el porcentaje de empleados con formación de maestría y doctorado llegó al 13,1% en promedio para todos los sectores. Esto indica que las empresas en Colombia no cuentan con una suficiente oferta de talento de alto nivel o la oferta actual no responde a las necesidades de las empresas (Departamento Nacional de Planeación, 2015).

Pero más allá de la variedad en la oferta de programas de posgrado hay un problema de la pertinencia, como bien se plantea en el PEF (Proyecto Educativo de Facultad), de Ciencias Básicas y Tecnologías cuando afirma que la oferta no puede ser ajena a las megatendencias del mundo actual que cambian la sociedad tanto en sus costumbres de consumo como en las costumbres de formación y adquisición de conocimiento. Los desarrollos en Ciencia Básica han permitido la creación de aplicaciones tecnológicas cuyo impacto en la sociedad los erige como elementos de cambio en el enfoque de la investigación científica y de cierta forma modelan los procesos de investigación aplicada.

En medio de todo este panorama está el problema de la calidad de los posgrados que se ofrecen, las publicaciones son el mecanismo por excelencia para evidenciar la generación de nuevo conocimiento y alrededor de las cuales se concentra la medición de la producción científica a nivel mundial. Al respecto, mientras en Colombia se publican 5,1 artículos por cada mil millones de dólares del PIB, los países miembros de la OCDE publican en promedio 38,8 artículos. En América Latina, la producción colombiana de publicaciones representa el 6,1%, ubicándose en el quinto lugar por debajo de Brasil, México, Argentina y Chile (Cornell U., 2015). La dinámica de la publicación científica se relaciona con los demás productos obtenidos en los procesos de investigación, los cuales en Colombia se clasifican en cuatro grandes tipos: i) generación de nuevo conocimiento (22,8% del total); ii) desarrollo tecnológico e innovación (3,2%); y el 73% adicional en apropiación social del conocimiento (iii) y formación de recursos humanos para la CTI (iv). En relación con la generación de nuevo conocimiento, durante los últimos 5 años el número de publicaciones nacionales ha mostrado una tasa de crecimiento anual de 13,2%, superando la de países como Brasil (5,3%) y el promedio de la región (6,4%); no obstante, la citación que reciben estas publicaciones es bajo de acuerdo con el Field-Weighted Citation Impact (FWCI). El detalle de la tipología de productos de las actividades de investigación puede consultarse en COLCIENCIAS (Departamento Nacional de Planeación, 2015). Surge entonces la inquietud de que el problema del bajo nivel de capital humano no se resuelve solamente aumentando el número de graduados en maestrías y doctorados, en las diferentes áreas del conocimiento, es indispensable garantizar la calidad académica de los mismos de tal forma que con ellos se esté entregando a la sociedad un grupo de innovadores y emprendedores en diferentes campos del saber. No garantizar esta última parte es hacer **más de lo mismo**, pero a un mayor costo.

3.5 Relación con la problemática Regional y Local

La región del Occidente Colombiano ha avanzado en su desarrollo científico en los últimos años, creando y consolidando programas de Maestría en áreas de la matemática como los que existen en la Universidad de Antioquia, la Universidad del Cauca, la Universidad Tecnológica de Pereira y la Universidad del Valle; sin embargo en el Departamento del Quindío se identifica como una de las principales debilidades en el campo de la Competitividad la que registran los indicadores Ciencia y Tecnología y Capital Humano (Hurtado & Landazuri, 2015). La idea entonces es responder a esta debilidad con una maestría que enfatice la aplicación de la matemática al campo de las ciencias de la vida, posibilidad que sólo se ofrece en la Universidad del Quindío y responde por un lado a la vocación agrícola de la región y por el otro al desarrollo académico de carácter científico en diferentes ramas de la Biología y la Matemática que se viene dando en la Universidad y que se hace manifiesta en el desarrollo de los grupos de investigación como son el Centro de Investigación en Biodiversidad y Biotecnología – CIBUQ, el Grupo de Agroindustria de frutas tropicales y el Grupo de Diversidad Faunística del campo de la Biología; unido a un grupo del campo de las Ciencias Biomédicas como el Grupo de Estudio en Parasitología Molecular y de la Matemática como la Escuela de Investigación en Biomatemáticas, el Grupo de Investigación y Asesoría en Estadística, el Seminario Interdisciplinario Grupo en Matemática Aplicada y el Grupo de Modelación Matemática en Epidemiología.

3.6 El Propósito General del Programa

La Maestría en Biomatemáticas tiene como propósito central desarrollar un espacio para la investigación en el campo de la matemática aplicada a las ciencias de la vida; concretamente se busca ampliar los conocimientos necesarios para la modelización matemática de problemas biológicos y desarrollar en el estudiante la competencia investigativa alrededor del tema de la Biomatemática, en el enfoque de la Política Académica Curricular (p. 39-42) (Vicerrectoría Académica, 2016) Como bien lo tiene establecido la FCB&T, para sus procesos académicos, aquí se evidencia el enfoque pedagógico integrador – socio cognitivo – experiencial demarcado por la Política Académica Curricular de la Universidad, enunciada en el Acuerdo No. 029 del Consejo Superior. Además, es claro que el conocimiento referenciado como Ciencias Naturales es integrador en saberes y disciplinas al asociar saberes de disciplinas científicas, tecnológicas y humanas. La apropiación de tal conocimiento permite al graduado insertarse en una sociedad cambiante y de altos desafíos sociales con una actitud crítica ante el saber y una búsqueda continua del desarrollo social y la conservación del medio ambiente, lo cual enfatiza el enfoque socio – cognitivo de los procesos académicos, estos aspectos contribuyen a caracterizar la Maestría como un escenario de formación avanzada.

4. MISION Y VISIÓN DEL PROGRAMA

El programa de Maestría Biomatemáticas de la Universidad del Quindío, define su Misión, Visión y sus Objetivos en función de los lineamientos institucionales, que se mencionan a continuación.

La Misión y La Visión del Programa se interrelacionan a través de sus ejes misionales en donde se propone **una Universidad Pertinente**: basado en la transdisciplinariedad, la búsqueda de soluciones a problemas del medio ambiente y del campo de la salud, prioritarios para el país y la región.

Una Universidad Creativa, fundamentada en la investigación, innovación, el desarrollo técnico y tecnológico, extensión y proyección social, elementos que aseguran la excelencia en los diferentes procesos académicos.

Una Universidad Integradora. A través de la diversidad, identidad, calidad de vida y cohesión. Los cuales se evidencian en los perfiles ocupacionales y profesionales desarrollados en las competencias ***aprender a aprender y a pensar, aprender a comunicar y aprender a ser crítico***. Desarrolladas en el plan curricular con un ejercicio de autoevaluación y mejoramiento continuo de acuerdo a los cambios de la sociedad y el entorno.

4.1 Misión y Visión del Programa

Misión del programa

La Maestría en Biomatemáticas tiene la misión de contribuir a la formación integral de investigadores a través de la aplicación de la matemática al análisis de problemas del campo de las ciencias de la vida, como parte de la estrategia de la Institución de vincular profesionales con formación de alto nivel al análisis de problemas científicos universales de tal forma que se fortalezca la base científica y la capacidad investigativa del país y la región, aportando de paso a la consolidación de la paz.

Cuadro 1. Articulación de la Misión del Programa con la Misión institucional

Misión Institucional ²	Misión del programa	Evidencia o soporte
DOCENCIA: La Universidad del Quindío contribuye a la transformación, de la sociedad mediante la formación integral, desde el ser, el saber y el hacer, de líderes reflexivos y gestores del cambio; con estándares	La Maestría en Biomatemáticas busca contribuir a la formación integral de investigadores y docentes a través de la aplicación de la matemática al análisis	El perfil de ingreso al programa se orienta a profesionales de las Ciencias Naturales y Exactas interesados en la investigación en ciencias de la vida, pero también incluye profesionales de Ciencias Agroforestales y de la Salud

²<https://www.uniquindio.edu.co/planeacion/documentos.php?id=1300>

Misión Institucional ²	Misión del programa	Evidencia o soporte
de calidad, a través de una oferta de formación que corresponda a sociedad basada en el conocimiento	de problemas del campo de las ciencias de la vida	que puedan certificar una mínima fundamentación en matemática
RESPONSABILIDAD SOCIAL: Educando en tiempos del posconflicto y la consolidación de la paz	El programa hace parte de una estrategia de la institución para vincular profesionales, con formación de alto nivel, al análisis de problemas científicos universales y regionales en el campo de las ciencias de la vida	El programa aporta a la convivencia y a la paz con el desarrollo de investigación sobre problemas de las comunidades en temas como enfermedades transmisibles, efectos de la contaminación y del desequilibrio ecológico
INVESTIGACIÓN: Pertinente, que aporta a la solución de las problemáticas del desarrollo e integrada con la extensión y proyección social	Fortalecer la base científica y la capacidad investigativa de la región y el país	La producción académica de los profesores, estudiantes y graduados del programa es compartida con la comunidad científica a través de publicaciones de libros y artículos en revistas indexadas y la presentación de ponencias en eventos, información disponible en portales de investigación
EXTENSIÓN Y DESARROLLO SOCIAL: Apoyada en una gestión creativa y con estándares de calidad e integrada con la investigación	Propender por la solución de problemas científicos universales con el enfoque de la Biomatemática, como un aporte a la consolidación de la paz	Los resultados en la parte de investigación le han permitido al programa posicionarse a nivel internacional en su campo; así mismo ser un actor central en la organización y participación en eventos del área

Visión del programa

En el año 2027, el Programa habrá formado un grupo de profesionales, con alto nivel científico y ético, que estarán vinculados a redes internacionales del conocimiento de la Biomatemática, participando activamente en programas de investigación y en proyectos de desarrollo, aportando sus conocimientos en la modelización matemática de epidemias, control biológico, procesos de difusión de contaminantes y Bioinformática. Serán investigadores reconocidos por la calidad de su producción unido a su capacidad para compartir el nuevo conocimiento, así contribuirán a la transformación social y a elevar la calidad de vida de la comunidad.

Con respecto a la visión, el Programa se articula con la visión institucional³ en cuanto apunta a una actividad docente de alta calidad, ligada a la investigación, que busca posicionamiento y reconocimiento nacional e internacional a través de la

³<https://www.uniquindio.edu.co/planeacion/documentos.php?id=1300>

calificación de profesionales en Biomatemáticas, con actividades centradas en procesos de investigación y la participación en las redes de conocimiento; así mismo, en la medida que interactúa responsablemente con la comunidad en la búsqueda de soluciones a las problemáticas en el campo de la salud y la sostenibilidad ambiental, contribuyendo a la transformación de la sociedad.

Cuadro 2. Elementos de comparación de la visión institucional y la visión del programa

VISIÓN INSTITUCIONAL	VISION DEL PROGRAMA
<p>En el año 2025, la Universidad del Quindío estará consolidada como una institución pertinente –creativa- integradora, acreditada de alta calidad y con reconocimiento nacional e internacional en sus procesos de formación, investigación, extensión, proyección y responsabilidad social.</p>	<p>Acorde con la visión de la Universidad, en el año 2027, el Programa habrá formado un grupo de profesionales, con alto nivel científico y ético, vinculados a redes internacionales de conocimiento de la Biomatemática, participando activamente en programas de investigación y en proyectos de desarrollo con sus conocimientos en la modelización matemática de epidemias, optimización y control biológico, modelización de procesos de difusión y Bioinformática. Serán reconocidos por la calidad de su producción y su capacidad para compartir nuevo conocimiento y de esa forma contribuirán a la transformación social y a elevar la calidad de vida de la comunidad, promoviendo el quehacer científico y tecnológico en concordancia con el PEF de la facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías</p>

4.2 Articulación con los pilares estratégicos

El PEP del programa se construyó con base en los tres ejes misionales de la Universidad: **Pertinente-Creativa e Integradora**, los cuales se encuentran interrelacionados en el PDI y el PEU que hacen parte fundamental de la Política Académico Curricular (PAC) y se construyeron de manera conjunta.

En estos documentos se configura el camino por el que se ha de transitar como institución de Educación Superior Pública, un trayecto enmarcado en los ejes y pilares estratégicos de la **calidad académica** (evidenciada en nuestros estudiantes y docentes), **investigación** (ya que la base fundamental de nuestro programa está enmarcada en las fortalezas de los grupos y proyectos de investigación que hacen parte de ella), **extensión y desarrollo social** (vinculación al estudio de la problemática regional en temas de contaminación y propagación de epidemias), **gestión, bienestar y cultura** (a través de la formación de un profesional integral, con principios éticos y gestor de nuevas opciones), **integración con el graduado** (ya que ellos son nuestra mayor visibilidad en el ámbito social, científico y académico), **internacionalización y movilidad de estudiantes y docentes** (a través de la construcción y el establecimiento de redes y la globalización de una comunidad académica) **e integración con la sociedad** (ya que nuestra labor es la

formulación de propuestas para la solución en ciencia básica aplicada). Todos estos aspectos delimitan la búsqueda permanente de la calidad en cada uno de sus componentes con pertinencia, creatividad e integración.

