

CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación de la Educación Superior

División Académica

DICTAMEN SOBRE LA SOLICITUD DE APROBACIÓN DEL BACHILLERATO EN MODELACIÓN MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

UCR TEC

UNA

M.Sc. Alexander Cox Alvarado



UNED

UTN
Universidad
Técnica Nacional

OPES; no. 49-2021

CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación de la Educación Superior
División Académica

DICTAMEN SOBRE LA SOLICITUD DE APROBACIÓN DEL BACHILLERATO EN MODELACIÓN MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



M.Sc. Alexander Cox Alvarado

OPES ; no 49-2021

378.728.6
C877d

Cox Alvarado, Alexander

Dictamen sobre la solicitud de aprobación del bachillerato en modelación matemática de la Universidad de Costa Rica / Alexander Cox Alvarado. -- Datos electrónicos (1 archivo : 400 kb). -- San José, C.R. : CONARE - OPES, 2021.
(OPES ; no. 49-2021).

ISBN 978-9977-77-431-2
Formato pdf (36 páginas)

1. MODELACIÓN MATEMÁTICA. 2. BACHILLER UNIVERSITARIO. 3. OFERTA ACADÉMICA. 4. PLAN DE ESTUDIOS. 5. PERFIL PROFESIONAL. 6. PERSONAL DOCENTE. 7. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. I. Título. II. Serie.

EBV



PRESENTACIÓN

El estudio que se presenta en este documento (OPES; no 49-2021) se refiere al dictamen sobre la solicitud de aprobación del Bachillerato en Modelación Matemática de la Universidad de Costa Rica.

El dictamen fue realizado por el M.Sc. Alexander Cox Alvarado, investigador de la División Académica de la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES) con base en los documentos *Informe ejecutivo para CONARE del Bachillerato en Modelación Matemática, 2021*, y *Elementos curriculares del Bachillerato en Modelación Matemática, 2021*, elaborados por la Universidad de Costa Rica. La revisión del documento estuvo a cargo de la Dra. Katalina Perera Hernández, Jefa de la División citada.

El presente dictamen fue aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión No. 35-2021, artículo 7, inciso d), celebrada el 12 de octubre de 2021.



Eduardo Sibaja Arias
Director de OPES

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
2. Datos generales	2
3. Justificación	2
4. Propósitos de la carrera nueva	4
5. Perfil académico-profesional	4
6. Campo de inserción profesional	6
7. Requisitos de ingreso	7
8. Requisitos de permanencia y de graduación	7
9. Listado de los cursos	8
10. Descripción de las actividades académicas de la carrera	8
11. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas	8
12. Conclusiones	8
13. Recomendaciones	9
ANEXO A	10
ANEXO B	13
ANEXO C	26
ANEXO D	29

1. Introducción

La solicitud de aprobación del Bachillerato en Modelación Matemática, de la Universidad de Costa Rica (UCR), fue enviada al Consejo Nacional de Rectores por el señor Rector de la UCR, Dr. Gustavo Gutiérrez Espeleta, en nota R-6132-2021, con el objeto de iniciar los procedimientos establecidos en el documento Lineamientos para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes ¹

Cuando se crean grados y pregrados nuevos, se utiliza lo normado en los Lineamientos mencionados, los cuales establecen los siguientes temas, que son la base del estudio que realiza la OPES:

- Datos generales
- Justificación
- Propósitos de la carrera
- Perfil académico-profesional
- Campo de inserción profesional que describe el ámbito en el cual se puede desempeñar profesionalmente la persona graduada
- Requisitos de ingreso
- Requisitos de graduación
- Listado de los cursos
- Descripción de los cursos
- Correspondencia del equipo docente con los cursos asignados.

A continuación, se detalla cada uno de estos aspectos.

¹ Aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión N°27-2013, artículo 3, inciso g) y h), celebrada el 22 de octubre de 2013.

2. Datos generales

La carrera será impartida por el Departamento de Ciencias Naturales de la Sede de Occidente de la Universidad de Costa Rica. La duración total del Bachillerato será de ocho ciclos lectivos de dieciséis semanas.

Se otorgará el diploma de *Bachillerato en Modelación Matemática*.

3. Justificación

En la documentación enviada por la Universidad de Costa Rica se define el objeto de estudio y se justifica de forma extensa la necesidad de la carrera en Modelación Matemática. Los siguientes son extractos de dicha documentación:

“El objeto de estudio de la Modelación Matemática consiste en el reemplazo del objeto cognitivo (que generalmente son problemas de diferentes índoles y áreas) por su imagen matemática (modelo matemático) la cual, mediante herramientas lógico – numéricas en un ordenador, permite estudiar las cualidades del proceso original... Por lo tanto, a grandes rasgos, un modelo matemático es un tipo de modelo científico que emplea la Matemática para expresar relaciones, proposiciones sustantivas de hechos, variables, parámetros, entidades y las relaciones entre estas, para estudiar comportamientos de sistemas complejos ante situaciones difíciles de observar en la realidad. Debido a la cantidad casi infinita de aristas que el modelado matemático posee, resulta casi imposible hacer una clasificación puntual de cada objeto de estudio. Sin embargo, de manera general se pueden establecer algunas clasificaciones para los modelos matemáticos.

- Modelo de simulación o descriptivo.
- Modelo de optimización.
- Modelo de control.

