

UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS Y TECNOLOGÍAS

PROYECTO EDUCATIVO

MAESTRÍA EN BIOMATEMÁTICAS



Armenia, Mayo de 2012

PROYECTO EDUCATIVO

MAESTRÍA EN BIOMATEMÁTICAS

Consejo de Facultad

Eduardo Arango Posada
Decano

Carlos Alberto Agudelo Henao
Director Programa de Biología

Pedro Antonio Ruiz Ochoa
Director Programa de Física

Pablo Andrés Muñoz Gutiérrez
Director Programa de Tecnología E

Jairo Ariza Hurtado
Director Programa de Química

Hernando Ariza Calderón
Director Maestría en Ciencias de los
Materiales

Luis Hernando Hurtado Tobón
Director Maestría en Biomatemáticas

Germán Dario Gómez Marin
Director (e) Maestría en Biología Vegetal

Henry Reyes Pineda
Director Maestría en Química

Julián Alberto Buitrago
Asesor Proyección Social de la FCB&T

Alexander Cardona Naranjo
Representante de Egresados

Consejo Curricular

Luis Hernando Hurtado T
Director

María Dolly García G
Investigación y Asesoría en
Estadística

Irene Duarte G
Escuela en Biomatemáticas

Aníbal Muñoz L
Modelamiento Matemático en
Epidemiología

Hernán Dario Toro Z.
Representante de Egresados



TALA DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN	1
CAPÍTULO 1	2
CONTEXTO ACADEMICO	2
1.1 LA BIOMATEMÁTICA COMO ÁREA DE ESTUDIO	2
1.2 ORIGEN Y DESARROLLO HISTÓRICO DEL PROGRAMA	4
1.3 EL DESARROLLO NORMATIVO	5
1.4 EL PROPÓSITO GENERAL DEL PROGRAMA	7
1.5 JUSTIFICACION	8
1.5.1 La Educación como Factor del Desarrollo Social	8
CAPÍTULO 2	13
EL DEBER SER DEL PROGRAMA	13
2.1 MISIÓN DEL PROGRAMA	13
2.2 VISIÓN DEL PROGRAMA	14
2.3 OBJETIVO GENERAL	14
2.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
CAPÍTULO 3	16
RETO FORMATIVO	16
3.1 COMPETENCIAS Y PERFILES	16
3.2 EL COMPONENTE INVESTIGATIVO	17
3.3 RELACIONES CON LA COMUNIDAD CIENTÍFICA INTERNACIONAL	21
CAPÍTULO 4	24
PROCESOS ACADÉMICOS Y LINEAMIENTOS CURRICULARES	24
4.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA DEL PROGRAMA ..	24
4.2 ESTRUCTURA CURRICULAR. PLAN DE ESTUDIOS	28
4.3 LINEAMIENTOS CURRICULARES PARA EL DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS INVESTIGATIVAS EN LA FORMACIÓN DE INVESTIGADORES	33
4.4 MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL PROGRAMA	35
CAPÍTULO 5	41
POLÍTICAS, LINEAMIENTOS Y ACCIONES ESTRATÉGICAS	41

5.1 POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS RELACIONADAS CON LOS ESTUDIANTES .	41
5.2 POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS REFERENTE A LOS PROFESORES	42
5.3 POLÍTICAS DE INVESTIGACIÓN EN CUANTO A: CALIDAD, PERTINENCIA Y PRODUCCIÓN CIENTÍFICA.	46
5.4 LINEAMIENTOS PARA LA INTERNACIONALIZACIÓN.	48
5.5 LINEAMIENTOS PARA EL SEGUIMIENTO A EGRESADOS.	48
5.6 GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA DEL PROGRAMA, RECURSOS FÍSICOS, BIBLIOGRÁFICOS Y TÉCNICOS.	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

TABLA DE CUADROS

CUADRO 1	Relación entre Perfiles y competencias.	18
CUADRO 2.	Grupos de Investigación que soportan la Maestría en Biomatemáticas.	21
CUADRO 3.	Distribución de espacios académicos.	34
CUADRO 4.	Profesores del Programa de Maestría en Biomatemáticas	43

TABLA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Articulación de variables para la Autoevaluación del Programa de Maestría en Biomatemáticas	36
------------------	---	----

PRESENTACIÓN

Este documento registra el pensar y el sentir del grupo de profesores que lidera y soporta el 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. Enfatiza el hecho de que se trata de un programa concebido en la Universidad del Quindío pero discutido en foros internacionales como los encuentros del BIOMAT, los congresos latinoamericanos de Biología Matemática y Ecología Matemática, también en eventos nacionales como los encuentros de la Escuela Regional de Matemáticas y las Escuelas de Biomatemática.

El diseño curricular de la Maestría en Biomatemáticas apunta fundamentalmente a promover el desarrollo de competencias investigativas para enfrentar, desde la Matemática, problemas de investigación en el campo de las Ciencias de la Vida, pero además con el apoyo de sus egresados, el Programa aspira a contribuir al desarrollo del espíritu investigativo en la comunidad educativa.

En relación con el Modelo Pedagógico, es claro que las diferentes actividades que apuntan a la formación se articulan en un esquema en el cual se parte de una exigente fundamentación matemática para luego someter al estudiante a una serie de experiencias que contribuyan a su formación, como las que se dan a través de las pasantías en universidades del exterior, donde comparte su experiencia investigativa con otros profesionales, mas la participación como expositor en seminarios internos y diversos eventos de divulgación científica que se realizan en la Universidad y en diferentes instituciones del país y del exterior.

Eduardo Arango Posada

Decano Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías

CAPÍTULO 1

CONTEXTO ACADÉMICO

1.1 LA BIOMATEMÁTICA COMO ÁREA DE ESTUDIO

La modelización matemática es el equivalente a la expresión en inglés *mathematical modelling* 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 como una interrelación entre la Biología y la Matemática que aborda el estudio de situaciones biológicas desde la modelización matemática.

Las tentativas de hacer representaciones matemáticas de los fenómenos biológicos ganaron su puesto en la comunidad científica con los modelos didácticos 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.

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 a 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 por lo que surge la necesidad de utilizar también modelos que consideren el componente estocástico.

El surgimiento de nuevos paradigmas, ajenos 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 un motivo de atracción 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 comunicación entre los modelos 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 requiere el uso de escalas muy diversas. La transición de estas descripciones entre submodelos se hace casi siempre de manera singular”.(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 permite a la Universidad participar en el análisis de la problemática regional y nacional, en áreas como la protección ambiental y el control de epidemias, aportando a las metodologías el desarrollo e implementación de modelos matemáticos que permitan una visión global de las diferentes problemáticas.

1.2 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 mínimos, 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 buena base para la investigación en 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) y la Fundación Herencia Verde.