En concordancia con lo anterior se pueden identificar los diferentes aspectos en los cuales se encuentran relacionados:

1. En el enfoque pedagógico: Integrador – socio cognitivo – experiencial
2. En los criterios de formación con todas sus connotaciones.
3. En el continuo de la formación mirado desde los diferentes niveles: pregrado y posgrado (Maestrías y Doctorado).
4. En el diseño curricular articulado para una formación integral en el desarrollo de las competencias genéricas y las propias de las disciplinas.
5. En el diseño curricular flexible y pensado para el estudiante.
6. En los propósitos comunes de los tres ejes estratégicos del PDI (Universidad pertinente creativa integradora): con programas de formación que identifiquen las necesidades de la sociedad, que impacten en el desarrollo humano y que articulen el ser, el saber con el hacer.
7. En la adopción de los 10 principios éticos y de valores que rigen el quehacer universitario desde su creación.
8. En la articulación con los pilares estratégicos que definen los proyectos que a futuro debemos desarrollar.

5. RETO FORMATIVO

5.1 Resultado de Aprendizaje Global:

Evalúo la propagación de una epidemia interpretando su dinámica a través de la construcción y estimación de parámetros de un modelo de matemática; analizo y evalúo, con el apoyo de la modelización matemática, un problema de contaminación ambiental; así mismo, analizo patrones de interacción hospedero-patógeno, apoyados en modelos matemático-computacionales; formulo proyectos de investigación orientados a interpretar e intervenir, apoyados en la modelización matemática, la dinámica de fenómenos relacionados con las ciencias de la vida; comprendo temas de la Matemática y la Computación con posibilidades de aplicación en el campo de las ciencias de la vida y, a su vez, el sentido de la aleatoriedad en el análisis de un problema de ciencias de la vida a partir de la construcción de un modelo matemático. Soy un profesional ético, responsable, trabajo en equipo en pro del ejercicio interdisciplinar, con pensamiento crítico y manejo asertivamente las competencias de escritura y oralidad tanto en la lengua materna como en una lengua extranjera.

5.2 Competencias y perfiles Globales

Competencia Global:

El Magíster en Biomatemáticas de la Universidad del Quindío estará en la capacidad de evaluar la propagación de una epidemia interpretando su dinámica a través de la construcción y estimación de parámetros de un modelo de matemática; así como de analizar y evaluar, con el apoyo de la modelización matemática, un problema de contaminación ambiental; podrá analizar patrones de interacción hospedero-patógeno en diferentes patologías, apoyados en modelos matemático-computacionales. También tendrá la capacidad de formular proyectos de investigación orientados a interpretar e intervenir, apoyados en la modelización matemática, la dinámica de fenómenos relacionados con las ciencias de la vida; de igual manera, será capaz de comprender temas de la Matemática y la Computación con posibilidades de aplicación en el campo de las ciencias de la vida y, a su vez, el sentido de la aleatoriedad en el análisis de un problema de ciencias de la vida a partir de la construcción de un modelo matemático. Adicionalmente, valorará sus acciones desde principios éticos, con responsabilidad y se adaptará a trabajar en equipo en pro del ejercicio interdisciplinar, con pensamiento crítico utilizando asertivamente las competencias de escritura y oralidad tanto en la lengua materna como en segunda lengua.

Perfil Global de Egreso

El Magíster en Biomatemáticas de la Universidad del Quindío evalúa la propagación de una epidemia interpretando su dinámica a través de la construcción y estimación de parámetros de un modelo de matemática; analiza y evalúa, con el apoyo de la modelización matemática, un problema de contaminación ambiental; analiza patrones de interacción hospedero-patógeno, apoyados en modelos matemático-computacionales; formula proyectos de investigación orientados a interpretar e intervenir, apoyados en la modelización matemática, la dinámica de fenómenos relacionados con las ciencias de la vida; comprende temas de la Matemática y la Computación con posibilidades de aplicación en el campo de las ciencias de la vida y, a su vez, el sentido de la aleatoriedad en el análisis de un problema de ciencias de la vida a partir de la construcción de un modelo matemático. Es un profesional ético, responsable, que sabe trabajar en equipo en pro del ejercicio interdisciplinar, con pensamiento crítico y que maneja asertivamente las competencias de escritura y oralidad tanto en la lengua materna como en una lengua extranjera.

Para evaluar estos Resultados de Aprendizaje se tendrá en cuenta que la idea central de la Maestría es fortalecer la capacidad del profesional para seguir aprendiendo, pensando en sus posibilidades de desarrollo profesional a lo largo de la vida y potenciando en él su capacidad de ajustarse a las circunstancias de un mundo cambiante donde; más importante que dominar las técnicas existentes, es

lograr un buen manejo del conocimiento adquirido en el tema hasta el momento para que a partir de allí pueda enfrentar los retos del mañana.

Una visión de conjunto sobre los Resultados de Aprendizaje, sus características, la forma como se articulan con las acciones formativas, puede apreciarse en algunos apartes del Documento Maestro como en el Capítulo 3 (Aspectos Curriculares), particularmente donde se describe el plan de estudios y algunas secciones del Capítulo 4 donde se expone la forma como a través del proceso formativo se logran los Resultados de Aprendizaje. Esta información se puede complementar con un análisis juicioso de cada uno de los Syllabus. Con la intención de facilitar esta visión conjunta de los elementos mencionados, se construye el Cuadro N°3 a continuación.

5.3 Criterios formativos

El desarrollo de los perfiles y competencias definidos para el Magíster en Biomatemáticas y que se corresponden con los Resultados de Aprendizaje enunciados, está respaldado por la Política Académico Curricular expresada en los criterios institucionales de flexibilidad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad a través de los cuales el programa busca su excelencia académica. Igualmente, la Maestría está respaldada por la calidad institucional reflejada en la calidad de sus docentes, los procesos de autoevaluación, el fortalecimiento de las condiciones académicas, la internacionalización y una eficiente gestión curricular.

5.3.1 La flexibilidad curricular

La flexibilidad en el Programa se expresa de varias formas: en la malla curricular aparece un curso Electivo que el estudiante elige con el apoyo del director de su Trabajo de Grado y que puede registrar en cualquier programa de la misma Universidad o en otra universidad del país o del exterior, en la modalidad presencial, virtual o mixta, siempre que se cumpla con los contenidos académicos esperados, a juicio del Consejo Curricular.

El Estatuto Estudiantil de Posgrados, Acuerdo del Consejo Superior, 051, de marzo 2017, en su Artículo 4°, plantea otras opciones de flexibilidad como los Estudiantes Especiales que se vinculan temporalmente al Programa registrando algunos cursos de su interés particular y los Estudiantes coterminales o en Tránsito que hacen algo similar sustituyendo espacios académicos de su pregrado; ambas situaciones son frecuentes en la Maestría en Biomatemáticas, de paso esta última opción contribuye a la articulación con el programa de Licenciatura en Matemáticas. Los mecanismos de homologación de estas actividades también están establecidos en el Acuerdo 051 que se acaba de mencionar.

5.3.2 La interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad

La interdisciplinariedad es inherente a la Maestría Biomatemáticas por estar su objeto de estudio justamente en la intersección de dos disciplinas, la Biología y la Matemática, aplicadas al mejoramiento de la calidad de vida de los seres humanos; pero el grado de interdisciplinariedad llega hasta lo transdisciplinario teniendo como resultante un nuevo paradigma. Esta idea se concreta en el diseño curricular donde la articulación de los saberes se fundamenta en el tipo de **integración interna**, algo similar al modelo de aprendizaje basado en problemas, pero con la particularidad de que los problemas los identifican y proponen los mismos estudiantes bajo la orientación de los profesores y luego una fundamentación básica en Matemática y en Biología que exige un mínimo de integración vertical y un poco menos de integración horizontal. Así, un primer esfuerzo del grupo docente se orienta a lograr que el estudiante formule su proyecto de investigación y a partir de entonces se trata de acompañarlo para que lo desarrolle.

En este contexto se articulan los distintos espacios académicos, empezando por la fundamentación básica que se complementa con los Seminarios de Investigación y la Electiva los cuales, unidos a la Pasantía, conducen a un resultado final que es la culminación del Trabajo de grado. Por esa misma vía se integran también distintos grupos y líneas de investigación y se vinculan alrededor de los proyectos docentes de diferentes programas de la Universidad y profesores visitantes. Los Seminarios de investigación y los diferentes eventos donde participa el Programa constituyen los principales escenarios donde confluyen todos los actores en este proceso de aprendizaje.

Un elemento que favorece la interdisciplinariedad es la característica del Programa de estar soportado en cinco grupos de investigación escalafonados en COLCIENCIAS los cuales son en el momento: el Grupo Escuela de Investigación en Biomatemáticas (categoría C), el Grupo de Investigación y Asesoría en Estadística (categoría A1), el Grupo de Modelación Matemática en Epidemiología (categoría C), el Seminario Interdisciplinario Grupo en Matemática Aplicada (categoría C) y el Grupo de Estudio y Desarrollo de Software, (categoría B). Se tiene también el apoyo de otros grupos de la misma Universidad y grupos de investigación de universidades del país y del exterior.

5.3.3 La internacionalización

La Maestría en Biomatemáticas es un programa concebido en la Universidad del Quindío, luego de muchas discusiones en foros internacionales como los encuentros del BIOMAT, los congresos latinoamericanos de Biología Matemática y Ecología Matemática, los diferentes eventos de la Sociedad Latinoamericana de Biomatemáticas, (SOLABIMA) y también en eventos nacionales como los

encuentros de la Escuela Regional de Matemáticas y de la Escuela Nacional de Biomatemáticas. Es decir la internacionalización es inherente a su origen y de hecho en sus inicios cuenta con un fuerte apoyo de las organizaciones mencionadas y de instituciones relacionadas directamente con la temática en estudio como la Universidad de Campinas y la Universidad Federal de Mato Grosso en Brasil, la Universidad Nacional de General Sarmiento y la Universidad de Luján en Argentina, la Universidad Católica de Valparaíso y Universidad Católica del Maule en Chile, la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y la Universidad de Guanajuato en México, entre otras.

Una parte importante en el currículo es la posibilidad de una pasantía articulada al trabajo de grado y que se define en conjunto con el estudiante, pensado como una oportunidad para desarrollar nuevas competencias, afianzar y profundizar en el tema del trabajo de grado y lograr experiencias significativas para fortalecer las competencias científicas; los sitios más comunes para las pasantías son justamente las universidades antes mencionadas.

Una muestra de profesores visitantes que han participado en diferentes actividades del programa, como docentes en cursos cortos y muchos de ellos además han sido directores de trabajos de grado o evaluadores, es la siguiente:

Cuadro 3. Profesores Visitantes en el Programa de Maestría en Biomatemáticas

Nombre del Profesor Visitante	Universidad de donde Proviene	Curso	Fecha
Miklós Farkas	Universidad de Budapest	Sistemas Dinámicos	Junio 2002
Cristina D' Pascuali	Instituto Andino de Educación para la Ciencia y Tecnología Bariloche	Modelos Biomatemáticos	Octubre 2002
Geraldo Lucio Diniz	Universidad Federal de Mato Grosso	Método de Diferencia Finitas aplicados a Problemas de Contaminación	Julio 2004
Joao Frederico Da Costa Azevedo Meyer	Universidade Estadual de Campinas	Métodos Numéricos en Problemas de Contaminación e Impacto del Medio Ambiente	Diciembre 2007
Jocirei Dias Ferreira	Universidad Federal de Mato Grosso	Sistemas Dinámicos Avanzados	Enero 2010
Fernando Córdova Lepe	Universidad Católica del Maule	Modelos impulsivos en Biología	Febrero 2011
Eduardo González Olivares	Universidad Católica de Valparaíso	Tópicos Avanzados de la Dinámica Poblacional	Junio 2012
Ferran Palero Pastor	Universidad de Valencia.,	Filogenias Moleculares y Genética de Poblaciones	Agosto 2012
Roberto Ávila Pozo	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	Pasantía con la profesora del programa Gladys Elena Salcedo	Junio 2013

Nombre del Profesor Visitante	Universidad de donde Proviene	Curso	Fecha
Ignacio Barradas	Universidad de Guanajuato	Modelación matemática en Biología	Septiembre 2014
Roberto Fernando Momo	Universidad Nacional de General Sarmiento	Procesos no lineales en biología: problemas, estrategias, modelos, ejemplos.	Septiembre 2014
Fernando Córdova Lepe	Universidad Católica del Maule	Manejo de Recursos Naturales, Modelos Matemáticos y Optimización	Septiembre 2016
Helmut Knolle,	Wohlen Bei Bern	Curso- seminario sobre Evolución Prebiótica	Abril 2019

5.3.4 La calidad institucional

El Programa de Maestría está respaldado por las condiciones de calidad que ofrece una institución acreditada, las cuales se reflejan en la planta docente, los procesos de autoevaluación, la eficiente gestión, entre otras.