[...]El proceso metodológico llevado a cabo en la Modelación Matemática consta básicamente de tres momentos, los cuales se presentan divididos en pasos específicos:

- La construcción: proceso en el que se analiza el problema y luego se traduce éste utilizando el lenguaje matemático. Involucra:
 - Presentación del problema: el problema es presentado a la persona profesional en Modelación Matemática, detallando las hipótesis iniciales y la información que se quiere obtener de la posible solución.
 - Comprensión del problema: en este paso se analiza y contextualiza el problema, con el fin de determinar el área de acción y los modelos matemáticos a utilizar, así como el enfoque apropiado que se debe dar al problema.
 - Diagnóstico del problema: se determina si el problema admite una solución, para así establecer la viabilidad de seguir o la necesidad de aportar más información inicial.
 - Modelación: se traduce el problema a lenguaje matemático y se hace uso de los modelos matemáticos apropiados.
- El análisis o estudio del modelo confeccionado: se aplican los resultados obtenidos en el modelo al problema original para un posterior análisis. Se puede definir como una fase de entrenamiento, en la cual se mide la respuesta ante la variación de los datos iniciales. Involucra:

- Solución del problema: se brinda una solución al problema, presentando los resultados en lenguaje sencillo y claro, para que sea comprendido de la mejor manera por el resto de colaboradores.
- Retroalimentación del modelo: con el análisis anterior se mejora y optimiza el modelo final. Involucra:
 - Análisis a posteriori: a partir de los resultados obtenidos se mejora u optimiza el modelo, con el fin de obtener resultados más precisos o adaptarlo a casos específicos el mismo problema.

Esta estructura permite dividir el problema en etapas, lo cual favorece la simplificación de este y obtener la posible solución deseada. (Universidad de Costa Rica, Elementos curriculares del Bachillerato en Modelación Matemática, 2021).

Actualmente la tecnología trasvasa todos los sectores sociales y económicos llegando a convertirse en el principal motor de la economía, la competitividad y la educación de muchos países. De hecho, las empresas deben reinventarse constantemente con el doble propósito de crecer, y de afrontar exitosamente los embates de la competencia.

A ello se le suma el hecho que la expansión de la tecnología en distintos campos no ha sido el único y más notorio cambio ocurrido en los últimos años, puesto que las matemáticas tienen un papel importante en los procesos industriales u otros en que se combina la experimentación en laboratorio con las nuevas herramientas matemáticas: aparece la combinación de modelización matemática -análisis matemático - simulación numérica - control, que forma un utensilio de uso habitual en los más diversos campos: las comunicaciones, la climatología, la astrofísica, la ecología, la economía, y la finanza, la ingeniería industrial, la industria automovilística o la medicina .

Consecuentemente, “Costa Rica debe actualizarse y acogerse a las políticas implementadas a nivel internacional para fortalecer la educación en Matemática y en las áreas científico-tecnológicas” (Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, 2014, p. 190); esto con el fin de atender la demanda de profesionales especializados y competentes, con el objetivo de mantener y atraer la inversión extranjera, y de esta manera ser un país atractivo para las empresas que llevan la vanguardia mundial en el conocimiento científico y tecnológico, además de la innovación en las tecnologías de información y comunicación.

Por otro lado, durante estos últimos años, Costa Rica firmó un préstamo con el Banco Mundial por 200 millones de dólares para las universidades públicas, dicho presupuesto debe destinarse en proyectos de modernización en las instalaciones, apertura de nuevas carreras e ingenierías novedosas y/o carreras que tengan que ver con las aplicaciones científicas de la Matemática a otras disciplinas, además del otorgamiento de becas y equipamiento para los laboratorios, entre otros.

En este sentido, y atendiendo fuertemente a las ideas anteriores, la carrera de Modelación Matemática surge como una carrera innovadora, moderna y de alta calidad. La creación de esta carrera se fundamenta en que se debe ofrecer nuevas opciones académicas, que sean soluciones reales de empleo y que a la vez permita acercarse al sector académico, productivo y tecnológico de Costa Rica. Además, dicha carrera se dedicaría a atender la necesidad de recursos humanos de alto valor agregado, con el fin de atender el sector productivo tanto extranjero como nacional de manera permanente.

También, el menester de profesionales en Modelación Matemática por parte de las diferentes empresas (públicas o privadas) radica en que éstas requieren profesionales capaces de resolver problemas en la parte industrial de la manufactura avanzada, servicios, informática, en la administración de negocios, entre otros, utilizando el lenguaje y herramientas que proporciona la Matemática y otras áreas relacionadas.

Como valor agregado, en visitas a la Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (CINDE) y diferentes empresas tales como: Hewlett Packard (HP), IBM, AMBA RESEARCH, EQUIFAX; durante el año 2013 por parte de profesores de la Sección de Matemática de la Sede Occidente, Universidad de Costa Rica, dichas compañías mencionan que al no contar con profesionales de este perfil han tenido que retrasar proyectos en sus compañías, y por tanto es necesario atender esta demanda en un corto plazo. En efecto, cuando estas empresas precisan de especialistas para diseñar modelos matemáticos deben subcontratar estos servicios a otros

países como México e India. (Universidad de Costa Rica, Informe ejecutivo para CONARE, Bachillerato en Modelación Matemática, 2021).

La justificación de la carrera es clara y cumple con los elementos establecidos.

4. Propósitos de la carrera nueva

Según la Universidad de Costa Rica, el objetivo general de la carrera es el siguiente:

Formar profesionales con una alta calificación y compromiso en implementar el uso, desarrollo y adaptación de modelos matemáticos, computacionales y numéricos, en el estudio de problemas de distintas índoles, como lo son situaciones en la industria de servicios, manufactura avanzada, negocios, ingenierías, aplicaciones médicas, telecomunicaciones, meteorológicas, procesos de simulación en mecanismos en el sector productivo y de servicio en general, para analizar, comprender y resolver los problemas provenientes de estos ámbitos o especialidades. Adicionalmente, estos profesionales deben formular propuestas o estrategias con soluciones racionales fundadas en su formación y en el trabajo interdisciplinario, donde la innovación y el conocimiento científico, la actitud crítica y la capacidad de adaptación sean las constantes del ambiente donde la persona egresada desempeñará su profesión. (Universidad de Costa Rica, Informe ejecutivo para CONARE, Bachillerato en Modelación Matemática, 2021).

Los propósitos planteados están acordes con el grado y nombre de la carrera propuestos.