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 le permitan incursionar en la investigación en las áreas mencionadas pero enfocándola desde la construcción y/o extensión de modelos matemáticos.

La Maestría en Biomatemáticas de la Universidad del Quindío, tiene como campo de acción las aplicaciones de las matemáticas a las Ciencias de la Vida y como fundamento de su actividad la investigación; está orientada al desarrollo de los conocimientos y habilidades conducentes a la modelización matemática de problemas biológicos, que le permiten al Magíster en Biomatemática incursionar en investigaciones donde se conjugan los conocimientos teóricos de la matemática con la simulación computacional del fenómeno biológico.

1.3 EL DESARROLLO NORMATIVO

La Maestría en Biomatemáticas es creada por el Acuerdo 0030, del Consejo Superior, en Junio 30 del 2000, como un programa de postgrado adscrito a la Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías.

El Consejo Superior por medio del Acuerdo 031, de junio 8 del 2001, expide el Estatuto Estudiantil de Maestrías.

La Resolución de Rectoría No. 0492, del 4 de Septiembre del 2001, fija el valor de la matrícula para los cursos de Nivelación en la Maestría en Biomatemáticas.

La Resolución No. 621, del 6 de Abril del 2002, del Ministerio de Educación Nacional, autoriza a la Universidad del Quindío para matricular estudiantes en la Maestría en Biomatemáticas.

El Consejo Superior por medio del Acuerdo 012, de Mayo del 2005, expide el Estatuto de Investigaciones para la Universidad del Quindío.

El Acuerdo del Consejo Superior 001, del 19 de enero del 2006, modifica parcialmente el Acuerdo 0030, del Consejo Superior, precisando la duración del Programa, la periodicidad de la admisión de estudiantes y el número de cohortes. La Resolución No. 1444 del 6 de Abril del 2006, del Ministerio de Educación Nacional, le otorga el Registro calificado por siete años y le asigna el **Código ICFES: 120865745100505911100**.

Por medio del Acuerdo 005 del 11 de mayo del 2006, el Consejo Académico aprueba unos reajustes al Plan de Estudios de la Maestría en Biomatemáticas.

El Consejo Superior por medio del Acuerdo 020, de Octubre 31 del 2008, expide el Estatuto Estudiantil de los programas de Postgrado, donde se reglamentan las relaciones académicas de los estudiantes de Postgrado con la Institución.

El Consejo Superior por medio del Acuerdo 004, de mayo 28 del 2008, expide el Estatuto Administrativo de los programas de Postgrado que reglamenta la parte administrativa de los programas de Postgrado.

1.4 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; en este sentido el Programa está orientado al desarrollo de los conocimientos y habilidades conducentes a la modelización matemática de problemas biológicos, que le permiten al egresado realizar participar en investigaciones donde se conjugan los conocimientos teóricos de la matemática con la simulación computacional del fenómeno biológico. Concretamente se busca ampliar y desarrollar los conocimientos necesarios para la modelización matemática de problemas biológicos y desarrollar en el estudiante competencias investigativas aplicables en el área de la Biomatemática.

El Programa de Maestría en Biomatemáticas se caracteriza por el enfoque investigativo de carácter interdisciplinario, soportado en tres grupos de investigación de la Universidad del Quindío, escalafonados en COLCIENCIAS y que son: el Grupo Escuela de Investigación en Biomatemáticas, el Grupo de Investigación y Asesoría en Estadística y el Grupo de Modelamiento Matemático en Epidemiología; apoyados además por grupos de investigación de universidades del exterior como: la Universidad Católica de Valparaíso en Chile, la Universidad Estadual de Campinas en Brasil, la Universidad Nacional de General Sarmiento en Argentina y la Universidad Federal de Mato Grosso en Brasil.

Unido al propósito de desarrollar competencias investigativas, la Maestría en Biomatemáticas de la Universidad del Quindío, pretende potenciar en las personas la capacidad para interpretar situaciones biológicas, estudiarlas, modelarlas y explicarlas de tal manera que permitan una interpretación más generalizada de los problemas. Esto implica la necesidad de enfatizar en la formación del Magíster el desarrollo de competencias comunicativas, primero para mantenerse informado sobre los desarrollos de la Biomatemática y luego para compartir sus conocimientos en grupos interdisciplinarios. Se trata en general de desarrollar

competencias investigativas que les permita a los egresados interactuar 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 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 utilizando las actuales herramientas computacionales.

1.5 JUSTIFICACION

1.5.1 La Educación como Factor del Desarrollo Social

Una clasificación del mercado laboral, propuesta por Friedman y Mandelbaum, en el año 2011, contiene tres categorías:

- La primera categoría se refiere al trabajo no rutinario y altamente especializado que por definición no puede ser reducido a un algoritmo programable en un computador o en un robot, o posible de digitalizar y mandar a procesar en el exterior en la modalidad de outsourcing. Estos trabajos implican, además de conocimientos analíticos, capacidad de razonar en abstracto, imaginación y creatividad. Son los trabajos que requieren fundamentación científica y formación de alto nivel.
- La segunda categoría incluye los trabajos que, requiriendo cierto tipo de habilidad y una buena formación académica, son en esencia rutinarios y repetitivos. En esta categoría se incluyen los trabajos industriales, de oficina, contabilidad y laboratorios. La revolución tecnológica y de información ha hecho que estos trabajos migren hacia lugares que prestan el bien o el servicio a menor costo.

- En la tercera categoría se ubican los empleos que, sin requerir mayor especialización, no son rutinarios y por lo tanto no se pueden trasladar a otros lugares. Dentro de este campo se encuentra el empleo doméstico, los meseros, obreros de la construcción vendedores y taxistas. Son trabajos que siempre van a existir pero expuestos a los vaivenes de la economía.(Maldenbaum, 2011)

En el contexto anterior es que un país, enfrentado al mundo de la tecnología y la información, debe explorar la estructura de su sistema educativo buscando llevar su población a aquellas categorías menos vulnerables a los vaivenes de la economía. Los programas de formación científica, como la Maestría en Biomatemáticas, están orientados a la formación para empleos tan necesarios para el país como los de la primera categoría de esta clasificación.