5.3.5.1 La calidad docente

El equipo docente del Programa de Maestría en Biomatemáticas está conformado por profesores de la Universidad del Quindío de los programas de Biología, Física y Licenciatura en Matemáticas, complementado con profesores de las universidades del exterior que colaboran con el Programa en calidad de profesores visitantes, directores y asesores de los trabajos de grado.

Los docentes que pertenecen a la planta de la Universidad del Quindío, hacen parte de los grupos de investigación que apoyan a la Maestría. Los profesores externos son vinculados en razón a que su línea de trabajo coincide con la temática que los estudiantes eligen para hacer sus trabajos de grado.

Los profesores externos a la Universidad se vinculan al Programa a través de Órdenes de Prestación de Servicios, por un tiempo generalmente inferior a un mes y con una función específica como la orientación de un curso corto, la asesoría a estudiantes que desarrollan trabajos de grado y en ocasiones como evaluadores de trabajos de grado. Su presencia también se aprovecha para compartir aspectos relacionados con el currículo y con los proyectos de investigación.

Los convenios interinstitucionales se consolidan gracias a que el Programa surge de una propuesta conjunta con profesores que en Latinoamérica trabajan en el área de la Biomatemática.

La Maestría en Biomatemáticas cuenta con un equipo docente formado en su mayoría por profesores de carrera, que en lo posible prestan sus servicios al

Programa como parte de su jornada laboral, vinculados a proyectos de investigación activos y que dedican parte de su tiempo a la asesoría de trabajos de grado de estudiantes de la propia maestría o de universidades de la región; sólo cuando se trata de temas muy especializados, ya sea en los espacios académicos o en trabajos de grado, se contratan docentes externos. El equipo docente actual, sin incluir los profesores visitantes y el grupo de evaluadores que apoyan el Programa, se muestra en el Cuadro 4.

La idea de conformar un equipo docente bajo estas condiciones, responde a la premisa de que en la Universidad del Quindío la estrategia para fomentar el éxito en ese caso depende de la decisión " que el equipo docente disponga de tiempo para las asesorías, tenga interés real en la Biomatemática y condiciones para desarrollar investigación, es decir que pueda vincularse a las diferentes actividades curriculares además de la cátedra.

Se trata entonces de aprovechar el programa de posgrado para generar alrededor de las actividades que en él se realizan, una dinámica de investigación.

Cuadro 4: Docentes del Programa de Maestría en Biomatemáticas

No.	Nombre	Títulos obtenidos				Dedicación a la Institución	Grupo de investigación al pertenece
		Doctorado	Maestría	Especialización	Pregrado		
1	Gladys Elena Salcedo Echeverry	Estadística	Estadística		Lic Matemática	Planta	Investigación y Asesoría en Estadística
2	Paulo César Carmona Tabares	Matemática aplicada	Biomatemática		Lic Matemática	Planta	Seminario Interdisciplinario Grupo en Matemática Aplicada
3	César Augusto Acosta Minoli	Matemática aplicada	Matemática		Lic Matemática	Planta	Grupo de Estudio y Desarrollo de Software
4	Irene Duarte Gandica	Ciencia y Tecnología	Matemática		Matemático	Planta	Escuela de Investigación en Biomatemáticas
5	Aníbal Muñoz Loaiza	Ciencias Naturales	Matemática	Biomatemática	Lic Matemática	Planta	Modelación Matemática en Epidemiología
6	Luis Hernando Hurtado Tobón.		Estadística Matemática	Investigación Aplicada	Lic Matemática y Física	Planta	Investigación y Asesoría en Estadística

No	Nombre	Títulos obtenidos				Dedicación a la Institución	Grupo de investigación al pertenece
		Doctorado	Maestría	Especialización	Pregrado		
7	María Dolly García González		Matemática		Lic Matemática	Planta	Investigación y Asesoría en Estadística
8	Diana Milena Galvis Soto	Estadística	Estadística		Lic Matemática	Planta	Investigación y Asesoría en Estadística
9	Aylan Farid Arenas Ocampo	Ciencias Biomédicas	Ciencias Biomédicas		Lic Biología y Educación Ambiental	Cátedra	Investigación y Asesoría en Estadística
10	Diego López Cárdenas		Matemática		Lic Matemáticas	Cátedra	

5.3.5.2 Relaciones con la comunidad científica internacional

La idea de crear una Maestría en Biomatemática surge de una discusión en varios foros internacionales donde la Universidad hizo presencia a través de la Especialización. En el sentir de la Sociedad Latinoamericana de Biomatemáticas debía ser la Universidad del Quindío la elegida para desarrollar este proyecto académico dado que su trayectoria en el tema permitía aspirar a que en pocos años se convirtiera en un centro de excelencia, con un sólido desarrollo, en esta área.

En todas las reuniones de la Sociedad Latinoamericana de Biomatemáticas y el Grupo Latinoamericano de Ecología Matemática, que se realizaron en la década del 90, se analizaron diferentes aspectos de lo que debería ser una Maestría en Biomatemática y las formas de participación que en ella debería tener la comunidad científica internacional. Todos estos elementos fueron tenidos en cuenta en el diseño y la puesta en funcionamiento del Programa, con la participación activa de investigadores de universidades como: la Universidad Católica de Valparaíso en Chile, Universidad Estadual de Campinas en Brasil, Universidad Nacional de General Sarmiento en Argentina y la Universidad Federal de Mato Grosso en Brasil.

Una vez entra en funcionamiento el Programa, el apoyo de las universidades mencionadas se materializa en la vinculación de profesores investigadores en calidad de asesores del Programa, profesores visitantes, directores y evaluadores de trabajos de grado. Los profesores de otras universidades, que apoyan el Programa en la dirección de trabajos de grado, son un buen complemento para el grupo de docentes del Programa que dirige trabajos de grado y en conjunto se ha logrado conformar un número suficiente de directores para atender las necesidades de la Maestría en ese campo.

La presencia de profesores visitantes se aprovecha además para realizar, con alguna frecuencia, eventos cortos que reúnen a miembros de la comunidad Biomatemática alrededor del análisis y discusión de posibles temas y líneas de trabajo. Estos eventos permiten el intercambio de información entre investigadores del área, dan una idea del estado del arte y facilitan el contacto de los estudiantes con los investigadores de las otras universidades. La mayoría de los temas para los trabajos de grado surgen por esta vía y así mismo se identifican los respectivos directores.

Otro aporte muy importante que hacen las universidades asociadas al Programa es el hecho de recibir, en calidad de pasantes, a los estudiantes de la Maestría en la etapa final de la elaboración de su trabajo de grado y un resultado para destacar de la relación con los investigadores de estas universidades es que algunos estudiantes, durante la pasantía o a veces utilizando las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, realizan con los profesores de las otras universidades los créditos de las materias electivas.

Los resultados de los trabajos de investigación y los resultados parciales de los proyectos en curso, son socializados permanentemente, en actividades como: los encuentros de la Escuela Regional de Matemáticas, los eventos de la Sociedad Colombiana de Matemáticas, los Encuentros de la Sociedad Latinoamericana de Biomatemáticas, el BIOMAT y los Encuentros de Ecología Matemática

5.3.5.3 Los procesos de autoevaluación

La autoevaluación del programa se enmarca en una propuesta de un modelo general de autoevaluación para todos los programas de posgrado de la Universidad, con el cual se pretende que la evaluación vaya más allá de simplemente verificar el cumplimiento de unas condiciones; se trata de una evaluación que se comprometa con la eficiencia y cuyos resultados sean utilizables en el corto plazo para mejorar efectivamente la calidad de los programas. En términos generales el modelo de autoevaluación se fundamenta en una relación entre los recursos y los resultados en cada programa, haciendo una comparación al interior de la Universidad de todos los programas de posgrado en términos de su eficiencia. La aplicación del modelo es anual y constituye un insumo básico para elaborar los planes de mejoramiento.

5.3.5.4 Eficiente gestión curricular

La gestión curricular parte de la idea de que los posgrados son una estrategia para desarrollar la investigación en la Universidad; es en ese sentido que resulta muy importante para la Maestría la articulación con cinco grupos de investigación en los cuales se apoya el programa permanentemente para la planta docente, la dirección de los trabajos de grado y también para los evaluadores internos, otros grupos de la misma universidad y de diferentes universidades complementan el cumplimiento de esta función en forma ocasional. La idea de fondo es que en esta forma se consigue un beneficio de doble vía: los grupos se fortalecen en su parte científica y

la Maestría en su funcionamiento, la formación en el *saber hacer* y la sostenibilidad misma de los programas se ve favorecida cuando los grupos vinculan a sus estudiantes como auxiliares en los proyectos de investigación. En este mismo sentido es que se prefiere a los docentes de planta de la Universidad como profesores del programa, pues se supone que su vinculación a la Maestría contribuye a su perfeccionamiento y lo acerca a la investigación.

6. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y PEDAGÓGICA DEL PROGRAMA.

6.1 Fundamentación teórica

La Ciencia es un producto de la evolución mental–emocional–social de la humanidad, es un fenómeno acumulativo natural que depende de codificaciones y símbolos asociados a las representaciones orales o visuales de las comunicaciones, dando origen a un lenguaje y una representación gráfica; (D'Ambrosio, 1989) describe en detalle la forma como se realiza este proceso.

La Ciencia Natural es una actividad esencialmente desarrollada por el hombre, que procura entender la Naturaleza mediante teorías adecuadas; aunque la Naturaleza continúe existiendo y funcionando independientemente de las teorías científicas, el hombre utiliza tales teorías para complementar sus conocimientos de tal manera que ellos le posibiliten decisiones correctas frente a la Naturaleza.

La Ciencia contemporánea es fruto de experiencias clasificadas y auxiliadas por teorías sujetas a evolución; la consistencia de una teoría o su propia validación han dependido muchas veces del lenguaje matemático que involucra. Mario Bunge lo expresa muy bien cuando compara una teoría específica con un modelo matemático de una parte de la realidad (Bunge, 1980)

Con excepción de las ciencias físicas que evolucionaron con el respaldo de las teorías matemáticas, otras ciencias como la biología, la ecología y la economía, han usado muy poco lenguaje común para explicar sus ideas, lo que en ocasiones las ha llevado a carecer de precisión y claridad en sus conclusiones. Históricamente la matemática llega en auxilio de estas ciencias solamente en el análisis superficial de los resultados de investigaciones científicas, que disfraza la falta de conceptos adecuados de una manera más sustancial.

Se puede decir que las Ciencias Naturales como la física, la astrofísica y la química están ampliamente sistematizadas en sus aspectos teóricos. Las ciencias biológicas, apoyadas inicialmente en los paradigmas de la física, se han matematizado paulatinamente; la matemática le ha servido a la biología para ayudar a comprender los mecanismos que controlan la dinámica de las poblaciones, la epidemiología, la ecología, la neurología, la genética, algunos procesos fisiológicos y últimamente la bioinformática.

El conocimiento científico puede ser expandido superficialmente por acumulación, generalización o sistematización (Proceso Baconiano) o en profundidad con la introducción de nuevas ideas que interpretan la información disponible (Proceso Newtoniano). Una aplicación adecuada de las matemáticas en las ciencias fácticas, debe conjugar de manera equilibrada la abstracción y la formalización, sin perder de vista la fuente que originó tal proceso. Este procedimiento constructivo conduce a la llamada matemática aplicada que inició en ciencias no físicas al comienzo del siglo XX ganando fuerza después de la Segunda Guerra Mundial, por el interés marcado en la profundización de investigaciones en busca de una teorización en campos diversos que respondieran a la optimización de los recursos.

El reconocimiento de una teoría científica pasó a tener como condición necesaria, el hecho de poder ser expresada en un lenguaje matemático. La propia matemática tuvo una evolución sustancial, gracias a la subsiguiente demanda de las diversas áreas de la investigación por nuevas teorías matemáticas que respondieran a sus necesidades particulares.