5. Perfil académico-profesional

A continuación, se detalla el perfil académico del graduado en Bachillerato en Modelación Matemática:

Conocimientos:

Al finalizar la carrera, la persona graduada en Modelación Matemática desarrollará conocimientos en:

- Álgebra elemental, álgebra lineal, cálculo diferencial e integral en una y varias variables y optimización.
- Ecuaciones diferenciales ordinarias y ecuaciones diferenciales parciales.
- Análisis funcional, análisis real, análisis numérico y análisis de algoritmos.
- Manejo y creación de bases y estructuras de datos.
- Visualización y comunicación de datos.
- Probabilidad y estadística.
- Física básica y mecánica de medios continuos.
- Gestión y administración de proyectos.
- Programación elemental (algoritmos) y programación orientada a objetos (clases y métodos).
- Investigación científica: método científico y ciclo de la investigación científica.

Habilidades y destrezas:

Con los conocimientos adquiridos durante su formación, la persona graduada en Modelación Matemática, será capaz de:

- Trabajar con grupos interdisciplinarios para lograr el desarrollo de modelos matemáticos precisos y realistas.
- Utilizar los conocimientos computacionales de programación para dar una solución numérica a los problemas a que se enfrenta.
- Aplicar conocimientos físicos, relacionados con la mecánica de medios continuos, para desarrollar modelos matemáticos en problemas de ingeniería y ciencias aplicadas.
- Proponer y sistematizar estrategias de solución para problemas de decisión que involucran gran cantidad de variables.
- Modelar y simular fenómenos naturales, fenómenos relacionados con la salud, y fenómenos dentro del ámbito económico e industrial, por medio de herramientas matemáticas, estadísticas y computacionales.
- Interpretar la solución generada por los modelos matemáticos para comunicarlos de manera sencilla a empleadores, clientes, y otros profesionales.
- Uso de software especializado de matemática y estadística.
- Revisar y mejorar modelos matemáticos existentes para obtener predicciones más precisas a partir de estos, y ajustarlos a las nuevas tecnologías.
- Desarrollar investigaciones sobre nuevos métodos matemáticos y herramientas tecnológicas para modelar y resolver problemas.
- Determinar si un modelo matemático es determinista, estocástico o probabilístico.
- Desarrollar modelos matemáticos apropiados para describir y/o hacer predicciones sobre un fenómeno determinado.
- Formular y desarrollar proyectos de investigación utilizando los principios del método científico.

Valores y actitudes:

Con respecto a los valores y actitudes que caracterizarán a una persona profesional en Modelación Matemática, se indican los siguientes:

- Consecuente con la ética profesional.
 - Practica una cultura de transparencia en sus labores.
 - Confiable y eficiente en sus obligaciones laborales.
 - Proactivo en sus funciones laborales.
 - Actitud positiva hacia los retos laborales y profesionales.
 - Confianza y seguridad en sí mismo.
 - Sensibilidad, responsabilidad social y profesional.
 - Actitud crítica y constructiva.
 - Espíritu investigativo.
 - Colaboración para alcanzar el bienestar común.
 - Actualización permanente en la tecnología computacional.
 - Flexible en el desarrollo de trabajos con equipos interdisciplinarios.
- (Universidad de Costa Rica, Informe ejecutivo para CONARE, Bachillerato en Modelación Matemática, 2021)

Adicionalmente, se establece lo siguiente: “como partidarios del respeto y el valor por la vida, la integridad humana, la tolerancia, y consecuentes con la visión humanista de la

Universidad de Costa Rica, la carrera de Modelación Matemática promoverá que sus graduados no presten servicios en trabajos o proyectos cuyas finalidades puedan impactar de manera negativa el bienestar social”.

De acuerdo con lo descrito, la División Académica de la Oficina de Planificación de la Educación Superior considera que el perfil profesional se adecúa a los resultados de aprendizaje esperados establecidos en el Marco de Cualificaciones para la Educación Superior Centroamericana para el grado de Bachillerato. ²

6. Campo de inserción profesional

Se realizó un estudio de mercado de los profesionales de la nueva carrera realizado por la Sede de Occidente a empresas tecnológicas, para lo cual se contó con la ayuda de CINDE. Las empresas consultadas fueron Abbott Laboratories, Accenture Worldwide, AstraZeneca Hologic, TegraMedical Costa Rica, Vmware, Skim Analytical y Boston Scientific. Como resultado de este estudio, se establece lo siguiente en relación con la incorporación de los graduados de la carrera en el mercado laboral de la siguiente forma:

El egresado en Modelación Matemática, será una persona profesional con gran diversificación de conocimientos, los cuales le permitirán, trabajar tanto de forma independiente, como con grupos interdisciplinarios. En particular, al adentrarse en el campo laboral, se pueden mencionar una gran variedad de áreas en las que podría tomar parte: Modelaje en las áreas de ingeniería de manufactura, calidad e investigación y desarrollo; utilización de datos agregados de distintas bases para obtener información, ayuda a la toma de decisiones relativas a la operación del negocio o futuros nuevos nichos; estudios de factibilidad utilizando modelaje; estimación de modelos cuantitativos; análisis estadístico; análisis de procesos, mejora de modelos de proceso y desarrollo de parámetros para procesos, entre otros. Más específicamente, la persona profesional en Modelación Matemática podrá ejercer labores en el siguiente mercado laboral:

1. Área de servicios: desempeñándose en los siguientes puestos:
 - Analista de datos.
 - Investigación.
 - Analista de laboratorio.
 - Desarrollador de nueva tecnología.
2. Área de manufactura avanzada: ejerciendo los siguientes puestos:
 - Control de calidad.
 - Optimización de procesos.
 - Desarrollador de prototipos.
3. Área de ciencias de la vida: ocupando los siguientes puestos:
 - Analista de factibilidad.
 - Investigación para el desarrollo de nuevos productos.

² CSUCA, Marco de Cualificaciones para la Educación Superior Centroamericana, 2018.

- Control de calidad y optimización de procesos.
(Universidad de Costa Rica, Informe ejecutivo para CONARE, Bachillerato en Modelación Matemática, 2021).