1.5.2 La Biomatemática y el Desarrollo Nacional

- 1) Cualquiera que sea el significado que se atribuya al concepto de Nación, debe ser claro que ello implica un proyecto político y un proyecto científico, ambos difíciles de entender **y más aún** de poner en práctica; pero ello no es excusa para desconocer su importancia, su urgencia y el compromiso que con él tienen los individuos de un país. Reconocer la urgencia de un desarrollo científico es un primer paso para comenzar a buscarlo y para asumir la responsabilidad de participar en el proyecto político - científico de una nación. Se requiere empezar por admitir que no se puede seguir pensando en la existencia de una ciencia para los países desarrollados y una pseudo ciencia para los países pobres (Rebolledo, 2000).En ese mismo sentido, también es necesario pensar que no hay una diferencia de responsabilidad frente al desarrollo científico del país entre las llamadas grandes universidades y las universidades pequeñas. Insistir en esta visión es desconocer que los problemas científicos no tienen ese tipo de dimensiones y más bien lo que

ocurre es que existen limitaciones de recursos económicos, problemas de mentalidad y sobre todo, falta de tradición científica en la mayoría de los casos. En cada país y en cada región existen problemas prioritarios, diferentes de una región a otra, pero los métodos de solución tienen en esencia la misma fundamentación. El compromiso con el desarrollo científico de un país es igual para todos los profesionales y los centros académicos, las posibilidades de asumirlo son las que pueden ser diferentes dependiendo de los recursos disponibles, pero no hay excusa para esquivarlo.

1.5.3 Relación del Programa 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, una maestría que enfatice la aplicación de la matemática en el campo de las Ciencias de la Vida solo se ofrece en la Universidad del Quindío, y ella 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.

Incrementar el recurso humano en el campo de las Ciencias Naturales y **Exactas**, o por lo menos mantenerlo en los niveles actuales, debe ser un propósito de quienes trabajan por el desarrollo científico en la región.

Una imagen de la problemática, en cuanto a la formación de recurso humano en Matemáticas a nivel nacional, 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 del 70 ha prevalecido, en las políticas del Estado, la creencia de que el país había logrado formar suficientes profesores 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, que no ha sido prevista”.

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, 20 años después.

1.5.4 Contribución al Desarrollo Académico de la Universidad

Con el programa de Maestría en Biomatemáticas se aprovecha, para el desarrollo académico de la Universidad, el espacio que han logrado algunos grupos de investigación como la Escuela de Investigación en Biomatemáticas, el Grupo de Investigación y Asesorías en Estadística y el Grupo de Modelación Matemática en Epidemiología.

Estos grupos tienen definidas unas áreas problemáticas que requieren unas temáticas particulares del campo de la Matemática. Su interrelación con el Programa de Maestría en Biomatemáticas permite, por una parte, crear una dinámica de actualización permanente de los contenidos del mismo Programa, y por otra la formación del recurso humano que constantemente alimenta estos grupos y otros nuevos que puedan surgir en la Institución, según el desarrollo de los diferentes programas; de esta manera se contribuye con la creación de un ambiente académico y científico en la Universidad alrededor de la Biomatemática, tan necesario para su desarrollo.

1.5.5 Características del Programa

La Maestría en Biomatemática se puede clasificar en la categoría de los programas de Maestría en Matemática Aplicada y tiene como principal característica el hecho de que las Líneas de Investigación se orientan al diseño y adaptación de modelos matemáticos para interpretar fenómenos biológicos, con un especial énfasis en la formulación y desarrollo de proyectos, además de la divulgación de resultados de investigación en ese campo.

CAPÍTULO 2

EL DEBER SER DEL PROGRAMA

El deber ser del Programa se expresa a través de tres elementos: la Misión, la Visión y los Objetivos del Programa.

2.1 MISIÓN DEL PROGRAMA

La Misión del Programa es el desarrollo de competencias investigativas para ser aplicadas en un campo particular de las Ciencias Naturales que resulta de la interacción entre la Biología y la Matemática. En ese sentido la Misión se concreta en el siguiente texto:

La Maestría en Biomatemáticas de la Universidad del Quindío, forma personas íntegras con capacidad para generar, difundir y profundizar en el conocimiento matemático aplicado al análisis de problemas en Ciencias de la Vida; para ello el Programa orienta sus esfuerzos al desarrollo de competencias investigativas en un campo específico del conocimiento, partiendo de una sólida formación matemática en áreas de Sistemas Dinámicos y Procesos Estocásticos con el apoyo de medios informáticos actuales y promoviendo la interrelación con investigadores del ámbito internacional que trabajan temas de Biomatemática.

La coherencia de la Misión del Programa con la Misión de la Universidad se puede observar en los apartes resaltados en el texto que expresa la Misión de la Institución : *“La Universidad del Quindío educa personas íntegras con capacidad de liderazgo, **genera y aplica conocimiento en el entorno social**, con fundamento en principios pedagógicos y administrativos que garantizan la formación integral, **la consolidación de grupos de investigación y redes de cooperación, la exploración de las necesidades y posibilidades del territorio**, interactuando con los actores del desarrollo social, con equidad y máxima*

cobertura, en un proceso constante de mejoramiento de la calidad y en ejercicio de la autonomía universitaria, con el objeto de obtener capacidad de cambio, una sólida base de conocimiento científico, la consolidación de la cultura y el desarrollo de competencias productivas y de gestión ambiental, para el bienestar y mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad”.

2.2 VISIÓN DEL PROGRAMA

Lo que se percibe en el mediano plazo, en términos del desarrollo del Programa, es un reconocimiento internacional de la Maestría como dinamizador de la investigación en un campo de las Ciencias Naturales. En consecuencia, la visión que se tiene del Programa es la siguiente:

La Maestría en Biomatemáticas de la Universidad del Quindío será reconocida, antes del año 2015, nacional e internacionalmente como un programa de alta calidad académica y excelencia investigativa. Este reconocimiento se logrará como resultado de publicaciones de profesores, estudiantes y egresados en revistas especializadas.

La relación de la **Visión** del Programa con la **Visión** Institucional se puede apreciar en los resaltados del siguiente texto del Plan de Desarrollo Institucional: *“La Universidad del Quindío en el año 2015 será reconocida internacionalmente como una institución de alta calidad académica y excelencia en sus proyectos educativos, de investigación y proyección social, para responder a los desafíos, sueños y compromisos con la sociedad, en un ambiente democrático, humanístico, cultural, estético y científico de permanente diálogo social con los actores comprometidos con el desarrollo sostenible regional y nacional”.*

2.3 OBJETIVO GENERAL

Formar recurso humano que profundice en las teorías matemáticas que sustentan la modelización matemática de los fenómenos biológicos, realice una reflexión

sistemática que le permita dominar progresivamente los conceptos, las técnicas y los métodos de investigación de esta disciplina.

2.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Proveer nuevos elementos a la investigación ecológica, epidemiológica y ambiental, incorporando métodos matemáticos y estadísticos.
- b. Contribuir a la formación de docentes investigadores que promuevan el desarrollo de la docencia y la investigación en Biomatemática.
- c. Contribuir a la vinculación de la Universidad con el entorno, a través de la formación de investigadores y la realización de investigación en el campo de las Ciencias de la Vida.