La unificación y esclarecimiento de toda ciencia, o de todo conocimiento, fue vislumbrado por Descartes en 1637, y transmitido como método para conducir la razón (Descartes, 2008), cuando a de la considera que la búsqueda del conocimiento científico en cualquier campo debe consistir esencialmente en:

1. Aceptar solamente aquello que sea tan claro en nuestra mente que excluya cualquier duda.
2. Dividir los grandes problemas en problemas menores.
3. Argumentar, partiendo de lo simple a lo complejo.
4. Verificar el resultado final.

Dos generaciones más tarde, (Leibniz, 1765) se refería al conocimiento científico, como un conjunto de “características universales” método universal, por medio del cual todos los problemas humanos, fuesen científicos, legales o políticos, pudiesen ser tratados racional y sistemáticamente a través de una lógica computacional (Chávez Calderón, 2004)

Cuando se propone analizar científicamente un hecho o una situación real, con el propósito de sustituir la visión ingenua de esa realidad por una postura crítica y más holística, surge la necesidad de un lenguaje adecuado y universal que facilite y racionalice el pensamiento. Es allí donde aparece la matemática que permite extraer la parte sustancial de la situación problema y formalizarla en un concepto abstracto, donde el pensamiento pueda ser sintetizado con una extraordinaria economía de lenguaje. De esta forma, la matemática puede ser vista como un instrumento intelectual capaz de sintetizar ideas concebidas en situaciones empíricas, que están escondidas dentro de una gran cantidad de variables de menor importancia.

La teoría matemática para la construcción de un modelo puede no existir en un momento dado, lo que exige al estudioso, la tarea histórica de desarrollar un nuevo campo de la matemática como fue el caso de la Teoría de Juegos creada por (Neuman, 1944) para modelar situaciones de competición económica. Generalmente, el objetivo al estudiar un problema es construirle un modelo dentro de una teoría matemática ya desarrollada y ampliamente estudiada, que facilite la obtención de resultados y que permita resolver el problema de la manera más simple posible.

La matemática y la lógica, ciencias esencialmente formales, tratan con entes ideales, abstractos o interpretados, existentes sólo en la mente humana, que construye los propios objetos de estudio, los cuales en buena hora forman gran parte de las ideas matemáticas que pueden ser originadas en situaciones empíricas, bien sean naturales o sociales y que son trabajadas por el hombre en el camino de lo estético o de lo abstracto.

Bajo estas condiciones, la matemática como profesión aparece apenas a finales del siglo XIX, hasta entonces el ejercicio de esta actividad era realizado por científicos multidisciplinares y hasta por aficionados; su origen como profesión se sitúa con el nacimiento de las primeras revistas de matemáticas al amparo de las academias de Berlín, París y San Petersburgo (Jódar, 1992).

Existen básicamente dos enfoques en el estudio de la matemática; el más común es de tipo generalista, también llamado puro, que se caracteriza porque justifica el estudio de la matemática por sí misma, sin importar las posibles interrelaciones con otras áreas del conocimiento. Los temas de estudio se originan al interior de la teoría matemática y los resultados tienen su repercusión dentro de esa misma teoría.

Por oposición a este enfoque, existe otro donde los temas de interés se analizan con igual profundidad y dentro de la Lógica Matemática, pero se originan en la intersección con otras áreas del conocimiento como la Biología, la Economía, la Física y la Geología, y de muy frecuente uso en las ingenierías. La Biomatemática corresponde a este segundo enfoque: los problemas surgen del interés de interpretar la dinámica de fenómenos biológicos pero el análisis se hace a través de la modelización fundamentada en herramientas matemáticas y computacionales. Aunque los problemas se originan generalmente en situaciones reales, la investigación que se realiza, por el enfoque metodológico que utiliza, dista mucho de ser experimental.

Una característica del Programa de Maestría en Biomatemáticas es su enfoque investigativo transdisciplinario, que convoca investigadores y grupos de investigación de diversas áreas; en esa interdisciplinariedad la matemática permite abordar los problemas aproximando una descripción del fenómeno por medio de la modelización y buscando generalizar las situaciones observadas.

Con la formación que se ofrece en la Maestría en Biomatemáticas de la Universidad del Quindío, se aspira a formar investigadores que interactúen en grupos, aportando su conocimiento matemático en el estudio de problemas y presentando los resultados de la manera más sencilla y concreta por medio del lenguaje que, aunque formal, sea comprendido por un público no especializado.

6.2 Fundamentación pedagógica

La Maestría en Biomatemáticas, en el marco de los lineamientos pedagógicos aportados por la Universidad, fundamenta su propuesta pedagógica en el aprendizaje basado en problemas, alrededor de un proyecto de investigación, como se ilustra en la Figura 1. Esta decisión se apoya en el Proyecto Educativo Uniquindiano (Universidad del Quindío, 2016) cuando afirma en algunos de sus apartes:

A la luz del perfil y las perspectivas de desarrollo del estudiante Uniquindiano producto de la reflexión conjunta de los actores de la Institución, la Universidad del Quindío asume como propio el enfoque Integrador–sociocognitivo–experiencial. Esto, al reconocer en su construcción el que obedece de manera más fiel a los propósitos formativos que suponen los perfiles del estudiante y el graduado Uniquindiano (p 32).

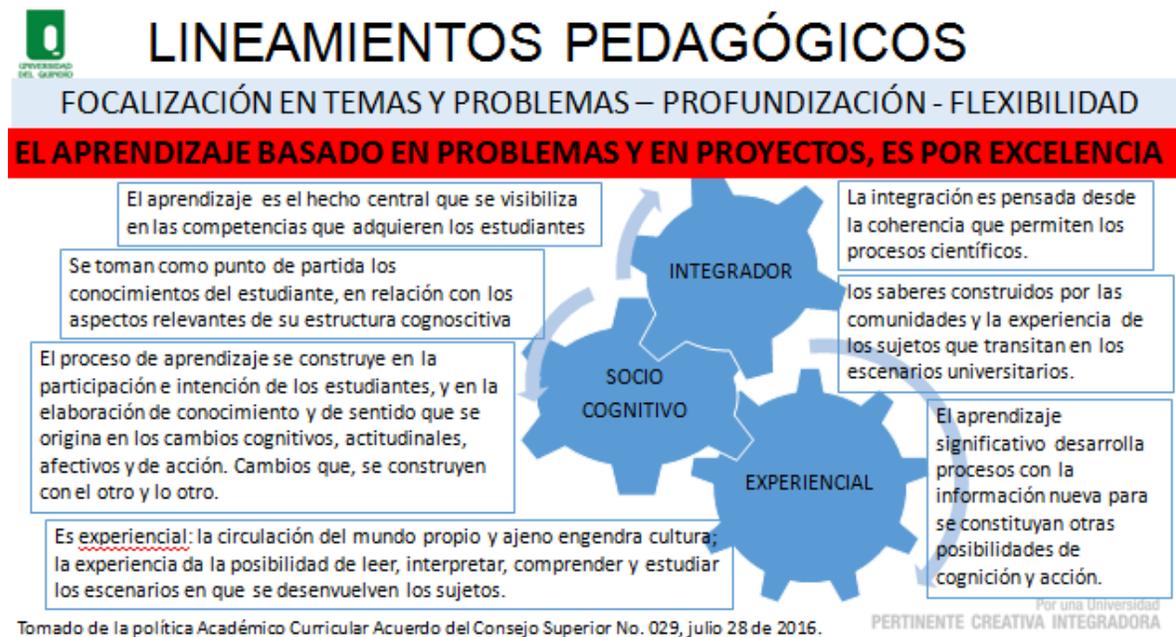


Figura 1. El aprendizaje basado en problemas y proyectos en el enfoque integrador – sociocognitivo – experiencial de la Maestría en Biomatemáticas

Esta declaración institucional es sustentada, al aseverarse en el mismo PEU que:

El primer eje teórico que soporta este enfoque pedagógico se relaciona con el hecho de que para la Universidad del Quindío los procesos educativos, aunque tienen múltiples aristas, ubican el aprendizaje como hecho central que se visibiliza en las competencias que adquieren los estudiantes Uniquindianos. Para tal efecto, se toman como punto de partida los conocimientos del estudiante, en relación con los aspectos relevantes de su estructura cognoscitiva. En tal sentido, se asume el proceso de aprendizaje como aquel que se construye en la participación e intención de los estudiantes, y en la elaboración de conocimiento y de sentido que se origina en los cambios cognitivos, actitudinales, afectivos y de acción requeridos. Cambios que, a su vez, deben ser co-construidos con el otro y lo otro, así, los nuevos profesionales serán competentes, en consonancia con las propuestas educativas socioculturales y neurocognitivas (p 33).

En forma complementaria, en otro de los apartes del PEU se afirma:

En segunda instancia, es necesario referir al hecho de que se abren paso, cada vez más, los procesos de conocimiento que buscan integrar saberes. Dicha integración es pensada desde la coherencia que permiten los procesos científicos. Aquí el enfoque pedagógico integrador-sociocognitivo-experiencial asume el reto de asociar saberes que sean consistentes desde la teoría científica, los saberes construidos por las comunidades y la experiencia vital de los sujetos que transitan y se relacionan en los escenarios universitarios (p 33).

Refiriéndose al componente cognitivo en el PEU se dice:

La siguiente consideración sobre el enfoque integrador-sociocognitivo-experiencial, se relaciona con los aportes desarrollados desde la psicología social y evolutiva, que ubica como central lo cognitivo en los procesos educativos. Allí se realzan los dispositivos equilibrantes y desequilibrantes a partir de los cuales se conoce el mundo y se desarrollan alternativas de cambio sobre el conocimiento, a la vez que se fortalecen las preguntas sobre la naturaleza y su accionar, determinantes en el aprendizaje y en la integración al mundo social y cultural ya construido y por construir. Lo cognitivo se ve fortalecido con la idea del aprendizaje significativo que desarrolla procesos con la información nueva para que de la mano de los elementos preexistentes se constituyan otras posibilidades de cognición y acción (p 33).

Finalmente, para justificar la presencia de lo experiencial en el modelo pedagógico, el PEU afirma:

Otro soporte del enfoque pedagógico asumido por la Universidad del Quindío se aborda desde la experiencia, en sentido fenomenológico. En esta perspectiva, la formación de los sujetos no solo debe ser concebida en

relación con lo cognitivo, sino que se abre paso en los procesos educativos, la relación de aprendizajes asumidos desde el accionar en el mundo. Este último elemento permite considerar una educación que da espacio a los territorios en los cuales la circulación del mundo propio y ajeno engendra cultura; se asume, por tanto, que la experiencia da la posibilidad de leer, interpretar, comprender y estudiar los escenarios en que se desenvuelven los sujetos (p 34).

De otra parte, en el documento de la Política Académico Curricular se dice:

(...) anterior está soportado en las propuestas que promueven la movilidad, la flexibilidad, la autonomía, la democracia y la construcción colectiva de los nichos de conocimiento (Freire, 1992; Santos 2009; Bauman, 2011). En este sentido, la propuesta se soporta en diversos procesos teóricos que, si bien son expresados por sus autores en modelos, tienen una carga experiencial (apalancada en procesos internos y externos de la Universidad del Quindío), que permite en ciertos contextos y productos demostrar su pertinencia (p 29).

6.3 Lineamientos pedagógicos y didácticos adoptados en la Institución según la metodología y modalidad del programa

Los lineamientos pedagógicos sobre los cuales se fundamenta la propuesta curricular de la Maestría en Biomatemáticas son los siguientes:

- a. **Focalización:** Centra el interés tanto en temas como en problemas. Estos se constituyen en los núcleos problematizadores y temáticos fundamentales para el desarrollo del área investigativa. La focalización identifica los niveles de integración hasta llegar a los niveles más altos de la multidisciplinariedad cuál es la transdisciplinariedad.
- b. **Profundización:** En el desarrollo del pensamiento interesa cuanto puede la persona entender y comprender de su realidad, de su objeto de estudio, etc. Este principio se aplicó a la integración de diferentes áreas y su intensidad en un determinado semestre. Se intenta posibilitar de este modo la comprensión y el intercambio con otros saberes.
Los espacios académicos Seminarios de investigación, seminario de trabajo de grado y Electiva buscan cumplir con los objetivos pedagógicos de focalización y profundización.
- c. **Flexibilidad:** Un principio fundamental de todo programa curricular es su adaptabilidad y su evolución permanente. Esto quiere decir un *curriculum* en constante cambio con una actitud creadora, aunque su inicio es intencionado y por tanto con fines, propósitos, objetivos y metas concretos.
- d. **Impacto:** el impacto del programa de la Maestría en Biomatemáticas se ve reflejado en el desempeño de los graduados, y sus contribuciones a la

generación de nuevo conocimiento, lo cual se puede evidenciar en la publicación de artículos en revistas especializadas; en la dirección de trabajos de grado a nivel de pregrado y postgrado, pero además en la continuidad de su formación a nivel doctoral en universidades del país y del exterior.