En la División Académica se considera la información producida de la Sede de Occidente como confiable. No existen datos de empleo proveniente del Observatorio Laboral de Profesiones del CONARE puesto que no se ha impartido aún ninguna carrera similar.

7. Requisitos de ingreso

Según el Universidad de Costa Rica, los requisitos de ingreso son los siguientes:

- Poseer el Bachillerato en Educación Secundaria o su equivalente.
- Contar con una nota de admisión que le permita ingresar a la Universidad de Costa Rica en general y a la carrera en particular.
- Aprobación del examen de Diagnóstico en Matemática (DiMa).

8. Requisitos de permanencia y de graduación

Son los establecidos por la Universidad de Costa Rica e incluye aprobar todos los cursos del plan de estudios y la realización de trabajo comunal universitario.

Adicionalmente, la Universidad de Costa Rica establece lo siguiente:

Además, como requisito de graduación, todo estudiante de la carrera de Modelación Matemática debe cumplir con un mínimo de 30 horas conferencia, de las cuales el 40% de estas deben abordar una temática que involucre alguno de los ejes transversales que sustentan la carrera. Para ello la Sección de Matemática de la Sede de Occidente se compromete a organizar conferencias, charlas y conversatorios regularmente (al menos dos por ciclo lectivo), de forma que el estudiantado pueda participar.
(Universidad de Costa Rica, Informe ejecutivo para CONARE, Bachillerato en Modelación Matemática, 2021)

Para graduarse, el estudiante debe cumplir también con los demás requisitos financieros y administrativos de la Universidad de Costa Rica.

Los requisitos de permanencia y graduación están acordes con la normativa interuniversitaria.

9. Listado de los cursos

El plan de estudios de la carrera, presentado en el Anexo A, consta de 136 créditos para el Bachillerato. Este número está dentro de los rangos establecidos por la normativa para el grado Bachillerato.

10. Descripción de las actividades académicas de la carrera

Los programas de los cursos y demás actividades académicas de la carrera se muestran en el Anexo B. Las actividades académicas corresponden o están acorde con el grado y titulación propuesta.

11. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas

Los nombres de los profesores de cada uno de los cursos de la carrera propuesta aparecen en el Anexo C. Todos ellos poseen grados iguales o superiores al de Licenciatura. En el Anexo D se presentan los nombres y los grados académicos de los profesores de la carrera propuesta.

Esta Oficina considera que las normativas vigentes se cumplen.

12. Conclusiones

La propuesta cumple con la normativa aprobada por el CONARE en el Convenio para crear una nomenclatura de grados y títulos de la Educación Superior Estatal ³, en el Convenio para unificar la definición de crédito en la Educación Superior ⁴ y con los procedimientos establecidos por el documento Lineamientos para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes.

³ Aprobada por el CONARE en la sesión del 10 de noviembre de 1976.

⁴ Aprobada por el CONARE en la sesión 19-2003, artículo 2, inciso c), del 17 de junio de 2003.

13. Recomendaciones

Con base en las conclusiones del presente estudio, se recomienda lo siguiente:

- Que se autorice a la Universidad de Costa Rica la creación del Bachillerato en Modelación Matemática de acuerdo con los términos expresados en este dictamen.
- Que la Universidad de Costa Rica cumpla con lo establecido en el documento *Elementos curriculares del Bachillerato en Modelación Matemática* en la página 160: “una vez que se dé la apertura de la carrera de Bachillerato en Modelación Matemática, en la Sede de Occidente, se deben realizar periódicamente evaluaciones que permitan detectar debilidades y fortalezas del proyecto curricular que permita mejorar su desarrollo”.

ANEXO A

**PLAN DE ESTUDIOS DEL BACHILLERATO EN MODELACIÓN MATEMÁTICA DE LA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

ANEXO A

PLAN DE ESTUDIOS DEL BACHILLERATO EN MODELACIÓN MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

<u>NOMBRE DEL CURSO</u>	<u>CRÉDITOS</u>
<u>I Ciclo</u>	<u>15</u>
Curso Integrado de Humanidades I	6
Actividad Deportiva	0
Repertorio	3
Precálculo	0
Cálculo I	3
Introducción a la programación	3
<u>II Ciclo</u>	<u>18</u>
Curso Integrado de Humanidades II	6
Física general I	3
Laboratorio de Física General I	1
Cálculo II	4
Programación I	4
<u>III Ciclo</u>	<u>17</u>
Curso de arte	2
Física general II	3
Laboratorio de Física General II	1
Cálculo III	4
Álgebra lineal	3
Estructuras de datos	4
<u>IV Ciclo</u>	<u>18</u>
Seminario de Realidad Nacional I	2
Probabilidad	4
Análisis de algoritmos	4
Ecuaciones diferenciales ordinarias con modelos	4
Análisis real	4

NOMBRE DEL CURSO	CRÉDITOS
<u>V Ciclo</u>	<u>18</u>
Estadística	4
Ecuaciones diferenciales parciales con modelos	4
Análisis funcional	5
Análisis numérico I	5
<u>VI Ciclo</u>	<u>17</u>
Seminario de realidad nacional II	2
Procesos estocásticos	5
Programación lineal y no lineal	5
Álgebra lineal numérica	5
<u>VII Ciclo</u>	<u>18</u>
Mecánica de medios continuos	4
Gestión y administración de proyectos	4
Simulación matemática	5
Métodos numéricos para ecuaciones en derivadas parciales	5
<u>VIII Ciclo</u>	<u>15</u>
Práctica profesional	10
Modelos estadísticos	5
Total de Créditos del Bachillerato	136

ANEXO B

**PROGRAMAS DE LOS CURSOS DEL BACHILLERATO EN MODELACIÓN MATEMÁTICA DE
LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

ANEXO B

PROGRAMAS DE LOS CURSOS DEL BACHILLERATO EN MODELACIÓN MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Curso: Precálculo

Objetivo general

Favorecer la adquisición de herramientas conceptuales y procedimentales de Matemática que permitan al estudiante desenvolverse satisfactoriamente en su primer curso de Cálculo y durante su formación profesional.