CAPÍTULO 3

RETO FORMATIVO

3.1 COMPETENCIAS Y PERFILES.

3.1.1 Perfil Profesional.

El egresado de la Maestría en Biomatemáticas, de la Universidad del Quindío, se perfila respondiendo a lo estipulado en los principios generales del Decreto 916 del 22 de Mayo de 2001: *“las Maestrías están dirigidas a la profundización de los conocimientos y a la apropiación de capacidades creativas de estudio y reflexión sistemática, mediante el dominio progresivo de conceptos, técnicas y métodos de estudio e investigación cuyo resultado se concreta en un aporte al conocimiento disciplinario, interdisciplinario o profesional”*; de acuerdo con lo anterior, el magíster en Biomatemáticas estará capacitado desde el punto de vista profesional para:

- a. Hacer la modelización matemática de diferentes dinámicas del campo de las Ciencias de la Vida.
- b. Actualizarse permanentemente en las teorías matemáticas que permiten hacer modelización matemática en el campo de las Ciencias de la Vida.
- c. Participar en investigaciones que apunten a la solución de problemas científicos en este campo el conocimiento.
- d. Promover el desarrollo de líneas de investigación, en estas áreas, en instituciones académicas, científicas y empresariales.

- e. Presentar y desarrollar proyectos de investigación sobre problemas del campo de las Ciencias de la Vida.

3.1.2 Perfil Ocupacional

Desde el punto de vista ocupacional el egresado está habilitado para:

- f. Participar en grupos interdisciplinarios de Investigación donde se aborda el análisis de fenómenos de tipo biológico.
- g. Desempeñarse como Investigador en unidades de Biometría, Epidemiología y Estudios ambientales.
- h. Publicar artículos sobre sus investigaciones en revistas especializadas.

La forma como se articulan los perfiles y las competencias enfocadas en el marco del Proyecto Tuning (Beneitone, 2004), se muestra en el Cuadro N° 1.

3.2 EL COMPONENTE INVESTIGATIVO.

La investigación en la Universidad del Quindío está explícita en la Misión como se observa en los resaltados del texto a continuación: “La Universidad del Quindío educa personas íntegras con capacidad de liderazgo, genera y aplica conocimiento en el entorno social, con fundamento en principios pedagógicos y administrativos que garantizan la formación integral, la consolidación de grupos de investigación y redes de cooperación, la exploración de las necesidades y posibilidades del territorio, interactuando con los actores del desarrollo social, con equidad y máxima cobertura, en un proceso constante de mejoramiento de la Calidad y en ejercicio de la autonomía universitaria, **con el objeto de obtener**

CUADRO 1. Relación entre Perfiles y competencias.

COMPETENCIAS	PERFIL PROFESIONAL	PERFIL OCUPACIONAL
Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica	a, c, d, e	f, g
Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión	a, b, c, d, e	f, g, h
Responsabilidad social y compromiso ciudadano	c, d, e	
Capacidad de comunicación oral y escrita	d, e	h
Capacidad de comunicación en un segundo idioma	b, e	f, h
Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación	b, e	f, g, h
Capacidad de investigación	b, c, d, e	g, h
Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente	B	
Capacidad para actuar en nuevas situaciones	a, c	f, g
Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas	a, c, e	f, g
Capacidad para trabajar en equipo	b, d, e	f
Habilidad para trabajar en forma autónoma	a, b, c, d, e	g, h
Compromiso ético	c, d, e	g, h
Compromiso con la calidad	b, d	

capacidad de cambio, una sólida base de conocimiento científico, la consolidación de la cultura y el desarrollo de competencias productivas y de gestión ambiental, para el bienestar y mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad”.

3.2.1 La Investigación en el Programa

El Programa de Biomatemáticas se clasifica como una Maestría de Investigación en términos del Decreto 1295, del año 2010, del Ministerio de Educación Nacional; en ese sentido la investigación es el eje articulador del Programa, con una presencia transversal en todas las actividades del currículo, que aparece en forma explícita en el Plan de Estudios a través de la componente investigativa de la que forman parte dos Seminarios de investigación y el Trabajo de Grado, que en total reúnen 18 créditos. Las actividades que se realizan dentro de estos tres espacios académicos se complementan con conferencias y cursos cortos que realizan los profesores visitantes por lo menos una vez en el semestre.

Por la forma como se abordan los problemas, la investigación que se desarrolla en la Maestría es de tipo **Formal** y tiene como una de sus características principales la interdisciplinariedad, ya que convoca alrededor de un problema matemático diferentes temas de estudio de áreas como: la Contaminación Ambiental, la Sostenibilidad, la Ecología y la Salud, entre otros.

3.2.2 Las Líneas de Investigación

Los distintos proyectos que se desarrollan en el Programa, como trabajos de grado, están articulados a Líneas de Investigación, que en el caso de la Maestría en Biomatemáticas son las siguientes:

1. Modelización matemática de dinámicas ecológicas y agroecológicas, dirigida por la profesora Irene Duarte Gandica, Matemática de la Universidad de Antioquia con Maestría en Matemáticas de la Universidad Nacional de Medellín y estudios de doctorado en Matemáticas en la Universidad de Sao Paulo.
2. Modelos para información autocorrelacionada, 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. Estadística 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

3.2.3 Los Grupos de Investigación

Los Grupos de Investigación que soportan la Maestría son: el Grupo Escuela de Investigación en Biomatemáticas, el Grupo de Investigación y Asesoría en Estadística y el Grupo de Modelamiento Matemático en Epidemiología, los dos primeros están escalafonados en COLCIENCIAS en la categoría C, desde la convocatoria del año 2000, y el último está registrado. Cada uno de estos grupos tiene un seminario permanente y un programa de semillero de investigadores con alumnos de Maestría y de pregrado. Un resumen de las características de estos grupos se presenta en el Cuadro 2 que aparece a continuación:

CUADRO 2. Grupos de Investigación que soportan la Maestría en Biomatemáticas.

Nombre del grupo	Número de Integrantes	Clasificación COLCIENCIAS
Grupo Escuela de Investigación en Biomatemáticas	5	Categoría C
Grupo de Investigación y Asesoría en Estadística	7	Categoría C
Grupo de Modelamiento Matemático en Epidemiología	5	Registrado

3.3 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: 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, por lo menos una vez en el año, 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.

CAPÍTULO 4

PROCESOS ACADÉMICOS Y LINEAMIENTOS CURRICULARES

4.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA DEL PROGRAMA.

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. Al respecto D'Ambrosio expresa *“Las representaciones se incorporan a la realidad como artefactos, de la misma manera que los mitos y símbolos, sin la necesidad del recurso de la codificación, así la realidad es permanentemente transformada por la incorporación de hechos que el hombre en forma directa o indirecta, consiente o subconsciente, individual o colectivamente ha convenido en llamar historia”* (D'Ambrosio, 1989).