Es de resaltar la inserción de algunos graduados al grupo de docentes de la Universidad y su vinculación a proyectos institucionales; pero también su ingreso por concurso de méritos en calidad de docentes de planta en otras universidades del país y del exterior como: la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, la Universidad del Valle, la Universidad del Atlántico, la Universidad del Cauca, la Universidad del Tolima y la Universidad de Investigación y Tecnología experimental Yachay Tech del Ecuador.

6.4 Articulación e integración curricular

El Programa de Maestría en Biomatemática tiene una duración 4 semestres de 16 semanas cada uno y todo el plan de estudios consta de 46 créditos. Un crédito está conformado por 48 horas de las cuales 12 son de acompañamiento directo y 36 de trabajo independiente, si en algún momento es necesaria otra opción de distribución de los créditos el Consejo Curricular lo estudiará y aprobará. Los estudiantes tendrán una dedicación de 40 horas semanales, que corresponderán a las clases presenciales, asesoría con los profesores, lecturas dirigidas, y consulta de bases de información bibliográfica.

El IV semestre se dedica principalmente a hacer efectivo el desarrollo del trabajo de grado y como tal el tiempo se distribuye en actividades como: asesorías con el director del trabajo de grado y a la participación en seminarios de presentación de resultados.

La formación en la modelización matemática se hace a través de cursos regulares, distribuidos en tres semestres académicos, orientados por profesores de tiempo completo de la Universidad del Quindío con el apoyo, en temas específicos, de investigadores externos, nacionales y extranjeros, con trayectoria investigativa en estas áreas.

La parte investigativa, como ya se mencionó, tiene una presencia transversal en todas las actividades del currículo, empezando por la rigurosidad con que se tratan los temas de fundamentación, pero aparece en forma explícita en el Plan de Estudios a través de la componente investigativa de la que forman parte dos Seminarios de investigación, un Seminario de trabajos de grado, un curso Electivo y el Trabajo de Grado. Las actividades que se realizan dentro de estos espacios académicos se complementan con conferencias y cursos cortos que se realizan con profesores visitantes.

En los Seminarios de Investigación hay dos grandes componentes: por una parte, se discuten en una primera etapa, en la modalidad de seminario, artículos científicos

y se participa en conferencias sobre temas relacionados con investigaciones en las cuales se enmarcarían los posibles trabajos de grado, apuntando a que cada estudiante identifique el tema de investigación de su interés. En una segunda etapa, el Seminario se orienta a capacitar al estudiante en la Formulación de Proyectos de Investigación científica, como un apoyo para responder a la exigencia de la Maestría de presentar en forma sistemática y sustentada la propuesta de investigación que pretende desarrollar como trabajo de grado; esta etapa se convierte además en un elemento muy importante de su formación para su futuro desempeño profesional. Se complementa la formación investigativa con el Seminario de Trabajos de Grado donde se hace un seguimiento y apoyo al desarrollo de los trabajos de grado. La formación en la divulgación de resultados se inicia también desde el primer semestre. Alrededor de los Seminarios de Investigación los estudiantes son enfrentados permanentemente al ejercicio de exponer, sobre el tema de interés para su posible trabajo de grado, inicialmente ante sus propios compañeros, luego en el Seminario Interno del Programa de Licenciatura en Matemáticas y después en los diferentes eventos cortos que se realizan local y regionalmente, hasta llegar a los eventos nacionales como los encuentros de la Escuela Nacional de Biomatemática, los congresos de la Sociedad Colombiana de Matemáticas e internacionales como el BIOMAT, los eventos de la Sociedad Latinoamericana de Biomatemática y los encuentros de Ecología Matemática.

Debido a la heterogeneidad en la formación de los diferentes profesionales que aplican al Programa, ha sido necesario programar un semestre de nivelación que contiene cuatro cursos: Fundamentos de Biología, Álgebra Lineal, Análisis Real y Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Cualquiera de estos cursos, o la totalidad, pueden ser validados por el aspirante a través de un examen de suficiencia que se realiza en la última semana de enero de cada año. La aprobación de estos cuatro cursos, por cualquiera de las modalidades propuestas, validación o aprobación en el nivelatorio, es el requisito único de admisión a la Maestría.

Teniendo en cuenta la Política Académico- Curricular (PAC) (Vicerrectoría Académica, 2016), la estructura curricular de la Maestría se construyó considerando, entre otros criterios de formación, la articulación e integración curricular, la cual responde a los perfiles y a la reflexión de las diferentes competencias asociadas a los espacios académicos, para lograr cumplir con los principios consignados en el Proyecto Educativo Uniquindiano (PEU) 2016-2025, de acuerdo a sus ejes misionales pertinencia, creatividad e integración (Universidad del Quindío, 2016). Al realizar el ejercicio de la construcción de los contenidos curriculares de acuerdo a la política curricular y las tendencias actuales, a continuación, precisamos la forma como, en desarrollo del currículo, se integran el marco teórico normativo y los espacios académicos que cumplen con el compromiso de la formación de un profesional de acuerdo a los estándares establecidos desde PEU, PDI y el PAC.

En este sentido, el Proyecto Educativo del programa de Maestría en Biomatemáticas se estructura sobre el objeto fundamental de formación de investigadores, en la construcción e implementación de modelos matemáticos para

analizar problemas de las ciencias de la vida. Por tanto “ La docer investigación deben conducir al fomento y desarrollo de una actitud científica, respaldada por actividades específicas, tales como: el análisis crítico de trabajos, el planteamiento de hipótesis, etc. Todos los cursos de componente de profundización (AE) y por supuesto del campo investigativo (INV) tienen un enfoque investigativo, cuya concreción será el dominio de los recursos bibliográficos, métodos y técnicas fundamentales correspondientes. La base de la formación es flexible, adaptada a los intereses y necesidades de los estudiantes y comprende la participación en el desarrollo de asignaturas distribuidas en co (Proyecto Educativo de Programa: Criterios Formativos).

Así, los directores de trabajo de grado se asignan según las líneas de investigación con que cuenta el Programa y los proyectos afines que se estén desarrollando. Cada director de trabajo de grado cuenta con horas de acompañamiento al semestre para dirigir al estudiante, según lo dispuesto en el Acuerdo Consejo Superior No. 014 de 2006.

Los espacios académicos de la componente de fundamentación son las que agrupan un conjunto de conocimientos básicos, directamente relacionados con el área de la Maestría, en este caso la Matemática, y que por tanto son indispensables para comprender e investigar en las diferentes áreas de profundización del Programa. Las asignaturas de profundización proporcionan los conocimientos y habilidades necesarias para formar un investigador en el campo de aplicaciones de la matemática a las ciencias de la vida, de acuerdo con las condiciones actuales y las previsiones futuras de desarrollo científico y tecnológico, independientemente de su origen académico.

Se busca una participación activa del estudiante en la temática objeto de estudio, no simplemente la atención pasiva y la asimilación de contenidos presentados por el docente. La metodología de trabajo en clase es magistral en la componente de fundamentación, pero se va haciendo más participativa a medida que se avanza en la componente de profundización y con total participación del estudiante en la componente de investigación.

Dentro de las actividades de desarrollo de competencias de investigación en los estudiantes se fomenta la consulta de literatura actualizada de su tema de trabajo de grado buscando fundamentar la construcción de un marco teórico y conceptual actualizado con una mirada crítica de la literatura científica, enfocado hacia el planteamiento de un problema de investigación. A través de este proceso de formulación de problemas de investigación y la búsqueda de una explicación a partir de la modelización matemática, contrastando los resultados a la luz del conocimiento científico reportado por otros investigadores en las publicaciones seriadadas; el estudiante mediante su autogestión del conocimiento, logra desarrollar la capacidad de generar un pensamiento autónomo y crítico frente a sus resultados.

Los estudiantes que desarrollan sus trabajos vinculados a los grupos de investigación participan en las actividades periódicas de los mismos, donde se realizan exposiciones de los miembros del grupo, incluidos los estudiantes, en un

espacio extracurricular con un ambiente que permite la discusión y generación de nuevas preguntas de investigación, se socializan las propuestas de investigación y los avances logrados en cada uno de los proyectos de investigación en ejecución.

En los seminarios de investigación hay un aporte a la discusión interdisciplinaria en la cual se promueve el desarrollo de las capacidades de comunicación científica y se evalúan las competencias de autogestión del conocimiento y del pensamiento crítico. También a través de la formulación de preguntas, por parte de los docentes y compañeros del posgrado, se desarrolla una actividad de construcción colectiva de conocimiento, y se promueve el desarrollo de competencias en la argumentación científica.

La Maestría propende por una formación integral, en consonancia con la misión institucional propuesta en el Proyecto Educativo Uniquindiano, según la cual,

La Universidad del Quindío contribuye a la transformación de la sociedad, mediante la formación integral desde el ser, el saber y el hacer, de líderes reflexivos y gestores del cambio; con estándares de calidad, a través de una oferta de formación en diferentes metodologías, que responda a una sociedad basada en el conocimiento; una investigación pertinente que aporte a la solución de las problemáticas del desarrollo e integrada con la extensión y proyección social; educando en tiempos del posconflicto y de la consolidación de la paz, apoyada en una gestión creativa y con estándares de calidad (p 19)

En tal sentido, la Maestría contribuye con su participación, cuando la temática es de su competencia, en los espacios orientados a la reflexión y expresión desde ámbitos socio-culturales, socio-económicos, socio-ambientales, políticos, científicos, de desarrollo tecnológico, los cuales son abiertos a la comunidad académica y su entorno.

Por su parte, la Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías también concibe la necesidad de la formación integral cuando plantea que:

Los estudiantes de la Facultad tienen una sólida formación como seres éticos, solidarios con sus congéneres, respetuosos y defensores de los derechos humanos, con altos valores democráticos, comprometidos con la solución de los problemas de su comunidad, promotores del trabajo interdisciplinario e interinstitucional, iniciadores de procesos científicos, tecnológicos y de conservación de un ambiente sano y de la biodiversidad, con formación académica y científica sólida, por lo cual los currículos de los diferentes Programas, los Institutos, Centros u otros organismos estarán estructurados de tal manera que cada componente mencionado tenga presencia y pertinencia (Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías, 2016) (p 29).

En consonancia con lo propuesto por la Universidad y la Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías, el programa de Maestría en Biomatemáticas define su misión orientándola a contribuir a la formación integral de investigadores y docentes, a través de la aplicación de la matemática al análisis de problemas del campo de

las ciencias de la vida pensando en fortalecer la base científica y la capacidad investigativa del país.

6.5 Plan de estudios y otros aspectos relevantes del currículo.

La Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías es un ente administrativo de la Universidad del Quindío, que busca desarrollar y apoyar, en los aspectos administrativos y académicos, programas de formación en pregrado y posgrado en el campo de las Ciencias Naturales y Exactas. La Facultad, busca responder a las necesidades en formación de recurso humano y reunir y consolidar, no solo capital humano y de infraestructura tecnológica, sino también, un capital de saberes para la reflexión, la investigación, el desarrollo y la planificación en Ciencias Básicas. Lo anterior es posible, en la medida que cada uno de sus programas académicos, soporte su estructura curricular, en criterios sólida formación básica, racionalidad y pertinencia.

Los Acuerdos del Consejo Académico 009 y 015, agosto y octubre del 2012 respectivamente, establecen para la Maestría en Biomatemáticas, modalidad de Investigación, su estructura curricular con sus respectivos créditos académicos, en concordancia con el propósito general del Programa y los perfiles profesional y ocupacional del mismo. La distribución de los créditos en las diferentes componentes se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Distribución de los créditos por componentes

Componentes	No. de Créditos
COMPONENTE BASICO	
Fundamentación Matemática	12
COMPONENTE DE PROFUNDIZACIÓN	
Modelización Matemática	16
COMPONENTE DE INVESTIGACIÓN	18
COMPONENTE DE DESARROLLO PERSONAL*	0
TOTAL	46

*El desarrollo personal incluye la competencia comunicativa en una segunda lengua y una reflexión sobre el tema de la Bioética, respondiendo a la Política Académica Curricular, Acuerdo 029 de julio 28 de 2016.

La Componente de Desarrollo Personal no tiene asignados créditos académicos porque son actividades transversales y están incluidas en diferentes espacios académicos.

Los espacios académicos específicos según componentes y créditos académicos de la Maestría en Biomatemáticas modalidad de Investigación, son los que se detallan a continuación:

Tabal N°3: Distribución de espacios académicos por componentes.