Contenidos:

- Funciones y Geometría Analítica
- Funciones trigonométricas y funciones trigonométricas inversas.

Curso: Cálculo I

Objetivos generales

- Aplicar conceptos, representaciones y procedimientos propios del Cálculo diferencial e integral en una variable en la solución de ejercicios y problemas.
- Desarrollar habilidades que le permitan resolver problemas o situaciones concretas relacionados con su formación profesional.
- Valorar la importancia del Cálculo diferencial e integral de una variable en el establecimiento de modelos aplicados en diferentes disciplinas.

Contenidos:

- Límites y continuidad
- Derivación
- Integración

Curso: Cálculo II

Objetivos generales

- Continuar con el estudio del cálculo en una variable, ampliando y complementando algunos temas desarrollados en el curso Cálculo I.
- Familiarizar al estudiante con algunas aplicaciones del cálculo diferencial e integral para ingeniería, física, química y otras disciplinas.
- Proporcionar al estudiante de una serie de herramientas matemáticas indispensables para su formación profesional.
- Introducir al estudiante en el uso de tecnologías computacionales que le permitan comprender mejor algunos conceptos que se estudian en el curso.

Contenido:

- Aplicaciones de los polinomios de Taylor
- Integrales impropias
- Inducción matemática y sucesiones numéricas
- Series numéricas
- Series de potencias
- Secciones cónicas
- Coordenadas polares
- Números complejos

Curso: Cálculo III

Objetivos generales:

- Continuar la formación en geometría analítica, optimización y cálculo diferencial e integral de varias variables, haciendo énfasis en las interpretaciones geométricas en \mathbb{R}^2 y \mathbb{R}^3
- Continuar la formación en análisis vectorial, estudiando las integrales de línea y superficie, y sus teoremas clásicos de Green, Stokes y Gauss.

Contenidos:

- Superficies y funciones vectoriales de una variable real
- Derivación parcial y aplicaciones
- Integrales múltiples
- Análisis vectorial

Curso: Álgebra lineal

Objetivos:

- Contribuir a la formación matemática del estudiante, esencial para describir, entender y resolver problemas propios de su disciplina.
- Contribuir al desarrollo del estudiante, de su habilidad para interpretar y deducir analíticamente resultados del álgebra lineal y aplicar éstos a su disciplina de estudio.
- Fomentar el uso correcto del lenguaje de la matemática y desarrollar la habilidad para expresar ideas de manera rigurosa y coherente.
- Que el estudiante adquiera el dominio de los temas básicos del álgebra lineal.

Contenidos:

- Matrices y sistemas de ecuaciones lineales
- Matrices invertibles
- Determinantes.
- Geometría vectorial

Curso: Física general I

Objetivos:

- Identificar los modelos teóricos apropiados a problemas de aplicación.
- Reconocer las variables físicas relevantes al fenómeno físico estudiado.
- Aplicar las leyes y principios generales.
- Interpretar las condiciones físicas específicas y formularlas cuantitativamente.
- Interpretar, analizar y valorar los resultados de la aplicación de las leyes y principios.
- Identificar las implicaciones y relaciones que contengan los resultados obtenidos.
- Valorar el uso de las matemáticas como herramienta esencial en el estudio de los fenómenos físicos

Contenido:

- Física, medición y vectores
- Movimiento en una dimensión
- Movimiento en dos dimensiones
- Las leyes del movimiento
- Movimiento circular y otras aplicaciones de las leyes de Newton
- Momento de torsión, producto vectorial y equilibrio estático
- Trabajo y energía de un sistema
- Conservación de la energía
- Cantidad de movimiento lineal y colisiones
- Rotación de un objeto rígido en torno a un eje fijo
- Cantidad de movimiento angular
- Gravitación universal
- Elasticidad estática de fluidos

Curso: Laboratorio de Física general I

Objetivo:

Introducir al estudiante en técnicas básicas de experimentación y medición de magnitudes físicas relacionadas con la Mecánica.

Contenidos:

- Uso de hoja electrónica para realizar cálculos
- Graficación con hoja electrónica
- Estadística y cálculo de incertidumbres
- Movimiento rectilíneo uniforme
- Movimiento rectilíneo acelerado
- Conservación de la energía
- Colisiones elásticas
- Colisiones inelásticas
- Movimiento circular
- Fuerza centrípeta
- Movimiento de inercia

- Teorema de los ejes paralelos

Curso: Física general II

Objetivos:

Los señalados en Física general I

Contenidos:

- Mecánica de fluidos
- Movimiento oscilatorio
- Movimiento ondulatorio
- Sobreposición y ondas estacionarias
- Temperatura
- Primera ley de la termodinámica
- Teoría cinética de los gases
- Segunda ley de la termodinámica
- Campos eléctricos
- Campos eléctricos de una distribución continua de carga y de Ley de Gauss
- Potencial eléctrico
- Capacitancia
- Corriente y resistencia
- Circuitos de corriente directa

Curso: Laboratorio de Física general II

Objetivo general:

Por medio de la realización de experimentos básicos permitir al estudiante comprender la aplicabilidad de la Física en el ámbito de la Ingeniería y las Ciencias Naturales.

Contenidos:

- Fluidos
- Oscilaciones y ondas
- Termodinámica
- Electricidad

Curso: Introducción a la programación

Objetivo general:

introducir al estudiantado de Modelación Matemática al conocimiento de diferentes lenguajes para la computación científica.

Contenidos:

- Introducción a un Lenguaje de Programación Científica.
- Números de Punto Flotante y Errores Computacionales.
- Tablas de Verdad, Leyes de la lógica y simplificación de expresiones y Notación O.
- Introducción a Algoritmos.