La Ciencia 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 en un futuro 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 expresa *“Toda teoría específica es en verdad un modelo matemático de un pedazo de la realidad”* (Bunge, 1980).

Con excepción de las ciencias físicas que evolucionaron con el respaldo de las teorías matemáticas, otras ciencias como biología, ecología y economía, han usado muy poco lenguaje común para explicar sus ideas, lo que en ocasiones las ha llevado a imprecisiones y falta de 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 y algunos procesos fisiológicos.

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 las informaciones disponibles (Proceso Newtoniano). Una aplicación correcta 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 en su célebre *“Discurso sobre el método para conducir la razón en busca de la verdad”*, (Descartes R., 2008, Traducción de Ramón Sanchez Ramón) cuando 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 se refería al conocimiento científico, como un conjunto de *“características universales”*, que materialicen el sueño de un 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 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 J. Neuman, 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 son 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.

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 L., 1992)

Existen básicamente dos enfoques en el estudio de la matemática; el más común es de tipo generalista o puro y se caracteriza porque justifica el estudio de la matemática por si 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 solamente 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 muy frecuentemente 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 modelación 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, eminentemente interdisciplinario, 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.

4.2 ESTRUCTURA CURRICULAR. PLAN DE ESTUDIOS

4.2.1 El diseño curricular

La Maestría en Biomatemáticas de la Universidad del Quindío es un proyecto académico único en Latinoamérica, sustentado en la experiencia investigativa de los grupos que en la región han abordado esta temática. El diseño del currículo apunta a la formación en investigación y se apoya en la articulación de tres

componentes: la fundamentación en la modelación matemática, la práctica investigativa y la divulgación de resultados.

La formación en la modelación 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 tema 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 y el Trabajo de Grado. Las actividades que se realizan dentro de estos tres espacios académicos se complementan con conferencias y cursos cortos que realizan los profesores visitantes por lo menos una vez en el semestre.

En los Seminarios de Investigación hay dos grandes componentes: por una parte se discuten en una primera etapa, en la modalidad de seminario alemán, artículos científicos relacionados con los temas de investigación dentro de los cuales se enmarcan los posibles trabajos de grado. 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.

La formación en la divulgación de resultados se inicia también desde el primer semestre. Alrededor de los Seminarios de Investigación los estudiantes son sometidos permanentemente al ejercicio de exponer, sobre el tema de interés en

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 Regional de Matemática y 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 realiza la última semana de enero de cada año. La aprobación de estos cuatro cursos por cualquier modalidad, validación o aprobación en el nivelatorio, es el requisito de admisión a la Maestría.

4.2.2 Descripción de los cursos del Programa

Una descripción de los cursos que se ofrecen en el Programa es la siguiente:

CÁLCULO AVANZADO

Se discuten las ideas básicas del cálculo en funciones de varias variables ilustrando los conceptos, en lo posible, por medio de aplicaciones. Los temas centrales son: Topología de $\mathbb{R}^n$, Funciones diferenciables e Integración

ANÁLISIS DE SISTEMAS DINÁMICOS

La idea central de este curso es introducir al estudiante en el manejo de las propiedades básicas y los conceptos de la teoría moderna de los sistemas dinámicos incluyendo temas como la teoría del Caos, las Bifurcaciones y los

métodos de Lyapunov. Se analiza el comportamiento de sistemas dinámicos correspondientes a algunos modelos biomatemáticos.

Se discuten en detalle temas centrales de las ecuaciones diferenciales en tiempo continuo y las ecuaciones diferenciales con tiempo discreto.

MÉTODOS NUMÉRICOS

Se propone dar una visión general de algunos métodos numéricos, que permitan posteriormente al estudiante adecuar o mejorar algoritmos ya existentes a la solución numérica de problemas que puedan surgir en su ejercicio investigativo. Se deducen los algoritmos para algunos de los métodos numéricos más comunes utilizados en la solución de Ecuaciones Algebraicas no lineales y para Problemas de Valor Inicial y Problemas de Valores en la Frontera en Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Se hace aplicación de un Lenguaje de Programación o Software Matemático programable para la simulación numérica y gráfica de los algoritmos obtenidos.

PROBABILIDAD Y PROCESOS ESTOCÁSTICOS

Se discuten las herramientas básicas para construir modelos que involucran elementos estocásticos. Los temas centrales son: espacios de probabilidad, variables aleatorias, momentos de una variable aleatoria, funciones característica, generadora de momento y generadora de probabilidad, convergencia estocástica y una introducción a los procesos estocásticos.

MODELOS BIOMATEMÁTICOS EN ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES

La idea es utilizar la teoría analítica, numérica y cualitativa, de las Ecuaciones Diferenciales Parciales en la resolución de problemas relacionados con la Biomatemática; se discuten temas como: dispersión espacial de enfermedades, formación de patrones y morfogénesis, dispersión espacial de poblaciones y

formación de patrones en la piel de los animales. Son temas centrales: una introducción a las ecuaciones diferenciales parciales y la difusión en sistemas biológicos, las ecuaciones de primer orden y de orden superior, las ecuaciones de la onda, la ecuación de Laplace y la ecuación del calor. Finalmente se discuten algunos modelos de aplicación de ecuaciones diferenciales parciales en biología.

MODELOS BIOMATEMÁTICOS

En este curso se estudian los modelos clásicos de la Biomatemática, incluyendo algunos resultados recientes de aplicaciones en las distintas áreas como la Ecología, la Epidemiología y la Fisiología humana.

El contenido incluye como temas centrales: los procesos discretos y los procesos continuos en la biología, eventos moleculares y temas opcionales de modelización matemática como los problemas de control optimal en epidemiología y ecología.

SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN I

En el Seminario de Investigación I el estudiante, con la orientación del profesor, elige un tema de investigación y realiza una primera revisión bibliográfica con el fin de identificar y plantear el problema de investigación que desarrollará como trabajo de grado. En el proceso de la identificación del posible tema de investigación se discuten temas como: la investigación científica, los tipos de investigación científica, la investigación en Biomatemáticas y la elección de un tema de investigación en esa área.

Como una actividad de este espacio académico se hacen exposiciones de los proyectos de investigación que los egresados han realizado, los proyectos de los Grupos de Investigación que son afines a las temáticas de interés de los estudiantes que cursan el Seminario, y de investigadores de otros programas; con el fin de motivar a los estudiantes en las temáticas, ubicar bibliografía y pares con quienes se pueda llegar a consolidar un problema de investigación.

Simultáneamente los estudiantes hacen exposiciones sobre un tema relacionado con su posible problema de investigación.

SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN II

En el Seminario de Investigación II el estudiante realiza la fase de planeación de su investigación que se materializa en su proyecto de investigación. Las diferentes actividades se orientan a que cada estudiante formule en detalle la propuesta de la investigación que será su trabajo de grado. Unos elementos importantes de este seminario son los aportes del director del trabajo de grado y la presentación que el estudiante hace de su propuesta ante diferentes estancias u organismos internos y externos a la Universidad.

4.2.3 El Plan de estudios

Un resumen de la clasificación de las actividades por semestre, con intensidad horaria de cada una y número de créditos, es la que se presenta en el CUADRO 3 a continuación:

4.3 LINEAMIENTOS CURRICULARES PARA EL DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS INVESTIGATIVAS EN LA FORMACIÓN DE INVESTIGADORES.

La vinculación del estudiante a la actividad investigativa se inicia desde el primer semestre, en el Seminario de Investigación I, que tiene como propósito central identificar el problema de investigación y para ello se realizan actividades complementarias como: exposiciones de trabajos que están en etapas avanzadas de su desarrollo, conferencias de profesores investigadores de la Universidad y profesores visitantes, cursos cortos y asistencia a eventos.

CUADRO 3. Distribución de espacios académicos.

Código	Espacio Académico	Créditos	Número de Horas.
Nivelatorio			
C78001	Fundamentos de Biología		45
C78002	Algebra Lineal		48
C78003	Análisis Matemático		60
C78004	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias		48
Semestre I			
C780101	Cálculo Avanzado	4	60
C780102	Sistemas Dinámicos	4	60
C780202	Seminario de Investigación I	3	45
Semestre II			
C780201	Probabilidad y Procesos Estocásticos	4	60
C780203	Modelos Biomatemáticos I	4	60
C780301	Seminario de Investigación II	3	45
Semestre III			
C7 210103	Métodos Numéricos	4	60
C780302	Modelos Biomatemáticos con Ecuaciones Diferenciales Parciales.	4	60
C780303	Electiva	4	45
Semestre IV			
C780401	Trabajo de Grado	12	
	Total	46	

En el Seminario de Investigación II las actividades están dirigidas a la formulación de la propuesta de investigación que, luego de ser evaluada por el Consejo

Curricular del Programa, se envía al Comité Central de Postgrados donde es inscrita como elegible para recibir el apoyo financiero de la Universidad previsto en el Estatuto Estudiantil de programas de Postgrado, Artículo 59 del Acuerdo 020, Octubre 31, del 2008, del Consejo Superior. Existe un curso electivo orientado a suplir necesidades del estudiante para desarrollar su trabajo de grado y se programa cuando los estudiantes tienen claramente definido su tema de investigación, este curso se puede tomar cuando realiza la pasantía bajo la orientación de su director de trabajo de grado.

Para desarrollar su trabajo de investigación el estudiante cuenta con el apoyo y supervisión de un director que en el caso de ser externo a la Universidad se le asigna también un profesor de tiempo completo de la Universidad del Quindío en calidad de codirector.

Se manejan además seminarios permanentes de Investigación donde se analizan los trabajos realizados por los egresados, por los estudiantes que están en continuidad realizando su trabajo de grado y los proyectos de investigación de los grupos que apoyan la Maestría; de esta manera se establece una dinámica que permite integrar el trabajo de los grupos a la Maestría y aprovechar al máximo el recurso humano existente.

Otro elemento muy importante, para el desarrollo de la investigación en la Maestría, son los estímulos para los trabajos de grado: cada año, a través de la Vicerrectoría de Investigaciones, se conceden premios a los mejores trabajos de grado de pregrado y postgrado realizados en la Universidad; pero además hay estímulos similares por parte de la Red Alma Máter para las universidades de la Región.

4.4 MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL PROGRAMA

La Autoevaluación es una actividad reflexiva permanente que permite una mirada crítica y lo más objetiva posible sobre la forma como el Programa asume el

desarrollo de todos los procesos, de manera que asegure la calidad de los servicios que ofrece.

Para la autoevaluación permanente del Programa, se ha diseñado un procedimiento a partir de un conjunto de variables extraídas en su mayor parte de la Guía para la Autoevaluación con Fines de Acreditación de Programas Académicos, del Consejo Nacional de Acreditación CNA., que complementadas con otras variables, han sido primero clasificadas por temas y luego articuladas en un modelo RECURSOS – PROCESO – RESULTADOS. Se pretende con este modelo hacer un seguimiento al desarrollo del Programa, que permita evaluar elementos de eficiencia administrativa al comparar recursos con resultados.

El conjunto de variables con que se evalúa el Programa están agrupadas y articuladas según el siguiente esquema:

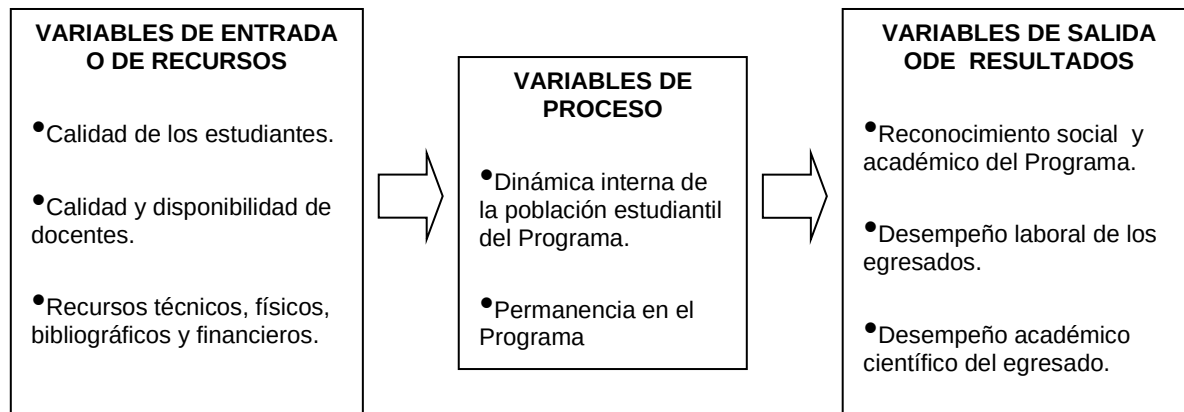


Figura 1. Articulación de variables para la Autoevaluación del Programa de

Cada una de estas variables es valorada a través de un conjunto de indicadores como se describe a continuación.

VARIABLES DE ENTRADA.