Componente	Espacio Académico	No. de Créditos	Total
COMPONENTE BASICO (BA) Fundamentación Matemática	Cálculo Avanzado	4	12
	Probabilidad y Procesos Estocásticos	4	
	Métodos Numéricos	4	
COMPONENTE DE PROFUNDIZACIÓN (AE) Modelización Matemática	Sistemas Dinámicos	4	16
	Electiva	4	
	Modelos Biomatemáticos	4	
	Modelos Biomatemáticos con ecuaciones Diferenciales Parciales	4	
COMPONENTE DE INVESTIGACIÓN (INV)	Seminarios de Investigación I y II	6	18
	Seminario de Trabajo de grado	4	
	Trabajo de grado*	8	
	Pasantía Nacional o Internacional	0	
COMPONENTE DESARROLLO PERSONAL (PE)	Inglés		0
TOTAL			46

*El Trabajo de Grado es uno de los requisitos para obtener el título de Magister en Biomatemáticas, esta actividad tiene un valor de 8 créditos y está reglamentada en el Acuerdo del Consejo Superior 051 de mayo 16 del 2017.

La distribución tentativa de las actividades, por períodos académicos, según componentes y espacios académicos, que deben cursar y aprobar los estudiantes para optar al título de Magister en Biomatemáticas, se detalla a continuación:

PRIMER PERÍODO ACADÉMICO

Componente	Espacio Académico	Requisitos	No. de Créditos	HTP-Sem	HTI-Sem	THS
BA	Cálculo Avanzado	N/A	4	4	12	16
AE	Sistemas Dinámicos	N/A	4	4	12	16
BA	Seminario de investigación I	N/A	3	4	12	16
TOTAL			11			48

HTP =Horas de trabajo presencial

HTI =Horas de trabajo independiente

HS =Horas de trabajo total por semana

THS =Número total de horas en el semestre dedicadas a la actividad (HS x 16 semanas)

N/A = No Aplica

SEGUNDO PERÍODO ACADÉMICO

Compo nente	Espacio Académico	Requisitos	No. de Crédito s	HTP- Sem	HTI- Sem	THS
BA	Probabilidad y Procesos Estocásticos	Cálculo Avanzado	4	4	12	16
AE	Modelos Biomatemáticos	Sistemas Dinámicos	4	4	12	16
INV	Seminario de Investigación II	Seminario de investigación I	3	4	12	16
TOTAL			11			48

TERCER PERÍODO ACADÉMICO

Compo nente	Espacio Académico	Requisito (s)	No. de Crédito s	HTP- Sem	HTI- Sem	THS
AE	Modelos Biomatemáticos con ecuaciones Diferenciales Parciales	Modelos Biomatemáticos	4	4	12	16
AE	Métodos Numéricos		4	4	12	16
INV	Electiva	Seminario de Investigación II	4	4	12	16
TOTAL			12			48

CUARTO PERÍODO ACADÉMICO

Compo nente	Espacio Académico	Requisitos	No. de Créditos	HTP- Sem	HTI- Sem	THS
INV	Seminario de Trabajo de grado	Seminario de Investigación II	4	2	16	18
INV	Trabajo de grado		8	2	24	26
TOTAL						44

En el Seminario de Trabajo de grado se dedica un módulo de 12 horas de actividad presencial a discutir el tema de la Bioética como respuesta a lo establecido en la Política Académico Curricular.

El Trabajo de Grado es uno de los requisitos para obtener el título de Magister en Biomatemáticas, esta actividad está reglamentada en el Acuerdo del Consejo Superior 051 de mayo 16 del 2017.



Existe otro requisito de grado que resulta de la Política Académico Curricular, Acuerdo 029 de julio 28 de 2016, cuando se afirma “ el nivel de competencia en una segunda lengua-cultura se constituye en requisito de grado de cualquiera de los programas académicos profesionales de pregrado y posgrado de la Universidad del Quindío ” .

El detalle de las actividades que se mencionan en la malla curricular se registra en los programas microcurriculares de las asignaturas, que incluyen entre otros, además de los contenidos, aspectos como las formas de evaluación, las competencias, las actividades prácticas, la bibliografía.

7. ACCIONES ESTRATEGICAS

El objeto central del Programa de Maestría en Biomatemáticas es la búsqueda de la calidad y en ese sentido la Acreditación de Alta Calidad se considera un paso intermedio muy importante para llegar a una Acreditación Social; pensando en ello el Programa realiza un proceso continuo de autoevaluación y tiene planteadas unas acciones estratégicas relacionadas con los estudiantes, la investigación, los docentes, la proyección social, la internacionalización y la articulación en redes académicas, la planeación y acreditación institucional, así como la administración y la gestión del programa en el contexto institucional que ofrecen el Plan de Desarrollo Institucional, el Proyecto Educativa Uniquindiano, la política Académico Curricular y el Sistema Integrado de Gestión.

7.1 Acciones estratégicas para la docencia

El programa de Maestría en Biomatemáticas, en todas sus acciones para la docencia busca la excelencia académica de sus estudiantes. Por ello, si bien el Programa está dirigido a profesionales graduados en Matemáticas, eventualmente pueden ser considerados como candidatos al Programa profesionales de Ciencias Naturales y otras áreas del conocimiento que acrediten una formación en Matemáticas equivalente a la que se ofrece en una Licenciatura en Matemáticas.

En este sentido, para garantizar una sólida base de conocimientos previos que permita a los estudiantes abordar con suficiencia académica el plan de estudios de la Maestría, es requisito de admisión cursar y aprobar los cursos de nivelación ofrecidos por el Programa o en su defecto aprobar los exámenes de suficiencia en los contenidos de los siguientes cursos: Álgebra Lineal, Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, Fundamentos de Biología y Análisis Matemático. Los detalles operativos de inscripción, matrícula académica y financiera, evaluaciones, idioma extranjero y requisitos de grado, están reglamentados en el Estatuto Estudiantil de Postgrados.

Una vez aprobados los cursos del semestre nivelatorio, el aspirante puede ingresar a la Maestría como estudiante regular y registrar hasta doce (12) créditos por

semestre. Para impulsar el desarrollo y fortalecimiento de las competencias profesionales a las cuales apuesta el Programa, los compromisos académicos de los estudiantes se complementan con otras actividades extracurriculares directamente relacionadas con el plan de estudios, tales como la participación en seminarios internos de la Maestría y del Programa de Licenciatura en Matemáticas, la asistencia a cursillos y conferencias de los profesores visitantes, la organización y participación en eventos locales y regionales; en la última etapa de su formación, cuando está concluyendo su trabajo de grado, se incluyen las pasantías en el exterior y la participación en eventos internacionales.

El trabajo de grado es el final de una secuencia que inicia con la identificación de un problema, continúa con la elaboración de la propuesta que es evaluada por el Consejo Curricular de la Maestría, desarrollada con el apoyo y seguimiento de un director y finalmente sustentada a través de una disertación pública ante un auditorio general. El trabajo de grado es una actividad individual cuyo producto final es evaluado por tres jurados, por lo menos uno de ellos externo a la Universidad, y está claramente reglamentada en el Estatuto Estudiantil de Posgrados, Acuerdo del Consejo Superior 051 de mayo del 2017.

Otro elemento que es importante registrar, ya que apoya la realización del trabajo de grado de los estudiantes, es la movilidad estudiantil que se promueve a través de acciones como la siguiente: cuando el director del trabajo de grado pertenece a una universidad extranjera, se aprovecha la ayuda establecida en el Estatuto Estudiantil de Programas de Postgrado, Artículo 56 del Acuerdo 051 del 2017, para apoyar la realización de una pasantía del estudiante, con una duración de por lo menos un mes y que tiene como propósito discutir con el director los detalles finales de su trabajo. También, como parte de la pasantía, el estudiante puede registrar, bajo la supervisión de su director, un curso en la universidad extranjera y posteriormente homologarlo como la Electiva que aparece en el plan de estudios de la Maestría. Si el director del trabajo de grado pertenece a una universidad nacional, diferente a la sede del Programa, se ofrece apoyo económico al estudiante para que se reúna con su director, aprovechando el rubro de movilidad estudiantil, y también si se considera conveniente puede registrar, en esa universidad, un curso que luego se homologa por la Electiva que aparece en el plan de estudios de la Maestría.

7.2 Acciones estratégicas para la investigación

El desarrollo de la competencia investigativa de los estudiantes se promueve a través de las siguientes actividades:

En el Seminario de Investigación I, que se ofrece generalmente en el primer semestre, se inicia el proceso de construcción de la propuesta de trabajo de grado. Al finalizar el semestre el estudiante debe tener identificado y suficientemente fundamentado el tema sobre el cual realizará su trabajo de grado así como el

nombre del director. Durante el Seminario de investigación II, que se ofrece generalmente en el segundo semestre, bajo la orientación del profesor que dirige el seminario y con la asesoría de su director, el estudiante desarrolla en detalle su propuesta de investigación que luego de ser discutida en diferentes escenarios, deberá ser sometida a aprobación del Consejo Curricular. Esta propuesta, una vez aprobada, será registrada por la dirección del Programa ante el Comité Central de Posgrados y la Vicerrectoría de investigaciones, esto último como requisito para acceder a los apoyos que están contemplados en el Estatuto Estudiantil de Posgrados para el desarrollo de los trabajos de grado. También, la propuesta de trabajo de grado sirve como elemento principal para programar, en conjunto con el director, el tipo de curso Electivo que debe tomar el estudiante y con el Consejo Curricular tomar luego la decisión sobre las posibilidades y las características de una posible pasantía.

En el cuarto semestre está programado el espacio académico **Seminario de Trabajo de grado**, con 4 créditos, esperando en lo posible que este espacio académico más el Trabajo de Grado sean los únicos que registre el estudiante en ese semestre y para la cual debe presentar al Consejo Curricular, en conjunto con su director, el plan de trabajo a realizar. El Trabajo de grado debe aparecer en la agenda docente del director con el reconocimiento correspondiente en su labor académica.

Una vez finalizado el Trabajo de Grado, se hace un primer análisis en el Consejo Curricular y luego de ser aceptado por ese organismo se programa una disertación, primero en el Seminario de Trabajos de Grado, donde los principales asistentes son los mismos estudiantes de la Maestría y luego una disertación pública con presencia de un jurado constituido por tres investigadores, de los cuales al menos uno de ellos debe ser externo a la Universidad del Quindío en conformidad con el Artículo 44 del Acuerdo 051 del Consejo Superior 16 de mayo 2017.

En el currículo de la Maestría en Biomatemáticas se contemplan como actividades orientadas al desarrollo de la competencia investigativa los Seminarios I, II, el Seminario de Trabajo de grado y el Trabajo de Grado. Como parte de los dos últimos seminarios se organizan discusiones sobre temas específicos de la Biomatemática donde se involucran los estudiantes y profesores del Programa; lo que se trata es de favorecer el desarrollo del análisis crítico, la confrontación de ideas y elaboración de preguntas de investigación.

Por otra parte, se pretende promover el desarrollo de las habilidades de comunicación científica (capacidad de síntesis, elaboración de resúmenes y presentaciones por medios digitales de los resultados de las investigaciones). Una parte de estas discusiones se dedica a la exposición de las propuestas de trabajos de grado y a la presentación de los avances semestrales de los mismos, previo a las disertaciones públicas que hacen los estudiantes como punto final de su trabajo de grado.

La investigación en la Maestría en Biomatemáticas, como una actividad de formación, se maneja en dos planos: desde la cátedra, manteniendo la rigurosidad en la presentación y discusión de los temas y con la actividad investigativa propiamente dicha a través de la presentación y desarrollo de proyectos de investigación por parte de los grupos de Investigación y de los profesores, tanto internos como externos, vinculados al Programa.

La participación de los estudiantes en la investigación toma también varias formas: los estudiantes pueden participar en esta actividad como auxiliares de investigación o como jóvenes investigadores, vinculados a los proyectos de los profesores; pero también como investigadores que se inician en su trabajo de grado bajo la orientación de un investigador con experiencia y que ejerce como director.

La investigación científica de la Maestría en Biomatemáticas se apoya principalmente en los grupos de investigación, cuyos integrantes son docentes del Programa. Estos grupos se encuentran activos, debidamente reconocidos por la Vicerrectoría de Investigaciones y cuentan con el aval de esta dependencia para estar registrados en COLCIENCIAS.(Cuadro 6)

La conformación de los grupos y su relación con las actividades académicas están regidas por el Acuerdo No.008 de junio 22 de 2011 por medio del cual se crea el Estatuto de Investigaciones y en su capítulo II, donde se consignan los objetivos generales de la investigación en la Universidad del Quindío Artículo 2, numeral i, dice textualmente " Fomentar la conformación i n v e s t i g a c i ó n ". Los grupos de i n v e s t i g a c i ó n incluyendo los grupos relacionados con la Maestría en Biomatemáticas, tienen una clasificación de acuerdo al Sistema Nacional de Ciencia y tecnología.