Curso: Programación I

Objetivo general:

Introducir al estudiantado en el análisis de problemas y la abstracción de soluciones que permitan la construcción de programas a través de un lenguaje de programación.

Contenidos:

- Caracterización de un buen software.
- Principios de la ingeniería de software.
- Programación orientada a objetos.
- Arreglos y matrices.
- Manejo de memoria.
- Archivos y registros.
- Recursividad.

Curso: Estructuras de datos

Objetivo general:

Analizar las operaciones básicas, así como las ventajas y desventajas relacionadas con las diferentes estructuras de datos.

Contenidos:

- Tipos de datos abstractos.
- Listas y listas enlazadas.
- Pilas y sus aplicaciones.
- Colas.
- Colas de prioridad y montículos.
- Tablas de dispersión.

- Árboles, árboles binarios y árboles ordenados.
- Árboles equilibrados de búsqueda.
- Árboles B.
- Grafos representación y operaciones.
- Matriz esparcida.

Curso: Análisis de algoritmos

Objetivo general:

Orientar al estudiantado en el uso de herramientas para que puedan implementar, ejecutar y depurar con absoluta confianza algoritmos útiles.

Contenidos:

- Fundamentos.
- Algoritmos de ordenación.
- Algoritmos de búsqueda.
- Procesamientos de cadenas.
- Algoritmos geométricos.
- Algoritmos sobre grafos.
- Programación dinámica.
- Algoritmos voraces.
- Complejidad de un problema. Problemas NP-completos.
- Algoritmos heurísticos de búsqueda.

Curso: Análisis real

Objetivo general:

Introducir al estudiantado en los fundamentos básicos del análisis real.

Contenidos:

- Espacios métricos.
- Convergencia, completitud, compacidad y conexidad.
- Continuidad en espacios métricos.
- Espacios normados.
- Espacios de Hilbert.
- Espacios medibles.
- Medida e integración.

Curso: Ecuaciones diferenciales ordinarias con modelos

Objetivo general:

Estudiar modelos matemáticos con ecuaciones diferenciales ordinarias y sus aplicaciones.

Contenidos:

- Ecuaciones diferenciales de primer orden.
- Sistemas de primer orden.
- Sistemas lineales.
- Sistemas no lineales.
- Transformadas de Laplace.
- Sistemas Dinámicos Discretos.

Curso: Probabilidad

Objetivos generales:

- Introducir al estudiantado en el lenguaje de la teoría de la probabilidad y de sus aplicaciones.
- Desarrollar la capacidad probabilística para reconocer, plantear y resolver problemas que surgen de fenómenos aleatorios en escenarios, como lo son las ingenierías, análisis de riesgos, el comercio, regulación ambiental, teoría de la fiabilidad, medicina como la utilización de un nuevo medicamento, la administración, genética, entre otros.

Contenidos:

- Probabilidad.
- Distribuciones de probabilidad.
- Distribuciones de probabilidad importantes.
- Funciones de distribución de varias variables.

Curso: Estadística

Objetivo general:

Estudiar la Estadística desde una visión global presentando el lugar que ocupa en la investigación científica y sus múltiples aplicaciones.

Contenidos:

- Estimación.
- Pruebas de hipótesis concernientes a un solo parámetro.
- Inferencias de dos parámetros.
- Pruebas de hipótesis concernientes a datos ordenados categóricamente.
- Análisis de la varianza.
- Regresión lineal simple.

- Regresión lineal múltiple.
- Diseño de experimentos.

Curso: Ecuaciones diferenciales parciales con modelos

Objetivo general:

Aplicar los elementos básicos en un primer curso de ecuaciones en derivadas parciales (EDP) y que a su vez le permita modelar, al menos, los fenómenos físicos que dieron origen a la teoría de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.

Contenidos:

- Generalidades sobre las ecuaciones derivadas parciales.
- Ecuación de Laplace y Poisson.
- Ecuación de calor.
- Ecuación de onda.
- Ecuaciones diferenciales parciales no lineales de primer orden.

Curso: Análisis numérico I

Objetivos generales:

- Reconocer en los métodos numéricos una de las herramientas más utilizadas en la matemática aplicada.
- Aplicar distintos métodos numéricos en la resolución de problemas en una y varias variables.

Contenidos:

- Conceptos básicos de cálculo en una y varias variables.
- Sistema numérico de punto flotante y error de máquina.
- Solución de ecuaciones por métodos iterativos.
- Introducción al álgebra lineal numérica.
- Solución de sistemas de ecuaciones no lineales.
- Interpolación de polinomios, diferenciación.
- Integración numérica.
- Aproximación polinomial y aproximación con funciones.
- Problemas de valor inicial para ecuaciones diferenciales ordinarias.

Curso: Análisis funcional

Objetivo general:

Comprender el estudio del análisis matemático desde la perspectiva de espacios vectoriales de dimensión infinita.

Contenidos:

- Espacio lineal normados.
- Operadores en espacios lineales normados.
- Espacios de Hilbert.
- Teoremas de Hahn-Banach.
- Principio de acotación uniforme.
- Teorema del grafo cerrado.
- Espacio Dual.
- Operadores compactos.
- Resultados espectrales de los operadores espacio de Banach.
- Operadores en espacios de Hilbert.
- Resultados espectrales para operadores de espacios de Hilbert.

Curso: Álgebra lineal numérica

Objetivo general:

Desarrollar un panorama general sobre los métodos más utilizados en la resolución de problemas, en los cuales son necesarios la solución de sistemas de ecuaciones lineales y sus aplicaciones.

Contenidos:

- Métodos directos para la solución de sistemas lineales.
- Métodos iterativos para la solución de sistemas de ecuaciones lineales.
- El problema de valores propios de una matriz.

Curso: Procesos estocásticos

Objetivo general:

Analizar de forma global los conceptos probabilísticos involucrados en el aprendizaje y aplicaciones de los procesos estocásticos.

Contenidos:

- Distribución de probabilidades y sus propiedades.
- Definición y caracterización de los procesos estocásticos.
- Tipos de procesos estocásticos.
- Procesos estacionarios.
- Movimiento browniano y procesos de Poisson: Procesos de Levy.
- Teoría del reemplazo (renovación) y camino aleatorio.
- Martingales en tiempo discreto.
- Procesos ramificados.
- Fenómenos regenerativos.
- Cadenas de Markov.

Curso: Programación lineal y no lineal

Objetivo general:

Analizar y aplicar la teoría de optimización a la solución de problemas lineales y no lineales.

Contenidos:

- Métodos de optimización sin restricciones.
- Programación lineal.
- Métodos de optimización con restricciones.
- Algoritmos evolutivos

Curso: Simulación matemática

Objetivo general:

Comprender el estudio del análisis matemático desde la perspectiva de espacios vectoriales de dimensión infinita.

Contenidos:

- Elementos de probabilidad.
- Números aleatorios.
- Generación de variables discretas aleatorias.
- Generación de variables aleatorias continuas.
- La distribución normal multivariada y copulas.
- Aproximación de simulación por medio de eventos discretos.
- Análisis estadístico de datos simulados.
- Técnica de reducción de la varianza.
- Otras técnicas de reducción de la varianza.
- Técnicas de validación estadística.
- Cadenas de Markov y el método de Monte Carlo.

Curso: Métodos numéricos para ecuaciones en derivadas parciales

Objetivo general:

Analizar diferentes esquemas de diferencias finitas para resolver de manera numérica problemas que involucran ecuaciones diferenciales parciales.

Contenidos:

- Problemas de valores iniciales para ecuaciones diferenciales ordinarias
- Problemas de valores iniciales para ecuaciones diferenciales ordinarias.
- Problemas de valores frontera para ecuaciones diferenciales ordinarias.
- Problemas de valores iniciales frontera para ecuaciones diferenciales parciales elípticas.
- Problemas de valores iniciales frontera para ecuaciones diferenciales parciales parabólicas.

Curso: Mecánica de medios continuos

Objetivo general:

Utilizar la mecánica de medios continuos en la resolución de problemas presentes en nuestro contexto.

Contenidos:

- Álgebra y cálculo vectorial.
- Cinemática.
- Descripción del movimiento de un sistema.
- Las leyes fundamentales de la dinámica.
- El tensor estrés de Cauchy y el tensor de Piola-Kirchhoff.
- Aplicaciones en transferencia de calor.
- Aplicaciones en transferencia en mecánica de fluidos.
- Aplicaciones en transferencia de mecánica de sólidos.

Curso: Gestión y administración de proyectos

Objetivo general:

Desarrollar conocimientos contextuales básicos de la gerencia de proyectos y su utilización práctica, mediante metodologías, estándares y prácticas que permitan plantear y dar seguimiento a un proyecto en forma planificada, organizada y controlada.

Contenidos:

- Concepción moderna de la administración de proyectos.
- Conceptualización y formulación de un proyecto.
- Planificación de un proyecto.
- Errores clásicos en un proyecto.
- Estructuras organizativas y organización del equipo de proyectos.
- Estimación del esfuerzo para el desarrollo de un producto, diferentes factores que determinan el esfuerzo requerido para ejecutar un proyecto.
- Análisis costo/beneficio.
- Administración del cronograma del proyecto: definir tareas, asignar recursos, seguimiento y control de la ejecución.
- Administración de Riesgos: identificación, planificación y análisis de riesgos en proyectos.
- Control y seguimiento de proyectos.
- Normativas de calidad existentes, y cómo su aplicación puede asegurar el control de la calidad en el proyecto.
- Administración de la configuración del proyecto.
- El recurso humano en un equipo de ejecución de proyectos, motivación, evaluación, esquemas de compensación y demás factores que influyen en la ejecución de los proyectos.
- Normas, estándares y metodologías: PMI, CMM – CMMI, IEEE, otros.

Curso: Modelos estadísticos

Objetivos generales:

- Estudiar los aspectos teóricos de la modelización lineal basada en modelos estadísticos.
- Dotar al estudiante de técnicas, métodos numéricos y herramientas computacionales para abordar problemas orientados a las aplicaciones.

Contenidos:

- Regresión lineal simple
- Regresión lineal múltiple
- Regresión múltiple no lineal
- Regresión logística
- Análisis discriminante
- Regresión de Poisson
- Análisis de supervivencia y modelo de regresión de Cox

Curso: Práctica profesional

Objetivo general:

Abordar un problema real propuesto dentro del mercado laboral y resolverlo empleando los conocimientos y habilidades adquiridas durante la formación de la carrera de Bachillerato en Modelación Matemática.

Contenidos (Guía de trabajo):

- Descripción de la organización.
- Planteamiento del problema.
- Propuesta de solución al problema.
- Estudios de factibilidad de la opción: técnica, económica, y operativa.
- Estrategia de desarrollo.
- Plan de trabajo.
- Implementación.
- Presentación de resultados.
- Documentación.
- Conclusiones sobre: el modelo matemático utilizado, metodología, herramientas utilizadas, problemas encontrados, interacción estudiante-profesor-empresa.

ANEXO C

**PROFESORES DE LAS ACTIVIDADES DEL BACHILLERATO EN MODELACIÓN
MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

ANEXO C

PROFESORES DE LAS ACTIVIDADES DEL BACHILLERATO EN MODELACIÓN MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

CURSO

PROFESOR

Precálculo	Sección de Matemáticas *
Cálculo I	Sección de Matemáticas *
Introducción a la programación	Wendy Ramírez González Francisco Blanco Chavarría
Física general I	Sección de Física *
Laboratorio de Física General I	Sección de Física *
Cálculo II	Sección de Matemáticas *
Programación I	Dennis González Herrera
Física general II	Sección de Física *
Laboratorio de Física General II	Sección de Física *
Cálculo III	Sección de Matemáticas *
Álgebra lineal	Sección de Matemáticas *
Estructuras de datos	Maikol Arias Chaves Dennis González Herrera Francisco Blanco Chavarría
Probabilidad	David Campos Fernández Adriana Calvo Alfaro
Análisis de algoritmos	Wendy Ramírez González Maikol Arias Chaves
Ecuaciones diferenciales ordinarias con modelos	Jesús Rodríguez Rodríguez Bryan Gómez Vargas Jorge Salazar Chaves
Análisis real	Norman Noguera Salgado Héctor Barrantes González
Estadística	Adriana Calvo Alfaro Melissa Cerdas Valverde
Ecuaciones diferenciales parciales con modelos	Mario Álvarez Guadamuz Norman Noguera Salgado Bryan Gómez Vargas Jesús Rodríguez Rodríguez Jorge Salazar Chaves
Análisis funcional	Mario Álvarez Guadamuz Norman Noguera Salgado Bryan Gómez Vargas Héctor Barrantes González

CURSO

Análisis numérico I

Procesos estocásticos

Programación lineal y no lineal

Álgebra lineal numérica

Mecánica de medios continuos

Gestión y administración de proyectos

Simulación matemática

Métodos numéricos para ecuaciones en derivadas parciales

Práctica profesional

Modelos estadísticos

PROFESOR

Jesús Rodríguez Rodríguez

Adrián Moya Fernández

David Campos Fernández

Adriana Calvo Alfaro

Jesús Rodríguez Rodríguez

Jorge Salazar Chaves

Mario Álvarez Guadamuz

Jesús Rodríguez Rodríguez

Jorge Salazar Chaves

Mario Álvarez Guadamuz

Esteban Jiménez Moya

María del Mar Pacheco Rojas

Silvia Solano Mora

Bryan Gómez Vargas

Jorge Salazar Chaves

Mario Álvarez Guadamuz

Norman Noguera Salgado

Bryan Gómez Vargas

Adrián Moya Fernández

Mario Álvarez Guadamuz

Norman Noguera Salgado

Bryan Gómez Vargas

Jorge Salazar Chaves

Bolívar Ramírez Santamaría

Adriana Calvo Alfaro

Melissa Cerdas Valverde

NOTA: El asterisco (*) indica que los cursos ya se imparten en la Sede de Occidente.

ANEXO D

**PROFESORES DE LAS ACTIVIDADES DEL BACHILLERATO EN MODELACIÓN
MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Y SUS GRADOS ACADÉMICOS**

ANEXO D

PROFESORES DE LAS ACTIVIDADES DEL BACHILLERATO EN MODELACIÓN MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y SUS GRADOS ACADÉMICOS *

MARIO ÁLVAREZ GUADAMUZ

Licenciatura en Enseñanza de las Matemáticas, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Ingeniería Matemática, Universidad de Concepción, Chile.

MAIKOL ARIAS CHAVES

Bachillerato en Ingeniería Empresarial, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Ingeniería, mención en Computación, Universidad de Concepción, Chile

HÉCTOR BARRANTES GONZÁLEZ

Licenciatura en Enseñanza de las Matemáticas, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Matemáticas, Centro de Investigación en Matemáticas, Guanajuato, República Mexicana.

FRANCISCO BLANCO CHAVARRÍA

Bachillerato en Informática Empresarial, Universidad de Costa Rica. Maestría en Computación e Informática, Universidad de Costa Rica.

ADRIANA CALVO ALFARO

Bachillerato en Enseñanza de las Matemáticas, Universidad de Costa Rica. Maestría en Matemática Estadística, Universidad de Puerto Rico.

DAVID CAMPOS FERNÁNDEZ

Licenciatura en Enseñanza de las Matemáticas, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Matemática, Pontificia Universidad Católica de Chile.

MELISSA CERDAS VALVERDE

Licenciatura en Enseñanza de las Matemáticas, Universidad de Costa Rica.

BRYAN GÓMEZ VARGAS

Licenciatura en Enseñanza de las Matemáticas, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Ciencias Aplicadas con mención en Ingeniería Matemática, Universidad de Concepción, Chile.

DENNIS GONZÁLEZ HERRERA

Bachillerato en Informática Empresarial, Universidad de Costa Rica. Licenciatura en Docencia Universitaria, Universidad de Costa Rica.

ESTEBAN JIMÉNEZ MOYA

Bachillerato en Física, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Física, Universidad A&M, Texas, Estados Unidos de América.

ADRIÁN MOYA FERNÁNDEZ

Licenciatura en Enseñanza de las Matemáticas, Universidad de Costa Rica.

NORMAN NOGUERA SALGADO

Licenciatura en Enseñanza de las Matemáticas, Universidad de Costa Rica. Maestría en Matemática Pura, Universidad de Puerto Rico.

MARÍA DEL MAR PACHECO ROJAS

Licenciatura en Ingeniería Industrial, Universidad de Costa Rica. Maestría en Gestión de Proyectos, Tecnológico de Costa Rica.

WENDY RAMÍREZ GONZÁLEZ

Bachillerato en Computación e Informática, Universidad de Costa Rica. Maestría en Computación e Informática, Universidad de Costa Rica.

BOLÍVAR RAMÍREZ SANTAMARÍA

Licenciatura en Enseñanza de las Matemáticas, Universidad de Costa Rica. Maestría en Matemática Educativa, Universidad de Costa Rica.

JESÚS RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

Licenciatura en Enseñanza de las Matemáticas, Universidad de Costa Rica. Maestría en Matemática Aplicada, Universidad de Puerto Rico.

JORGE SALAZAR CHAVES

Licenciatura en Enseñanza de las Matemáticas, Universidad de Costa Rica.

SILVIA SOLANO MORA

Licenciatura en Ingeniería Industrial, Universidad de Costa Rica. Maestría en Gerencia de la Calidad, Instituto Centroamericano de Administración Pública.

* **NOTA:** No se incluyen los profesores de los cursos ya existentes en la División de Ciencias Naturales de la Sede de Occidente.