CALIDAD DE LOS ESTUDIANTES

Indicadores:

- **Índice de absorción:** Relación entre el número de estudiantes admitidos en el Programa y el número de estudiantes que se inscriben en los cursos de nivelación.
- **Niveles de formación básica de los que ingresan:** Puntajes en los cursos de nivelación de quienes ingresan al Programa: promedio, mínimo y máximo.
- **Procedencia de los estudiantes:** Universidad donde recibieron su título profesional.
- **Profesión de base de los estudiantes que ingresan.**

CALIDAD Y DISPONIBILIDAD DE DOCENTES

Indicadores:

- **Nivel de formación del equipo docente:** Información actualizada sobre la formación académica de los profesores del Programa, resumida a través del Índice Australiano.
- **Tipo de vinculación de los docentes:** Profesores de planta y ocasionales.
- **Apoyo internacional:** Profesores visitantes, conferencistas externos, actividades de proyección.

RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS, FÍSICOS Y FINANCIEROS

Indicadores:

- Apoyo bibliográfico: Número de títulos de libros y revistas especializadas; bases de datos relacionadas con el programa académico.
- **Recursos informáticos:** Número de computadores, Software legal, conexiones a internet y capacidad de las salas de multimedia; disponibles para el uso de profesores y estudiantes del Programa.
- **Espacio físico:** Relación entre las áreas disponibles en aulas y laboratorios con el número de estudiantes del Programa.
- **Apoyo financiero a la investigación:** Aporte anual por estudiante para apoyo a los trabajos de grado.

VARIABLES DE PROCESO

DINÁMICA INTERNA

Indicadores:

- **Distribución de la población de estudiantes:** número de matriculados por semestre.
- **Dinámica interna de la población de estudiantes:** Matriz de Markov de la población matriculada (probabilidades de deserción, promoción y permanencia).

PERMANENCIA EN EL PROGRAMA

Indicadores:

- **Permanencia en el Programa:** curva de sobrevivencia de la última cohorte completa.
- **Duración real para la graduación:** relación entre el tiempo previsto para graduarse en el Programa versus tiempo real en semestres.

VARIABLES DE RESULTADOS O DE SALIDA

RECONOCIMIENTO SOCIAL DEL PROGRAMA

Indicadores:

- **Premios y otras distinciones:** Miembros del programa(profesores, estudiantes o egresados) que han recibido distinciones y reconocimientos significativos por su desempeño en la disciplina.
- **Proyección social:** Información sobre proyectos que el Programa desarrolló o contribuyó a desarrollar en los últimos cinco años.

DESEMPEÑO LABORAL DE LOS EGRESADOS

Indicadores:

- **Seguimiento de egresados:** Registros completos y actualizados sobre la ubicación profesional de los egresados.
- **Empleo:** Índice de ocupación de los egresados del Programa.

DESEMPEÑO ACADÉMICO CIENTÍFICO DE LOS EGRESADOS

Indicadores:

- **Vinculación a organizaciones científicas:** Porcentaje de egresados del Programa que forma parte de comunidades académicas reconocidas, de asociaciones científicas o profesionales en el ámbito nacional o internacional.
- **Continuidad en la formación:** Porcentaje de egresados que ingresan a programas de Doctorado.

Los resultados cuantitativos de este modelo son analizados por la totalidad de integrantes de la Maestría, apuntando a identificar fortalezas que puedan potenciarse y las debilidades a corregir, ambas incluidas posteriormente en los planes de mejoramiento. Para realizar este análisis se programa anualmente un taller de Análisis Estructural con la participación de todos los integrantes de la Maestría (profesores, estudiantes activos y egresados).

CAPÍTULO 5

POLÍTICAS, LINEAMIENTOS Y ACCIONES ESTRATÉGICAS

5.1 POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS RELACIONADAS CON LOS ESTUDIANTES

El programa de Maestría en Biomatemáticas está dirigido a profesionales graduados en Matemáticas, pero 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.

Para ser admitido en la Maestría se deben 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 Acuerdo 020 del Consejo Superior, Octubre 31 del 2008(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. Sus compromisos académicos se complementan con otras actividades como la participación en seminarios internos de la Maestría y del Programa de Licenciatura en Matemáticas, asistencia a cursillos y conferencias de los profesores visitantes, participación en eventos locales y regionales inicialmente; 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 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

Otro elemento que es importante registrar 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 59, para apoyar la realización de una pasantía del estudiante, por lo menos con duración de 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 ayuda 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.

5.2 POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS REFERENTE A LOS PROFESORES

El equipo docente del Programa de Maestría en Biomatemáticas está conformado por profesores de la Universidad del Quindío de los programas de Biología y Licenciatura en Matemáticas, complementado con profesores de las universidades con las cuales se tienen convenios de cooperación académica que intervienen en el Programa de la

Maestría en calidad de profesores visitantes, directores y asesores de los trabajos de grado.

El grupo base de este equipo docente, en el momento actual, año 2012, tiene la conformación que se presenta en el Cuadro 4:

CUADRO 4. Profesores del Programa de Maestría en Biomatemáticas

No.	Profesor	Tipo de vinculación	Nivel de Formación	Grupo de Investigación
1	Gladys Elena Salcedo Echeverry.	Profesora de Planta	PhD en Estadística.	Investigación y Asesoría en Estadística
2	Paulo César Carmona Tabares	Profesor de Planta	PhD en Matemática Aplicada	
3	César Augusto Acosta Minoli	Profesor de Planta	PhD en Matemática Aplicada	GEDES
4	Irene Duarte Gandica	Profesora de Planta	Magíster Matemática	Escuela de Investigación en Biomatemáticas.
5	Aníbal Muñoz Loaiza	Profesor de Planta	PhDen Ciencias Naturales	Grupo de Modelamiento Matemático en Epidemiología

6	Luís Hernando Hurtado Tobón.	Profesor de Planta	MSC en Estadística Matemática.	Investigación y Asesoría en Estadística
7	María Dolly García González	Profesora de Planta	MSC Matemáticas	
8	Juan Uriel Vásquez Pinzón	Profesor de Planta	MSC Matemáticas	
9	Ligia Yanneth Molina Rico	Profesora de Planta	MSC en Biología	
10	Elmer de laPava Salgado	Profesor Visitante	PhD en Biología, Universidad Autónoma de Occidente, Cali.	
11	Diego López Cárdenas	Catedrático	MSC Matemáticas	
12	Roberto Fernando Momo	Profesor Visitante Profesor Visitante	PhD en Matemáticas y en Biología, Universidad de General Sarmiento, Argentina	
13	Jocirei Dias Ferreira	Profesor Visitante	PhD en Matemática, Universidad Federal de Mato Grosso, Brasil	P

14	Joao Frederico Da Costa Azevedo Meyer	Profesor Visitante	PhD en Matemática, Universidad Estadual Campinas, Brasil	
15	Eduardo González Olivares.	Profesor Visitante	Magíster Matemática, Universidad Católica de Valparaíso, Chile	
16	Fernando Córdova Lepe	Profesor Visitante	PhD en Matemáticas, Universidad Católica del Maule, Chile.	