En cada uno de estos grupos están definidas unas líneas de investigación en donde se inscriben los proyectos de grado de los estudiantes, una síntesis de las Líneas de Investigación activas en este momento es la siguiente:

1. Modelización matemática de dinámicas ecológicas y agroecológicas, dirigida por la profesora Irene Duarte Gandica, Matemática egresada de la Universidad de Antioquia con Maestría en Matemáticas de la Universidad Nacional de Medellín y con Doctorado en Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de General Sarmiento, Argentina.
2. Modelos para información auto correlacionada, dirigida por la profesora Gladys Elena Salcedo Echeverry, Licenciada en Matemática y Computación de la Universidad del Quindío, con Maestría y Doctorado en Estadística de la Universidad de Sao Paulo.
3. Modelos Estadísticos en Ciencias Sociales, dirigida por la profesora María Dolly García González, Licenciada en Matemática de la Universidad Tecnológica de Pereira, con Maestría en Matemáticas de la Universidad Nacional de Colombia.

4. Modelos Matemáticos en Epidemiología, dirigida por el profesor Aníbal Muñoz Loaiza, Licenciado en Matemática y Computación, Especialista en Biomatemáticas de la Universidad del Quindío y Doctor en Ciencias Naturales de la Benemérita Universidad de Puebla en México.
5. Modelado Matemático de fenómenos Biomédicos, dirigida por el profesor Paulo César Carmona Tabares, Licenciado en Matemática y Computación, Magister en Biomatemáticas de la Universidad del Quindío y Doctor en Matemática Aplicada de la Universidad Estadual de Campinas.

Cuadro 5: Grupos de Investigación que apoyan el Programa de Maestría en Biomatemáticas. (Convocatoria 2015)

	Nombre del Grupo de Investigación	Relación con el Programa	Nombre del Director del Grupo	Título del Director del Grupo	Clasificación en Colciencias
1	Grupo de Investigación y Asesoría en Estadística	Dirección de tres trabajos de grado	María Dolly García G	Msc Matemática	A1
2	Grupo Escuela de Investigación en Biomatemáticas	Dirección de dos trabajos de grado	Irene Duarte G.	PhD en Ciencia y Tecnología	C
3	Grupo de Modelamiento Matemático en Epidemiología	Dirección de dos trabajos de grado	Aníbal Muñoz L.	PhD en Ciencias Naturales	C
4	Grupo de Estudio y Desarrollo de Software	Dirección de dos trabajos de grado	César Augusto Acosta Minoli	PhD en Matemática Aplicada	B
5	Seminario Interdisciplinario, Grupo en Matemática Aplicada	Dirección de dos trabajos de grado	Hernán Dario Toro Z.	Msc Biomatemática	C

7.3 Acciones estratégicas para el desarrollo de competencias comunicativas y el manejo de un segundo idioma

El desarrollo de la competencia comunicativa comprende el desarrollo de habilidades de lectoescritura que aseguren el acceso a la información científica y el desarrollo de los procesos cognitivos involucrados en la construcción del conocimiento. Así, se promoverá la consulta de textos especializados en bases de

datos, un primer análisis y el registro sistematizado de la información referente a un tema de interés. Igualmente, importante será la escritura técnica de informes buscando el desarrollo de habilidades de escritura para formular el proyecto de investigación de lo que será posteriormente el trabajo de grado. El uso de una segunda lengua, inicialmente por lo menos en el desarrollo de la habilidad lingüística de la lectura en inglés, es condición necesaria para avanzar en la componente de investigación. Son estos los elementos centrales que se trabajan con los estudiantes en el Seminario de investigación I.

Otro elemento de la competencia comunicativa es la presentación de resultados, lo cual se aborda en el Seminario de Investigación II y en el Seminario de Trabajo de Grado, se lleva a la práctica en las discusiones que se hacen con todo el grupo de estudiantes de la Maestría, en sesiones especiales, donde se invita también a los profesores y los egresados. Se promueve en los estudiantes la realización de cursos de inglés y se programan algunos sin costo para el estudiante y sin reconocimiento de créditos, de todas formas se exige la consulta de bibliografía en inglés.

En el contexto de la Política Académico Curricular, Acuerdo 029 de julio 28 de 2016, se afirma “el nivel de competencia lectora se constituye en un requisito de grado de cualquiera de los programas académicos profesionales de pregrado y posgrado de la Universidad del Quindío”. Respondiendo a esta exigencia y a su reglamentación en el artículo 51 de Acuerdo 051 de 2017, la Maestría tiene establecido como uno de los requisitos de graduación la certificación de la competencia lectora a un nivel de B1 o mayor en el idioma inglés.

7.4 Acciones estratégicas para incorporar el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación en la formación investigativa de los estudiantes.

Las tecnologías de la información y la comunicación se incorporan a la formación del estudiante como herramientas de aprendizaje durante la realización de los diferentes cursos. Particularmente en el desarrollo del trabajo de grado el estudiante hace uso de herramienta informáticas para la búsqueda de información bibliográfica y utiliza software especializado en el procesamiento de información, además la escritura del informe final y los artículos científicos que de allí se deriven se hacen en un editor científico.

7.5 Acciones estratégicas para la proyección social

Según lo establecido en las políticas de extensión de la Institución (Acuerdo Consejo Superior No. 002 e 2013), se define como servicios académicos de extensión, los programas orientados a resolver demandas específicas de los agentes sociales y comunitarios, buscando encontrar en los campos técnicos, económicos o sociales, las soluciones más adecuadas a las problemáticas existentes. Esta actividad la realiza la Universidad en cumplimiento de un convenio o contrato suscrito con otra

persona, natural o jurídica, quien como beneficiaria asume el pago del valor acordado con la Universidad y cuyo objetivo básico es la realización de tareas definidas por el contratante, generalmente diferentes a las que son propias de la docencia. Este servicio comprende asesorías, peritajes, consultorías, veedurías, interventorías, asistencia técnica, pruebas y ensayos.

En este sentido, los servicios académicos comprenden actividades que posibilitan la transferencia de ciencia y tecnología, viables y útiles para enfrentar problemas concretos generados en el entorno; igualmente, los servicios relacionados con la identificación e investigación de problemas y la sustentación de propuestas orientadas a resolverlos.

Por tanto, los contratos establecidos con actores sociales del entorno o servicios de consultorías, que desarrollen los grupos de investigación se enmarcarían como una actividad de extensión, a través de la cual se facilita la transferencia de ciencia y tecnología, viables y útiles para enfrentar problemas concretos generados en el entorno.

El Programa de Maestría en Biomatemáticas, establece relaciones con instituciones del Estado, con el sector productivo o con la industria privada a través del desarrollo de proyectos de investigación con la intermediación de la Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías.

Bajo este criterio, los grupos de investigación que apoyan la Maestría en Biomatemáticas han desarrollado servicios a través de Contratos Interadministrativos donde se destaca los siguientes:

1. Con el Instituto Alexander von Humboldt se realizaron en el año 2005 dos asesorías, una para la Componente Socioeconómica y otra para Participación Comunitaria, ambas dentro el proyecto *Conservación y uso sostenible de la biodiversidad en los Andes Colombianos*.
2. Con la Corporación Regional del Valle del Cauca, CVC, se diseñó en el año 2003, una red óptima para el monitoreo de la calidad del agua en el Río La Vieja, dentro del proyecto *Gestión Intercorporativa para la formulación de lineamientos en el manejo del recurso hídrico de la cuenca del Río La Vieja*.
3. Con la Escuela Superior de Administración Pública se participó, en el año 2017, en el desarrollo del proyecto *Evaluación de Impacto de la Capacitación que realiza la ESAP*.

7.6 Acciones estratégicas para la construcción e interacción con redes académicas

La Universidad del Quindío, fiel a la misión que la sociedad le ha encomendado, estableció objetivos estratégicos enunciados en el Plan de Desarrollo Institucional-PDI (2015-2025), entre los cuales se encuentra el fortalecimiento de la capacidad científica y pedagógica del recurso humano, de manera que le permita a la Universidad incursionar en campos de investigación y docencia, liderando grupos,

estableciendo redes de cooperación, formando nuevos investigadores e impulsando el desarrollo de una comunidad científica universitaria, de tal forma que responda a las necesidades reales de la sociedad con nuevos conocimientos y expresiones en determinados campos del saber.

Entre los objetivos de desarrollo de investigación en la institución, se establece la conformación de redes científicas nacionales e internacionales, que ayuden a consolidar un trabajo investigativo a través de redes de cooperación. Así mismo, se establece en el Estatuto de Investigaciones las redes de investigación como uno de los actores de acción en el Sistema de Investigaciones de la Institución.

La Maestría en Biomatemática articula sus líneas de investigación con diferentes grupos de investigación de la Universidad del Quindío, por medio de los profesores investigadores, pertenecientes principalmente a los programas de Maestría y Doctorado en Ciencias Biomédicas, Maestría en Ciencias Biología Vegetal y Maestría en Ingeniería. Algunos de los integrantes de estos programas son a su vez profesores de la Maestría en Biomatemáticas, orientadores y evaluadores de los trabajos de grado. En forma similar existe integración con los grupos de donde proceden los profesores visitantes.

7.7 Acciones estratégicas para la planeación académica y la acreditación

La Universidad del Quindío siempre ha asumido la autoevaluación como un elemento prioritario en su labor y su compromiso con la sociedad. Históricamente, el marco normativo para institucionalizar los procesos de autoevaluación con fines de acreditación se podría resumir según la siguiente regulación: 1998 el Consejo Superior mediante en su Acuerdo No 026 de acreditación como una política prioritaria p el acuerdo de Consejo Académico No 0085 de noviembre 12 se adoptan decisiones en materia de actualización de los diferentes Programas de la Universidad del Quindío.

En el año 2012, la Resolución de Rectoría No. 1179 del 21 de diciembre, reestructuró el Comité Central de Acreditación, le cambió su denominación a Comité Central de Calidad Académica de la Universidad del Quindío y le estableció su conformación y funciones.

El Consejo Superior mediante Acuerdo No. 20 de diciembre 18 de 2015, establece la estructura organizativa de la Universidad del Quindío, se determinan las funciones de sus dependencias y se dictan otras disposiciones. En su artículo 8, creó la Oficina de Gestión y Aseguramiento de la Calidad cuya función principal es Planificar, organizar, coordinar, dirigir y evaluar la gestión integral de la calidad en la institución para el logro de los objetivos estratégicos, política institucional, directrices y normas vigentes, en cumplimiento de los lineamientos para registro calificado de programas, acreditación de alta calidad, norma de calidad del sector público y MECI.

Esta normatividad asigna algunas funciones esenciales, por ejemplo al Consejo Curricular como un organismo académico que diseña, evalúa y controla la gestión

curricular del Programa. En cuanto al seguimiento, evaluación y mejoramiento continuo de procesos dentro del Programa, el Estatuto General de la Universidad (Acuerdo Consejo Superior No. 005 de 2005) establece como funciones de estos órganos de gobierno 1) Elaborar la propuesta del Proyecto Educativo del programa, 2) Controlar y evaluar la ejecución del Proyecto Educativo del Programa, 3) Diseñar, rediseñar y actualizar el currículo del Programa, en coherencia con las políticas institucionales y nacionales, 4) Velar por el cumplimiento de los procesos de autoevaluación y de acreditación, en coherencia con la política institucional, 5) Fomentar el desarrollo del componente investigativo, definir las líneas de investigación y velar por su desarrollo, 6) Vigilar el cumplimiento por parte de los docentes del plan curricular aprobado, 7) Estimar y proponer los créditos correspondientes a cada espacio académico.

La Universidad del Quindío, mediante su Sistema Integrado de Gestión, está comprometida con la calidad y el mejoramiento continuo de la eficacia, eficiencia y efectividad de sus procesos y la satisfacción de las expectativas de los usuarios, por lo cual, implementa prácticas de autocontrol, autoevaluación, transparencia y responsabilidad social, apoyada con talento humano competente, comprometido y respetuoso de lo público, y el óptimo manejo de los recursos de Estado; contribuyendo al cumplimiento de los fines esenciales de la educación superior, fundamentados en la docencia, la investigación, la extensión y desarrollo social.⁴

Bajo estos lineamientos, se han establecido estrategias y mecanismos que autorregulan el cumplimiento de las funciones misionales, en términos de rendición de cuentas⁵, aseguramiento de calidad⁶ y de acreditación⁷.

El Programa de Maestría en Biomatemáticas, se acoge a estas disposiciones, en concordancia con las funciones del Comité Central de Posgrados, responsable de “Promover actividades de autoevaluación tendientes a la mejora de los programas de postgrado y la búsqueda de nuevos programas de posgrado” (Reglamento Administrativo para los Programas de Posgrado, Acuerdo 004 del Consejo Superior, de marzo del 2009). La evaluación se hace a través de un “Modelo de evaluación de los programas de posgrado” del Comité Central de Posgrados y que tiene como propósito evaluar, en forma conjunta, todos los posgrados de la Universidad como un sistema, buscando finalmente complementar la evaluación de eficacia con una evaluación de eficiencia

Como una actividad complementaria, Programa Maestría en Biomatemáticas realiza periódicamente jornadas de evaluación con la participación del Consejo

⁴Política de Calidad. Sistema Integrado de Gestión

<https://www.uniquindio.edu.co/planeacion/documentos.php?id=1293>

⁵Guía Rendición de Cuentas. E.PE-04.01 Organización de audiencia pública de rendición de cuentas.

<https://www.uniquindio.edu.co/planeacion/documentos.php?id=1181>

⁶Procedimiento Aseguramiento de Calidad. Oficina de Gestión y Aseguramiento de Calidad.

<https://www.uniquindio.edu.co/planeacion/documentos.php?id=1803>

⁷Procedimiento E.GAC-01.03 Autoevaluación con fines de acreditación de un programa de pregrado o posgrado

<https://www.uniquindio.edu.co/planeacion/documentos.php?id=1803>



Curricular ampliado con los docentes, estudiantes y egresados del programa para construir a partir de la evaluación del sistema los planes de mejoramiento.

7.8 Acciones estratégicas para la administración y gestión curricular

Según el Estatuto General, “ La Universidad autónoma, de carácter público, con régimen especial, creado por Acuerdo Municipal N° 23 de 1960, adscrito al Departamento del Quindío por Ordenanza N° 014 de 1982, reconocida como universidad por la Ley 56 de 1967 y el Decreto 1583 de enero 18 de 1975 del Ministerio de Educación Nacional, con personería jurídica, autonomía académica, administrativa y financiera, patrimonio independiente y podrá elaborar, aprobar y ejecutar su presupuesto acorde con su misión y principios institucionales” (Artículo 1°). “ Como mandato constitucional y legal con aplicación de los principios constitucionales de: normatividad, descentralización, autonomía, democracia, participación, pluralismo y prevalencia del interés general” (Artículo 2

La Universidad del Quindío cuenta actualmente con una organización académica y administrativa que responde a las necesidades del ejercicio misional de una institución de educación superior en correspondencia con los acuerdos del Consejo Superior No. 018 de 2003: Política Académico-Curricular; No. 005 de 2005: Estatuto General; No. 023 de 2005: Proyecto Educativo Institucional y Plan de Desarrollo Institucional 2016-2025.

Luego de varias reformas, la estructura organizacional, fue aprobada por Acuerdo del Consejo Superior No. 020 del 18 de diciembre de 2015, en él se establece que la institución es estatal del orden departamental y desarrolla el servicio público de la Educación Superior (Artículo 1°).

Como funciones esenciales (Artículo 2), esta la investigación; la investigación articulada con la docencia y la proyección social y, la extensión, como complemento de las anteriores permanente y directa con la sociedad” .

De otra parte y, haciendo referencias específica a los programas de Posgrado, el Acuerdo del Consejo Superior No. 004 del 2009, establece que “ Las políticas de posgrados en la Universidad del Quindío serán definidas e implementadas por un Comité Central de Posgrados, integrado por el Vicerrector Académico quien lo preside, el Vicerrector de Investigaciones, un representante de los directores de Postgrado por cada Facultad, un representante de los docentes de posgrado, un representante de los estudiantes de posgrado y un representante de los egresados de los posgrados” (Artículo 3°) .

Este acuerdo, en el programas de postgrado, tendrá un director quien se encargará de la gestión y coordinación académico-curricular de los

mismos; dependerá del Consejo de Facultad a la cual pertenece el postgrado y su jefe inmediato es el Decano, como está establecido en el artículo 7°.

“ Cada programa académico de postgrado tendrá conformado por el director del programa, dos (2) representantes de los estudiantes, dos (2) representantes de los docentes, y un (1) representante de los egresados; estos últimos elegidos entre quienes tiene vínculos con el programa, no necesariamente de tipo laboral ”. Las funciones en el artículo 9°.

El programa de Maestría en Biomatemáticas se administra a través de un director que debe cumplir unas condiciones para el ejercicio del cargo, forma de nombramiento y funciones, que están establecidas en el Reglamento Administrativo de los Postgrados, Acuerdo 004 del 2009 del Consejo Superior. Su jefe inmediato es el decano de la Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías, cuenta además con un Consejo Curricular cuya conformación y funciones las establece el mismo Acuerdo 004 citado anteriormente, tiene además el apoyo para el trabajo operativo de una secretaria que pertenece a la Planta Administrativa de la Universidad.

La Maestría en Biomatemáticas tiene un presupuesto de ingresos y gastos que se aprueba anualmente, se administra por la dirección del Programa y se controla desde la División Contable y Financiera. Hace parte, como un subcapítulo, del presupuesto general de la Universidad.

El Programa funciona totalmente en el Bloque de Ciencias Básicas y Ciencias Humanas donde tiene asignadas una oficina para el director con su secretaria, un aula especial dotada con equipo de proyección y 20 sillas donde se realizan las clases y demás reuniones. Existe además una sala exclusiva para los estudiantes, con sitios de estudio, equipada con 10 computadores con conexión a Internet y que tienen instalado un software básico debidamente licenciado que comprende los siguientes programas: Maple, Scientific Work Place, Matlab y Faser. Se tiene además acceso, en el mismo edificio, a las Salas Multimedia, donde se hacen actividades de tele conferencia con los profesores de otras universidades y se realiza la exposición de temas especiales que requieren el uso simultáneo de equipos; en estas salas Multimedia se programan las disertaciones de trabajo de grado y se interactúa vía tele conferencia con investigadores de otras universidades. En el mismo edificio se ubican las salas de los tres grupos de investigación que apoyan el Programa.

Los recursos bibliográficos, disponibles para el Programa, se administran desde la Biblioteca Central de la Universidad pero hay una bibliografía, que se usa con más intensidad, en la Dirección del Programa y en las bibliotecas de los grupos de Investigación que soportan la Maestría.

Se encuentran dentro de estos recursos, el acceso a la base de datos Science Direct, los artículos de la revista Biometrics y del Journal Of American Statistical Association. Actualmente en la Biblioteca Central se cuenta con más de 150 títulos, directamente relacionados con el tema de la Biomatemática, a disposición de estudiantes y profesores. Una cantidad similar se encuentra en las bibliotecas de los grupos de Investigación que apoyan la Maestría.

7.9. Acciones estratégicas para la internacionalización

Para actualizar su diseño curricular, el programa de Maestría en Biomatemáticas, además de las discusiones que se realizan en el Consejo Curricular, se apoya en resultados de foros internacionales y nacionales como el BIOMAT, los encuentros de la Sociedad Latinoamericana de Biomatemáticas en los diferentes países de América Latina y los eventos nacionales como la Escuela Nacional de Biomatemática. Esta relación con investigadores de otras universidades se mantiene viva con la vinculación de algunos de ellos al Programa en calidad de directores de trabajos de grado y/o profesores visitantes y con el apoyo de estos investigadores se logra la vinculación de estudiantes de la Maestría en calidad de pasantes a universidades extranjeras.

Un elemento importante para lograr la movilidad de los estudiantes es la exigencia de un buen nivel, por lo menos en la comprensión lectora, en una segunda lengua. Inicialmente la Maestría en Biomatemáticas tiene establecido que esta segunda lengua sea el inglés y exige como uno de los requisitos de grado la certificación de la competencia lectora a un nivel de B1 o mayor en el idioma inglés. Se promueve además, a través de cursos, la formación en el idioma Portugués para aprovechar las posibilidades que resultan de las buenas relaciones con las universidades Brasileñas.

Una actividad muy importante es la delegación que ha hecho el Departamento de Matemáticas Aplicadas de la Universidad Estadual de Campinas a la Maestría en Biomatemáticas de la Universidad del Quindío para administrar en Colombia la realización del examen de admisión a los aspirantes colombianos a realizar estudios de Postgrado en Matemáticas aplicadas en UNICAMP.

7.10 Acciones estratégicas para el seguimiento a graduados

El seguimiento a los graduados en su desempeño laboral, investigativo, de continuidad en su formación y de satisfacción con el Programa, se hace a través de un modelo de caracterización de los graduados construido con los siguientes indicadores:

Aspectos Socioeconómicos	Vinculación y desempeño en el Mercado Laboral	Educación Continuada y Producción Científica	Autoevaluación del programa
- Género	- Situación laboral.	- Estudios de doctorado	- Tiempo para la graduación
- Estrato socioeconómico	- Tipo de empresa donde está vinculado.	- Formación en segunda lengua.	-Relación del ejercicio laboral con el perfil de egreso
- Ingreso familiar	-Sector económico de la empresa.	- Publicaciones.	-Nivel de satisfacción con la formación recibida
	- Tiempo para conseguir el empleo actual.	- Vinculación a Grupos de Investigación.	

La información sobre estos indicadores se recoge por medio de una encuesta digital dirigida a los graduados del programa y el procesamiento consiste en resumirla en un diagrama de Telaraña para un análisis complementario al modelo de autoevaluación.

Con esta información el seguimiento se orienta a mantener una comunicación con los egresados para informarles sobre las diferentes actividades de divulgación y capacitación que realiza la Maestría y también hacerlos partícipes de los logros y dificultades del Programa.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bailey, N. (1997). *The Mathematical Theory of Epidemics* . London: Charles Grffin and Company LTD.
- Bloom B., e. A. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain* . New York: Davd Mckay.
- Bunge, M. (1980). *Epistemología* . Barcelona: Siglo XXI Editores.
- Chávez Calderón, P. (2004). *Historia de las doctrinas filosóficas*. Naucalpan. Edo de Mèxico: Addison Wesley.
- D'Ambrosio, U. (1989). *Philosophia Mathematica*. London: Oxford University Press.
- Departamento Nacional de Planeación . (2015). *Documento Conpes 3815* . Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.

- Departamento Nacional de Planeación. (2015). *Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, Sistema de Ciencia Tecnología e Innovación, Conpes 3835*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Departamento Nacional de Planeación. (2015). *Documento Conpes 3582*. Bogotá: COLCIENCIAS.
- Descartes, R. (2008). *Discurso del método para conducir la razón en busca de la verdad (Traducción de Ramón Sánchez R)*. Madrid: Limpergraf.
- Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías. (2016). *Proyecto Educativo de la Facultad*. Armenia: Universidad el Quindío.
- Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías. (2015). *Proyecto Educativo de Facultad*. Armenia: Universidad del Quindío.
- Ferreira, J. W. (1993). *Modelos matemáticos para dinámica de poblaciones distribuidas en espacios de aspecto com interações nao locais: paradigmas de complexidade*. Campinas: Universidad Estadual de Campinas.
- Friedman, T. L. (2011). *That Used to Be Us: How America Fell Behind in the World It Invented and How We Can Come Back*. New York: Farrar, Strauss and Giroux.
- Galimberti, B., & Russell, R. a. (1994). *The Oxford Spanish Dictionary*. Oxford and New York: Oxford University Press.
- Hurtado, L. H., & Landazuri, P. (2015). *La Regionalización como un aporte a la Equidad, la Democracia y la Paz*. Armenia: Scribe.
- Jódar, L. (1992). Por una Política Nacional de Capacitación y Formación de Profesores Universitarios de Matemáticas. *Matemáticas Enseñanza Universitaria Vol.2*, p 1-2.
- Leibniz, W. (1765). *Nuevos ensayos sobre el entendimiento humano*.
- Murray, J. (1993). *The Mathematical Biology*. Berlín: Springer Verlag.
- Neuman, J. (1944). *The Theory Games Behavior*.
- Universidad del Quindío. (2016). *Proyecto Educativo Uniquindiano*. Armenia: Universidad del Quindío.
- Universidad del Quindío. (2016). *Proyecto Educativo Uniquindiano, PEU*. Armenia: Universidad del Quindío.
- Vicerrectoría Académica. (2016). *Política académico curricular*. Armenia: Universidad del Quindío.
- Vicerrectoría Académica. (2016). *Política Académico Curricular*. Armenia: Universidad del Quindío.



MAESTRÍA EN BIOMATEMÁTICAS

Tel: (57) 6 735 9300
Carrera 15 Calle 12 Norte
Armenia, Quindío – Colombia

Por una Universidad
PERTINENTE CREATIVA INTEGRADORA





UNIVERSIDAD
DEL QUINDÍO