Los docentes que pertenecen a la planta de Universidad del Quindío, en su mayoría conforman 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. La remuneración de los profesores externos está determinada por el Reglamento Administrativo de los Postgrados, Acuerdo 004 del Consejo Superior, Mayo 28 del 2009.

La actividad docente en general, en la Universidad del Quindío, es reglamentada mediante el Estatuto Docente, Acuerdo 049 del 22 de Junio de 1995.

Las políticas de selección, vinculación, promoción de los profesores en el escalafón docente, están reglamentadas en los Acuerdos del Consejo Superior 002 del 18 de Febrero de 2000, para Profesores Ocasionales y Catedráticos y para los Profesores de Planta, en el Acuerdo 049 de junio 22 de 1995 y 004 de Febrero 25 del 2010.

Los profesores visitantes 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 eventualmente como evaluadores de trabajos de grado. Su presencia también se aprovecha para discutir 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.

5.3 POLÍTICAS DE INVESTIGACIÓN EN CUANTO A: CALIDAD, PERTINENCIA Y PRODUCCIÓN CIENTÍFICA.

La política de Investigación en la Universidad, en lo que se refiere a calidad y pertinencia, está contenida en el Estatuto de Investigaciones, Acuerdo 008 de 2011 y Acuerdo 012 de 2005, donde se establece la estructura administrativa de la Investigación, las relaciones de los investigadores con la Institución, las diferentes formas de participación de los estudiantes y los estímulos correspondientes.

La parte de estímulos a los docentes, correspondiente a la producción científica, se rige por el Acuerdo 012 de 2009, del Consejo Superior.

En cuanto a la estructura administrativa de la Investigación, existe un Comité Central de Investigaciones presidido por el Vicerrector de Investigaciones y del que también hacen parte representantes de cada una de las Facultades. En cada Facultad existe un asesor de investigación, que a su vez es el representante ante el Comité Central de Investigaciones, y un Comité de Investigaciones de Facultad conformado por los directores de los Programas.

Los proyectos de Investigación son aprobados, en primera instancia, por el Consejo Curricular de cada Programa, luego por el Comité de Investigaciones de la Facultad que los remite al Comité Central de Investigaciones para ser enviados a evaluación externa. Con el resultado de esta evaluación la Vicerrectoría de

Investigaciones procede con los trámites de financiación y el perfeccionamiento de los convenios con otras instituciones.

Una vez terminados los proyectos se presenta, en formato especial, un informe final que es evaluado por pares externos a la Universidad. El resultado de esta evaluación es utilizado por la Institución para efecto de estímulos a los investigadores y además para el acta de finalización del proyecto y expedir los paz y salvo correspondientes.

La forma como la investigación se articula a los postgrados está reglamentada por el Estatuto Estudiantil de Postgrados, Acuerdo 020, Octubre 31 del 2008, del Consejo Superior.

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.

Los resultados de proyectos que corresponden a trabajos de grado de los estudiantes son objeto de una disertación pública con la participación de tres (3) jurados, uno de ellos externo a la Universidad.

5.4 LINEAMIENTOS 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 haber obtenido por lo menos 60 puntos en el examen Michigan G.V.R. Se promueve además, a través de cursos, la formación en el idioma Portugués para aprovechar las posibilidades que resultan de las buenas relaciones con 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.

5.5 LINEAMIENTOS PARA EL SEGUIMIENTO A EGRESADOS.

El seguimiento a los egresados en su desempeño laboral, investigativo y de continuidad en su formación, se hace utilizando una base de datos construida para tal fin en la cual se

registran, además de los datos de identificación donde se incluye la dirección electrónica, los siguientes campos:

1. Fecha de graduación
2. Nombre de la empresa o institución a la cual está vinculado.
3. Sector económico al cual pertenece
4. Fecha, tipo de vinculación y nombre del cargo.
5. Principales funciones que debe desarrollar en su cargo.
6. Participación en proyectos de investigación
7. Publicaciones científicas.
8. Participación en eventos académicos / científicos.
9. Capacitación y perfeccionamiento
10. Vinculación a organizaciones científicas.

Esta información, además del seguimiento, permite mantener comunicación con los egresados para informarles sobre las diferentes actividades de divulgación y capacitación que realiza la Maestría, además de hacerlos partícipes de los logros y dificultades del Programa a través de su representante en el Consejo Curricular. También, a partir de esta información, se calcula un **Índice de empleo de los egresados del Programa (IOC)** calculado como un cociente entre el número de ocupados sobre el número de encuestados, expresado en porcentaje.

5.6 GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA DEL PROGRAMA, RECURSOS FÍSICOS, BIBLIOGRÁFICOS Y TÉCNICOS.

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 ala 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.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beneitone, P. (2007). El proyecto Tuning en América Latina y el diseño curricular basado en competencias. *Seminario Taller Centroamericano sobre el desarrollo curricular basado en competencias* (págs. 1-18). Concepción Chile: <http://tuning.unideusto.org/tuningal/>.

Bunge, M. (1980). *Epistemología*. Barcelona: Siglo XXI Editores.

Chávez Calderón, P. (2004). *Historia de las doctrinas filosóficas*. Naucalpan. Edo de México: Addison Wesley.

D'Ambrosio, U. (1989). *Philosophia Mathematica*. London: Oxford University Press.

Descartes, R. (2008). *Discurso del método para conducir la razón en busca de la verdad. Traducción de Ramón Sanchez Ramón*. Madrid: Limpergraf.

Ferreira, J. W. (1993). *Modelos matemáticos para dinámica de populações distribuídas em espaços de aspecto com interações não locais: paradigmas de complexidade*. Campinas: Teses Doutorado.

Friedman, T. L., & Maldenbaum, M. (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. (1994). *The Oxford Spanish Dictionary*. Oxford and New York: Oxford University Press.

Jódar, L. (1992). Por una Política Nacional de Capacitación y Formación de Profesores Universitarios de Matemáticas. *Matemáticas Enseñanza Universitaria* , Vol.2, N°2, . 1-2.

Murray, J. (1993). *The Mathematical Biology*. Berlín: Springer Verlag.

Rebolledo, R. (Diciembre de 2000). *Mathematics, a key for development. International Mathematics Union*. Recuperado el 6 de Diciembre de 2002, de <http://wmy2000.math.jussieu.n/edito.html>

Wikipedia, c. d. (27 de 03 de 2012). *Procesos del aprendizaje*. Recuperado el 17 de 03 de 2012, de <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Aprendizaje&oldid=54912498> Wikipedia:

