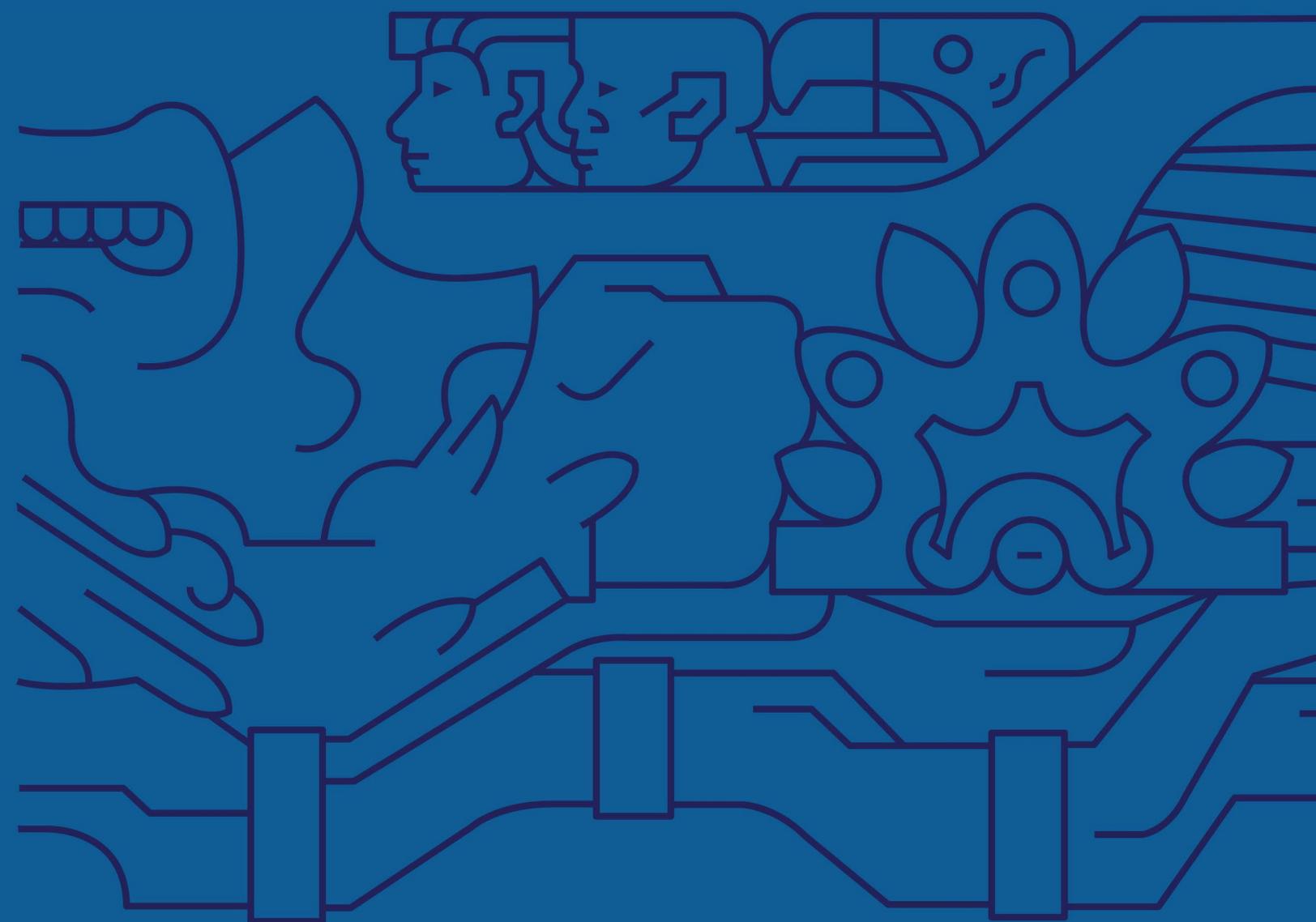


# Programas de los Cursos

Maestría en  
Nanotecnología



TECNOLÓGICO  
DE MONTERREY



**PROGRAMAS DE ESTUDIO**

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Simulaciones computacionales

**CICLO ESCOLAR**

Primer Semestre

**CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

F4002

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

Al finalizar el curso el alumno será capaz de:

- Aplicar algoritmos conocidos para simular procesos físicos que intervienen en la ingeniería y la ciencia.
- Fortalecer la comprensión física y matemática del problema a estudiar con el fin de llevar a cabo simulaciones exitosas.
- Reforzar el conocimiento de métodos numéricos básicos como fundamento para cubrir los métodos numéricos avanzados.
- Utilizar técnicas estadísticas y de muestreo, e intervalos de confianza junto con estimación de parámetros, en la solución de problemas de ingeniería y ciencias.

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Integración de funciones.

1.1. Métodos de cuadratura gaussiana.

1.2. Métodos de cuadratura para integrales altamente oscilantes.

1.3. Integración Monte Carlo.

2. Raíces de ecuaciones no-lineales y optimización numérica.

2.1. Solución de ecuaciones algebraicas no lineales.

2.2. Máximos y mínimos de una función.

2.3. Métodos de búsqueda.

2.4. Método del gradiente conjugado.

3. Análisis de Fourier numérico.

- 3.1. Teoremas sobre la transformada de Fourier.
- 3.2. Transformada de Fourier Discreta.
- 3.3. Cálculo numérico de la Transformada Rápida de Fourier.
- 3.4. Transformada rápida de Fourier en 2D.

4. Generación de variables aleatorias.

- 4.1. Generación de números aleatorios.
- 4.2. Técnicas generales para la generación de variables aleatorias.
- 4.3. Generación de variables aleatorias continuas y discretas.

5. Descripción estadística de datos.

- 5.1. Momentos estadísticos de una distribución, media, varianza, skewness.
- 5.2. Representación gráfica de los datos.

6. Métodos Monte Carlo.

- 6.1. Pruebas de hipótesis e intervalos de confianza.
- 6.2. Procedimiento Monte Carlo.

7. Solución de ecuaciones diferenciales ordinarias.

- 7.1. Métodos Runge-Kutta.
- 7.2. Métodos de condiciones de frontera.
- 7.3. Métodos simplécticos.

8. Solución de ecuaciones diferenciales parciales.

- 8.1. Diferencias finitas.
- 8.2. Métodos de relajación.
- 8.3. Métodos espectrales.

**ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

Actividades de aprendizaje conducidas por el docente

- 1. Exposición del profesor de los temas, con cuestionamiento a los alumnos, videos y simulaciones que aclaran los conceptos fundamentales.
- 2. Desarrollo de ejercicios por parte del profesor para que los estudiantes se familiaricen con el procedimiento.
- 3. Los alumnos realizan problemas y analizan casos de forma colaborativa supervisados por el profesor.
- 4. Realización de prácticas de simulación computacional en clase.

Actividades de aprendizaje independiente

1. Realización de tareas de problemas, de forma individual y por equipos.
2. Realización de tareas de simulación computacional por equipos.
3. Investigación de tópicos relacionados con los temas del curso.

**CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

70% --- Tareas y prácticas de simulación computacional.

30% --- Proyecto final que consiste en un proyecto de investigación para profundizar en algún tópico selecto del curso.

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Métodos de investigación e innovación

**CICLO ESCOLAR**

Primer Semestre

**CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

GI5000

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

- Justificar la relevancia de un tema de investigación, identificando los avances en el tema seleccionado con base en una revisión bibliográfica, y utilizando diversas fuentes de información.
- Definir la hipótesis sobre la que se realiza el proyecto de investigación aplicada y/o desarrollo tecnológico.
- Definir los métodos de investigación específicos y relevantes al ámbito del tema de tesis seleccionado.
- Definir un plan de trabajo y presupuesto para el desarrollo del proyecto.

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Justificación.
2. Marco teórico.
  
3. Revisión bibliográfica.
  - 3.1 Manuales.
  - 3.2 Artículos de reseña.
  - 3.3 Artículos de investigación.
  - 3.4 Artículos de divulgación.
  - 3.5 Patentes.
  
4. Hipótesis.
  
5. Métodos de investigación.
  
6. Plan de trabajo y presupuesto.

## **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

### Actividades de aprendizaje conducidas por el docente

1. Exposición del profesor de los temas, con cuestionamiento a los alumnos, videos y simulaciones que aclaran los conceptos fundamentales.
2. Desarrollo de ejercicios por parte del profesor para que los estudiantes se familiaricen con los procedimientos.

### Actividades de aprendizaje independiente

1. Realización de tareas de problemas, de forma individual y por equipos.
2. Investigación de tópicos relacionados con los temas del curso.

## **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 50% --- Examen de medio término. Es un examen a la mitad del periodo que evalúa la comprensión y aplicación de conceptos vistos en clase.
- 20% --- Tareas, ejercicios y actividades. Actividades que se realizan a lo largo del semestre para reforzar el entendimiento del curso.
- 30% --- Proyecto integrador. Se evalúa el conocimiento de los contenidos de todo el semestre.

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Ecuaciones diferenciales parciales

**CICLO ESCOLAR**

Primer Semestre

**CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

MA4007

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

Al finalizar el curso el alumno será capaz de desarrollar en el corto plazo, la competencia básica en cada una de las múltiples áreas de la Matemática aplicada como son: Variable Compleja, Análisis de Fourier, Ecuaciones Diferenciales Parciales, Cálculo de Variaciones y Análisis Tensorial, necesarias en los diferentes cursos de graduados en Ingeniería. Este es un curso de entrenamiento matemático para la modelación de fenómenos que aparecen en las aplicaciones de la ingeniería, utilizando paquetes computacionales como Maple, Matlab y Mathematica.

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Variable compleja.
  - 1.1 Álgebra de los números complejos.
  - 1.2 Función de variable compleja.
  
2. Análisis de Fourier.
  - 2.1 Series de Fourier.
  - 2.2 Transformada de Fourier.
  
3. Ecuaciones diferenciales parciales.
  - 3.1 Ecuaciones de primer orden.
  - 3.2 Ecuaciones de orden superior.
  - 3.3 Métodos de solución.
  
4. Cálculo de variaciones.
  - 4.1 Ecuación de Euler-Lagrange.
  - 4.2 Cálculo variacional con restricciones.
  - 4.3 Aplicaciones.
  
5. Análisis tensorial.
  - 5.1 Álgebra tensorial.
  - 5.2 Aplicaciones.

## **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

### Actividades de aprendizaje conducidas por un docente

1. Revisión, explicación y discusión de las bases teóricas correspondientes de los temas 1, 2, 3 y 4: Variable compleja, análisis de Fourier, ecuaciones diferenciales parciales y cálculo de variaciones.
2. Explicación del tema 5, análisis tensorial y su aplicación en ingeniería.
3. Solución de problemas de los temas revisados y explicados por el profesor.

### Actividades de aprendizaje independiente

1. Presentación en equipos de trabajo de investigaciones basadas en Journals de la IEEE & ASCE.
2. Desarrollo de proyecto final integrador aplicando las herramientas de Variable Compleja, Ecuaciones Diferenciales Parciales y Análisis de Fourier.
3. Uso de software especializado para la solución de ecuaciones diferenciales parciales.
4. Solución de ejercicios prácticos que refuercen el entendimiento de cada tema expuesto.

## **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

30% --- Examen medio término.

15% --- Tareas, ejercicios y actividades.

20% --- Actividades colaborativas.

5% --- Presentación individual.

30% --- Examen final.

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Métodos estadísticos

**CICLO ESCOLAR**

Segundo Semestre

**CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

MA4009

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

Al finalizar el curso el alumno será capaz de:

- Utilizar las herramientas gráficas y estadísticos descriptivos para organizar información de acuerdo con las características de ésta.
- Plantear las hipótesis estadísticas correspondientes a problemas prácticos reales, y utilizar los estadísticos convenientes al problema para sustentar o no las hipótesis de investigación y en consecuencia enunciar las decisiones estadísticas en el contexto del problema.

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Estadística descriptiva.
2. Inferencia estadística sobre parámetros de una, dos, o más poblaciones.
3. Pruebas no paramétricas.
4. Medidas de asociación.
5. Regresión lineal simple.

**ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

Actividades de aprendizaje conducidas por el docente

1. Exposición del profesor de los temas, con cuestionamiento a los alumnos, videos y simulaciones que aclaran los conceptos fundamentales.
2. Desarrollo de ejercicios por parte del profesor para que los estudiantes se familiaricen con el procedimiento.
3. Los alumnos realizan problemas y analizan casos de forma colaborativa supervisados por el profesor.

Actividades de aprendizaje independiente

1. Solución de problemas teóricos y numéricos, tanto individual como en equipos que refuerzan el aprendizaje y fomentan la responsabilidad y la disciplina de los estudiantes.
2. Investigación individual de temas seleccionados a partir del curso.

### **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

30% --- Examen Medio Término.

15% --- Tareas, ejercicios y actividades.

20% --- Actividades Colaborativas.

5% --- Presentación individual.

30% --- Examen Final.

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Tesis I

**CICLO ESCOLAR**

Segundo Semestre

**CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

NT5011

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

Al finalizar el curso el alumno será capaz de preparar una propuesta de tesis escrita especificando la pregunta de investigación, hipótesis y objetivos.

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Investigación bibliográfica.
  - 1.1 Fuentes de información científicas.
  - 1.2 Lectura de artículos científicos.
  
2. Planteamiento del problema.
  - 2.1 Pregunta de investigación.
  - 2.2 Hipótesis de la tesis.
  - 2.3 Objetivos de investigación.
  
3. Propuesta de tesis.
  - 3.1 Integración de información.
  - 3.2 Escritura de propuesta.
  - 3.3 Plan de trabajo.
  
4. Presentación de avances de alumnos y expertos.
  - 4.1 Participación en presentación de avances.
  - 4.2 Participación en presentación de expertos.

## **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

### Actividades de aprendizaje conducidas por un docente

1. Exposición del marco teórico que sustenta las diferentes etapas del proceso de investigación.
2. Discusiones sobre las diferentes etapas del proceso de investigación.

### Actividades de aprendizaje independiente

1. Hacer la búsqueda de la información relevante en las diferentes fuentes de información.
2. Trabajar en forma individual en la construcción de la propuesta.

## **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

40% --- 3 entregas parciales.

30% --- Propuesta de investigación.

15% --- Plan de trabajo.

15% --- Participación en presentaciones de avance de alumnos y de expertos.

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Termodinámica de materiales

**CICLO ESCOLAR**

Segundo Semestre

**CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Q4001

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

Al finalizar el curso el alumno será capaz de:

- Utilizar los principios fundamentales de la Termodinámica para analizar la espontaneidad de procesos y el equilibrio de materiales, mezclas, sistemas reaccionantes y sistemas electroquímicos.
- Interpretar y construir diagramas de fase con aplicaciones en la descripción de materiales.
- Relacionar los aspectos macroscópicos y microscópicos a partir de su conocimiento de mecánica estadística.

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Principios fundamentales.

1.1 Leyes de la termodinámica.

1.2 Ecuaciones fundamentales.

1.3 Relaciones de Maxwell.

1.4 Potenciales elásticos, eléctricos y magnéticos en las ecuaciones fundamentales.

2. Potencial químico.

2.1 Potencial químico de un compuesto puro.

2.2 Gas ideal vs. gas real, concepto de fugacidad.

2.3 Potencial químico de sólidos y líquidos.

2.4 Mezclas de gases ideales.

2.5 Mezclas de gases reales.

2.6 Ecuaciones de estado y la ecuación virial.

2.7 Ecuación de Clausius-Clapeyron.

2.8 Puntos triples y puntos críticos.

- 3. Equilibrio químico en sistemas reaccionantes.
  - 3.1 Análisis termodinámico de una reacción.
  - 3.2 Efecto de la temperatura y la presión sobre la reacción.
  - 3.3 El principio de Le Chatelier-Braun.
  - 3.4 Casos de reacciones simultáneas, regla de fases de Gibbs.
  
- 4.4. Sistemas binarios.
  - 4.1 Funciones termodinámicas de mezclado.
  - 4.2 Propiedades parciales molares.
  - 4.3 Solución ideal.
  - 4.4 Propiedades de exceso.
  - 4.5 Leyes de Raoult y Henry.
  - 4.6 Ecuación de Gibbs-Duhem.
  - 4.7 Diagramas de fase.
  
- 5. Sistemas multicomponentes.
  - 5.1 Características generales de los diagramas ternarios.
  - 5.2 Representaciones gráficas de sistemas multicomponentes.
  - 5.3 Compuestos estequiométricos y no estequiométricos.
  
- 6. Termodinámica de superficies.
  - 6.1 Ecuaciones fundamentales.
  - 6.2 Tensión superficial.
  - 6.3 Tensión superficial y ángulo de contacto en fases puras y mezclas.
  - 6.4 Forma de un cristal en equilibrio.
  - 6.5 Adsorción. Modelos de adsorción.
  - 6.6 Entalpía de adsorción y efecto de la temperatura sobre la tensión superficial.
  
- 7. Equilibrio electroquímico.
  - 7.1 Propiedades termodinámicas de iones en solución.
  - 7.2 Ecuación de Debye-Hückel.
  - 7.3 Potencial electroquímico.
  - 7.4 Ecuación de Nernst.
  - 7.5 Potenciales estándar y medias celdas de reducción.
  - 7.6 Aplicaciones de los potenciales estándar.
  
- 8. Termodinámica estadística.
  - 8.1 Estados de un sistema, modelos simples.
  - 8.2 Configuración más probable y su relación con la entropía.
  - 8.3 Distribución de Boltzmann.
  - 8.4 Función de partición.
  - 8.5 Relación estadística entre la función de partición y las funciones termodinámicas.
  - 8.6 Aplicación de los conceptos al modelo del gas ideal.

## **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

### Actividades de aprendizaje conducidas por el docente

1. Exposición del (de los) profesor(es) de los temas, con cuestionamiento a los alumnos, videos y simulaciones que aclaran los conceptos fundamentales.
2. Desarrollo de ejercicios tipo reto por parte del profesor para que los estudiantes se familiaricen con el procedimiento.
3. Los alumnos realizarán la solución de problemas y el análisis casos de forma individual y colaborativa supervisados por el profesor.

### Actividades de aprendizaje independiente

1. Realización de tareas de problemas, de forma individual y por equipos.
2. Investigación y exposición sobre tópicos relacionados con los temas del curso.

## **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

40% --- Calificación de un examen parcial.

20% --- Tareas, ejercicios y actividades.

40% --- Examen final escrito.

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Tesis II

**CICLO ESCOLAR**

Tercer Semestre

**CLAVE DE UNIDAD DE  
APRENDIZAJE**

NT5012

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

Al finalizar el curso el alumno será capaz de tener recabados los datos de su tesis así como un análisis de los datos preliminares.

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Métodos de levantamiento de datos.
  - 1.1 Datos cuantitativos.
  - 1.2 Datos cualitativos.
  
2. Levantamiento de datos.
  - 2.1 Trabajo de campo.
  - 2.2 Organización de la información.
  
3. Análisis de datos.
  - 3.1 Análisis preliminar de datos.
  - 3.2 Toma de decisiones.
  
4. Presentación de avances de alumnos y expertos.
  - 4.1 Participación en presentación de avances.
  - 4.2 Participación en presentación de expertos.

## **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

### Actividades de aprendizaje conducidas por un docente

1. Exposición del levantamiento de datos.
2. Discusiones sobre las diferentes maneras de levantar datos.

### Actividades de aprendizaje independiente

1. Hacer la búsqueda de la información relevante en las diferentes fuentes de información.
2. Trabajar en forma individual en el levantamiento de datos y su análisis.

## **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

40% --- 3 entregas parciales.

30% --- Propuesta de investigación.

15% --- Plan de trabajo.

15% --- Participación en presentaciones de avance de alumnos y de expertos.

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Tesis III

**CICLO ESCOLAR**

Cuarto Semestre

**CLAVE DE UNIDAD DE  
APRENDIZAJE**

NT5013

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

Al finalizar el curso el alumno será capaz de tener la tesis escrita y defenderla ante el comité.

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Análisis de información levantada.
  - 1.1 Datos cuantitativos.
  - 1.2 Datos cualitativos.
  
2. Escritura de la tesis.
  - 2.1 Presentación de resultados.
  - 2.2 Análisis de resultados.
  - 2.3 Conclusiones del estudio.
  
3. Defensa de previa de tesis.
  - 3.1 Preparación de defensa previa de tesis.
  - 3.2 Defensa previa de tesis ante comité.
  
4. Presentación de logros de investigación.
  - 4.1 Elaboración de presentaciones de logros de investigación.
  - 4.2 Presentación oral ante público.

## **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

### Actividades de aprendizaje conducidas por un docente

1. Exposición del análisis de datos.
2. Discusiones sobre las diferentes maneras de presentar resultados, su análisis y conclusiones.

### Actividades de aprendizaje independiente

1. Hacer el trabajo de escritura de la tesis.
2. Trabajar en forma individual en la escritura de la tesis.

## **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

20% --- Presentación de logros de investigación ante el seminario de investigación.

40% --- Tesis.

40% --- Presentación de defensa previa de tesis.

El alumno debe defender y aprobar una tesis ante un comité, en la defensa previa de tesis. Para una calificación aprobatoria en la defensa previa de tesis, se requiere y es suficiente una mayoría de votos. En caso contrario, la defensa previa de tesis se considerará reprobada. El comité solicitará una segunda presentación si lo considera necesario. Si la calificación es reprobatoria, el alumno deberá seguir las recomendaciones del comité y presentar su tesis nuevamente, en el plazo recomendado por dicho comité. El resultado de la defensa previa de la tesis será la calificación final de este curso, la cual será asignada por el comité.

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Liderazgo para el desarrollo sostenible

**CICLO ESCOLAR**

Materias que Acreditan el Curso Sello

**CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

DS4000

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

Al finalizar el curso el alumno será capaz de tomar conciencia de:

- Cambios medioambientales globales.
- Riesgos implícitos en un desequilibrio del planeta.
- La importancia de la diversidad de la vida y los imperativos de vivir de acuerdo con los límites, enfatizando en los graduados la visión apropiada para enfrentar los retos del siglo XXI y cambiando el rumbo del planeta hacia la sostenibilidad.

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Visión integral de Aspectos Globales y del Desarrollo Sostenible.
2. Aspectos socioeconómicos del desarrollo sostenible.
3. Aspectos ambientales del desarrollo sostenible.
4. Visión Humana del Desarrollo Sostenible.
5. Aspectos sociopolíticos del Desarrollo Sostenible.

**ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente

1. Presentación de las bases del Desarrollo Sostenible, su correspondiente ventaja competitiva, su implicación en el cambio organizacional, sus aspectos socioeconómicos, ambientales, sociopolíticos así como la visión humana del Desarrollo Sostenible
2. Construcción y aplicación de preguntas de discusión, cuyo propósito es que el alumno lleve a cabo una reflexión crítica de las teorías vistas en clase.
3. Preparación para el análisis de escritos y videos para que el alumno pueda aplicar la teoría a situaciones problemáticas.
4. Preparación de actividades que contemplen el desarrollo de habilidades de investigación, para que el alumno identifique fuentes de información relevantes, recolecte y analice los datos.

Actividades de aprendizaje independientes

1. Estudio de lecturas, cuyo propósito es que el alumno tenga una lectura orientada a la reflexión del propio aprendizaje y que al mismo tiempo permita el análisis y aplicación de los conceptos.
2. Resolución de cuestionarios de auto-diagnóstico, permiten al alumno llevar a cabo un diagnóstico de sus características personales en relación con los conceptos vistos en clase.
3. Exámenes de comprensión de lectura con el fin de verificar los conocimientos aprendidos y su aplicación a situaciones reales.

**CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

20% --- Tareas.

50% --- Proyecto final.

30% --- Examen.

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Liderazgo para la innovación empresarial

**CICLO ESCOLAR**

Materias que Acreditan el Curso Sello

**CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

GI4000

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

El alumno será capaz de:

- Identificar oportunidades y aplicar herramientas, métodos y sistemas que le permitan implementar planes de acción para desarrollar ideas innovadoras en su entorno profesional.
- Desarrollar proyectos factibles desde el punto de vista técnico, comercial, financiero y legal con una visión de desarrollo sostenible.

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Estructuras empresariales para la innovación incremental y de ruptura.
2. Herramientas de creatividad e innovación para la resolución de problemas.
3. Diseño y aplicación de propuestas de innovación.

**ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente

1. Explicación de las bases teóricas correspondientes a las estructuras empresariales para la innovación incremental y de ruptura, herramientas de creatividad e innovación para la resolución de problemas y del diseño y aplicación de propuestas de innovación.
2. Discusión activa en las sesiones de clase de los temas expuestos.
3. Trabajo individual y colaborativo durante el curso.

Actividades de aprendizaje independiente

1. Investigación bibliográfica sobre los diferentes temas del curso.
2. Desarrollo y presentación en equipos de trabajo de investigaciones basadas en los temas y conceptos del curso.

### **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

1. Evidencias de Innovación 20%
2. Presentación Proyecto Intermedio 30%
3. Evidencias de Emprendimiento 20%
4. Presentación Proyecto Final 30%

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Introducción a la mecánica cuántica para nanotecnología

**CICLO ESCOLAR**

Materias que Acreditan los Cursos Optativos

**CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

F4006

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

- Comprender la necesidad de desarrollar una nueva herramienta para describir, entender y analizar sistemas pequeños.
- Construir y resolver las ecuaciones de Schrodinger correspondientes a potenciales simples y bien definidos utilizando técnicas analíticas.
- Utilizar los conocimientos básicos de la mecánica cuántica para comprender cómo y por qué el tamaño afecta las propiedades del material a nanoescala.
- Relacionar algunas observaciones generales del sistema nanoscópico con cálculos de mecánica cuántica.
- Utilizar el enfoque mecánico de onda para construir y resolver problemas computacionales simples para comprender los nanomateriales.

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Antecedentes.

1.1 Estructura de la materia: átomos y espectros atómicos.

1.2 Naturaleza de la luz: experimento de doble rendija de Young, radiación de cuerpo negro, hipótesis de Plank, efecto fotoeléctrico, efecto Compton.

1.3 Naturaleza del electrón: experimentos de Rutherford, Thompson, Millikan, Davisson Germer, hipótesis de De Broglie.

1.4 Superposición.

1.5 Principio de incertidumbre.

2. Función de onda.

2.1 Interpretación.

2.2 Normalización.

2.3 Superposición.

2.4 Transformadas de Fourier.

2.5 Operadores y valores esperados.

2.6 Ecuación de valor propio.

2.7 Momento y energía.

3. La ecuación de Schrödinger.

3.1 Ecuación de Schrödinger independiente del tiempo.

3.2 Estados estacionarios.

3.3 Partícula en un pozo de potencial infinito - 1D.

3.4 Pozo 3D infinito.

3.5 Números cuánticos y degeneración.

4. Soluciones de las ecuaciones de Schrödinger para sistemas conocidos.

4.1 Oscilador armónico: se evitarán los detalles matemáticos.

4.2 Partícula libre.

4.3 Breve introducción a la notación de Dirac.

4.4 Pozo potencial finito.

4.5 Dispersión y matriz de dispersión.

4.6 Átomo de hidrógeno - excluyendo la solución analítica.

5. Origen de las bandas en los sólidos.

5.1 La ecuación de Schrödinger para una matriz de átomos 1D.

5.2 Potenciales de modelo: modelo de Kronig-Penney.

5.3 Banda energética y banda prohibida.

5.4 Nivel de Fermi.

5.5 Clasificación de metales, semiconductores y aislantes.

6. Efectos de tamaño finito.

6.1 Densidad de estados.

6.2 Intentos para construir y resolver las ecuaciones de Schrödinger.

6.3 Métodos heurísticos para comprender los efectos del tamaño en la estructura de la banda.

6.4 Aproximaciones y modelos.

6.5 Aproximación de masa efectiva.

6.6 Aproximación estrecha vinculante.

7. Introducción a los métodos de resolución de problemas de nanoestructuras.

7.1 Método de campo autoconsistente - ecuaciones de Hartree.

7.2 Conceptos básicos de Kohn-Sham y teoría funcional de la densidad.

7.3 Pseudo potencial y paquetes de software.

## ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

### Actividades de aprendizaje bajo la conducción de un académico

1. Presentación y explicación de los antecedentes históricos destacando las limitaciones de la teoría clásica y estableciendo el marco teórico de la mecánica cuántica: discusiones sobre los postulados de la mecánica cuántica y la formulación de la ecuación de Schrodinger seguida de métodos de solución.
2. Discusiones enfocadas sobre cómo usar la mecánica cuántica para explicar lo que observamos. Se desarrollará el formalismo asociado con escribir y resolver las ecuaciones de Schrödinger para diferentes sistemas.
3. Discusiones sobre métodos de resolución de problemas con ejemplos específicos. Las técnicas matemáticas se utilizarán como herramientas para hacer que los problemas sean más fáciles de resolver. Se evitará una matemática detallada y se discutirá el uso de algún software matemático común.
4. Visitas guiadas a algunas instalaciones de laboratorio donde se pueden demostrar efectos cuánticos para sistemas atómicos y nanoscópicos.

### Actividades de aprendizaje independiente

1. Resolución de problemas utilizando métodos analíticos, así como mediante el uso de paquetes matemáticos simples como Mathematica o Matlab, tanto individualmente como en grupos, destinados a desarrollar habilidades de resolución de problemas.
2. Análisis e interpretación de resultados por pequeños grupos, resultados que posteriormente se debatirán en clase.
3. Escuchar algunas conferencias y demostraciones en línea y la posterior integración con el curso del material aprendido.
4. Debate abierto, debates no estructurados seguidos de presentaciones grupales sobre temas como mecánica cuántica y películas / literatura, mecánica cuántica e industria, mecánica cuántica y realidad, etc. Esto no tendrá relación alguna con el enfoque adoptado en el curso formal. No habrá un objetivo fijo de estas discusiones que no sea alentar la imaginación y el pensamiento innovador.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 40% --- 2 exámenes parciales acumulativos. Se evaluará la comprensión de los conceptos básicos de la mecánica cuántica.
- 30% --- Tareas y actividades de libros abiertos. Se evaluará la capacidad de formular un problema y obtener soluciones.
- 30% --- Examen final integrativo. Se evaluará el conocimiento de los contenidos de todo el semestre.

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Óptica cuántica

**CICLO ESCOLAR**

Materias que Acreditan los Cursos Optativos

**CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

F5011

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

- Identificar sistemas ópticos que requieran de análisis cuántico.
- Describir el funcionamiento de sistemas cuánticos.
- Predecir el resultado de mediciones experimentales.

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Cuantización del campo electromagnético.

1.1 Bases de la mecánica cuántica.

1.2 Oscilador armónico cuántico.

1.3 Cuantización de la radiación libre.

1.4 Estados de Fock.

1.5 Estados coherentes y comprimidos.

1.6 Estadística de fotones.

2. Interferometría cuántica.

2.1 Divisor de haz clásico y cuántico.

2.2 Interferómetros de un solo fotón.

2.3 Emisión paramétrica descendente.

2.4 Interferómetro de Hong-Ou-Mandel.

2.5 Entrelazamiento cuántico.

3. Descripción semiclásica de la interacción luz – materia.

3.1 Hamiltoniano de la interacción.

3.2 Átomo de dos niveles.

3.3 Esfera de Bloch.

3.4 Oscilaciones de Rabi.

4. Descripción cuántica de la interacción luz-materia.

4.1 Modelo de Jaynes – Cummings.

4.2 Oscilaciones cuánticas de Rabi.

### **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

#### Actividades de aprendizaje conducidas por el docente

1. Exposición del profesor de los temas, con cuestionamiento a los alumnos, videos y simulaciones que aclaran los conceptos fundamentales.
2. Desarrollo de ejercicios por parte del profesor para que los estudiantes se familiaricen con el procedimiento.
3. Los alumnos realizan problemas y analizan casos de forma colaborativa supervisados por el profesor.

#### Actividades de aprendizaje independiente

1. Realización de tareas de problemas, de forma individual y por equipos.
2. Investigación de tópicos relacionados con los temas del curso.

### **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

40% --- promedio de las calificaciones de dos exámenes parciales.

20% --- Tareas, ejercicios y actividades.

20% --- Proyecto final que consiste en el análisis y presentación de un tópico selecto del curso.

20% --- Examen final escrito.

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Computación cuántica

**CICLO ESCOLAR**

Materias que Acreditan los Cursos Optativos

**CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

F5012

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

- Describir las razones científicas y tecnológicas que justifican el desarrollo de computadoras cuánticas y algoritmos cuánticos.
- Analizar y describir los fundamentos físicos de algoritmos cuánticos construidos sobre el modelo universal de compuertas cuánticas.
- Calcular la complejidad computacional de un algoritmo cuántico construido sobre el modelo universal de compuertas cuánticas.
- Comparar el desempeño computacional de algoritmos cuánticos y clásicos.
- Analizar el impacto de la computación cuántica en los ámbitos científico, tecnológico e industrial.

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Estudio de sistemas cuánticos en la ciencia e ingeniería computacional.
  - 1.1 Problemas de frontera en la ciencia y su relación con la teoría computacional.
  - 1.2 Consideraciones energéticas en la teoría clásica de la computación.
  - 1.3 Uso de sistemas cuánticos para la solución de problemas de frontera en la ciencia e ingeniería computacional.
  - 1.4 Computación cuántica = suma sinérgica de teoría de la computación y mecánica cuántica.
2. Introducción a la teoría clásica de la computación.
  - 2.1 Máquinas de Turing.
  - 2.2 Máquina Universal de Turing.
  - 2.3 Modelo universal de cómputo clásico basados en compuertas lógicas.
  - 2.4 Teoría de la complejidad computacional: problemas P, NP, NP completos y NP-duros.
3. Matemáticas para computación cuántica.
  - 3.1 Números complejos.
  - 3.2 Espacios de Hilbert, bases ortonormales y subespacios.
  - 3.3 Eigenvalores y eigenvectores.

- 3.4 Operadores lineales y su representación matricial.
- 3.5 Operadores hermitianos y operadores unitarios.
- 3.6 Producto tensorial y su representación matricial (producto de Kronecker).
- 3.7 Producto interno y producto externo.
- 3.8 Funciones de operadores lineales.
  
- 4. Postulados de la mecánica cuántica.
  - 4.1 Espacio de estados. Definición de qubit.
  - 4.2 Comportamiento temporal de un sistema cuántico: evolución unitaria y ecuación de Schrödinger.
  - 4.3 Medición en mecánica cuántica.
  - 4.4 Descripción matemática de sistemas cuánticos multipartitas.
  - 4.5 Definición y cuantificación de enredamiento cuántico (quantum entanglement) en sistemas bipartitas: concurrencia y entropía de von Neumann.
  - 4.6 Estados de Bell.
  
- 5. Circuitos y algoritmos cuánticos I.
  - 5.1 Teorema de la no clonación.
  - 5.2 Paralelismo cuántico.
  - 5.3 Circuito cuántico para la creación de estados de Bell.
  - 5.4 Circuito de teletransportación cuántica.
  - 5.5 Código superdenso.
  
- 6. Circuitos y algoritmos cuánticos II.
  - 6.1 Algoritmo de Deutsch-Josza.
  - 6.2 Algoritmo de Grover.
  - 6.3 Transformada cuántica de Fourier.
  - 6.4 Algoritmo de Shor.
  - 6.5 Criptografía cuántica, protocolo BB84.
  - 6.6 Modelos universales de computación cuántica: modelo de circuito y de caminatas cuánticas.

## **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

### Actividades de aprendizaje conducidas por el docente

1. Exposición del profesor de los temas, con preguntas a los alumnos, demostraciones, videos y simulaciones que aclaren los conceptos fundamentales.
2. Desarrollo de ejercicios por parte del profesor para que los estudiantes se familiaricen con el procedimiento.
3. Los alumnos realizan problemas y analizan casos de forma colaborativa supervisados por el profesor.

Actividades de aprendizaje independiente

1. Realización de tareas de demostraciones y problemas, de forma individual y por equipos.
2. Simulación computacional de circuitos y algoritmos cuánticos.
3. Investigación de tópicos relacionados con los temas del curso.

**CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

25% --- Promedio de las calificaciones de dos exámenes parciales.

25% --- Tareas, ejercicios , simulaciones y actividades.

25% --- Promedio de dos proyectos parciales.

15% --- Proyecto final que consiste en el análisis y presentación de un tópico selecto del curso.

10% --- Examen final escrito.

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Nanofotónica

**CICLO ESCOLAR**

Materias que Acreditan los Cursos Optativos

**CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

F5014

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

Al finalizar el curso el alumno será capaz de trabajar y hacer investigación en Nanofotónica, incluyendo los campos afines de la óptica cuántica, metamateriales y biofotónica. En particular, el alumno será capaz de:

- Describir y caracterizar la interacción de la luz con la materia a la escala nanométrica.
- Aplicar métodos numéricos y teóricos requeridos para entender la óptica de campo cercano, interacciones ópticas y metamateriales.
- Estimar y describir el resultado de experimentos y aplicaciones actuales que operan a la escala nanométrica.

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Fundamentos teóricos.
  - 1.1 Bases de electrodinámica.
  - 1.2 Funciones de Green.
  - 1.3 Representación espectral de campos electromagnéticos.
  - 1.4 Representación a través del espectro angular.
  - 1.5 Campos electromagnéticos en la materia.
  - 1.6 Interacciones ópticas a la escala nanométrica.
  - 1.7 Emisores cuánticos.
  
2. Microscopía óptica a la escala nanométrica.
  - 2.1 Propagación y enfocamiento de campos ópticos.
  - 2.2 Resolución y localización.
  - 2.3 Microscopía confocal.
  - 2.4 Microscopía óptica de campo cercano.
  - 2.5 Técnicas microscópicas de campo lejano.
  - 2.6 Sondas de campo óptico cercano.

- 3. Plasmónica.
  - 3.1 Propiedades ópticas de metales nobles.
  - 3.2 Oscilaciones de plasma.
  - 3.3 Plasmones polaritones superficiales en interfaces planas.
  - 3.4 Plasmones superficiales en nano óptica.
  - 3.5 Espectrometría Raman de superficie mejorada.
  
- 4. Antenas ópticas, cristales fotónicos y metamateriales.
  - 4.1 Teoría de antenas ópticas.
  - 4.2 Interacciones luz-materia.
  - 4.3 Cristales fotónicos.
  - 4.4 Microcavidades ópticas.
  - 4.5 Metamateriales.

### **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

#### Actividades de aprendizaje conducidas por el docente

1. Exposición del profesor de los temas, con cuestionamiento a los alumnos, videos y simulaciones que aclaran los conceptos fundamentales.
2. Desarrollo de ejercicios por parte del profesor para que los estudiantes se familiaricen con el procedimiento.
3. Los alumnos realizan problemas y analizan casos de forma colaborativa supervisados por el profesor.

#### Actividades de aprendizaje independiente

1. Realización de tareas de problemas, de forma individual y por equipos.
2. Investigación de tópicos relacionados con los temas del curso.

### **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 40% --- promedio de las calificaciones de dos exámenes parciales.
- 20% --- Tareas, ejercicios y actividades.
- 20% --- Proyecto final que consiste en el análisis y presentación de un tópico selecto del curso.
- 20% --- Examen final escrito.

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Polarización electromagnética

**CICLO ESCOLAR**

Materias que Acreditan los Cursos Optativos

**CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

F5015

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

Al finalizar el curso el alumno será capaz de:

- Describir y modelar el estado de polarización de campos electromagnéticos.
- Aplicar métodos teóricos, numéricos y experimentales para caracterizar materiales ópticos.
- Realizar experimentos de polarimetría e interferometría óptica.

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Descripción electromagnética de luz polarizada.
  - 1.1 Descripción de campos ópticos escalares.
  - 1.2 La elipse de polarización y parámetros de Stokes.
  - 1.3 Matrices de Mueller para elementos de polarización.
  - 1.4 Métodos para medir parámetros de Stokes.
  - 1.5 Caracterización de elementos de polarización.
  - 1.6 Cálculo de Mueller y aplicaciones.
  - 1.7 Cálculo de matrices de Jones.
  - 1.8 La esfera de Poincaré.
  - 1.9 Interferometría con campos polarizados.
2. Descripción clásica y cuántica de la radiación electromagnética.
  - 2.1 Radiación emitida por cargas eléctricas aceleradas.
  - 2.2 Dinámica de cargas eléctricas en campos electromagnéticos.
  - 2.3 Aplicaciones de la teoría clásica de radiación.
  - 2.4 Parámetros de Stokes para sistemas cuánticos.
3. Aplicaciones.
  - 3.1 Óptica de cristales.
  - 3.2 Actividad óptica y rotación de Faraday.
  - 3.3 Óptica de metales.
  - 3.4 Elementos ópticos de polarización.

- 3.5 Polarimetría de Stokes.
- 3.6 Polarimetría de Mueller.
- 3.7 Elipsometría.

### **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

#### Actividades de aprendizaje conducidas por el docente

1. Exposición del profesor de los temas, con cuestionamiento a los alumnos, videos y simulaciones que aclaran los conceptos fundamentales.
2. Desarrollo de ejercicios por parte del profesor para que los estudiantes se familiaricen con el procedimiento.
3. Realización problemas y analizan casos de forma colaborativa supervisados por el profesor.
4. Demostración por parte del profesor de arreglos experimentales desarrollados en el laboratorio.

#### Actividades de aprendizaje independiente

1. Realización de tareas de problemas, de forma individual y por equipos.
2. Investigación de tópicos relacionados con los temas del curso.
3. Exposición de artículos científicos.

### **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 40% --- Promedio de las calificaciones de dos exámenes parciales. Se evalúa la aplicación de los conceptos de polarización óptica y el uso de herramientas matemáticas.
- 20% --- Tareas, ejercicios y actividades. Se evalúa la capacidad de resolver problemas avanzados de electrodinámica.
- 20% --- Proyecto final que consiste en el análisis y presentación de un tópico selecto del curso. Se evalúa la comprensión física y la capacidad de transmitir conocimiento científico.
- 20% --- Examen final integrador. Se evalúa el conocimiento de los contenidos del semestre.

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Materiales inteligentes

**CICLO ESCOLAR**

Materias que Acreditan los Cursos Optativos

**CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

M5031

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

Al finalizar el curso el alumno será capaz de:

- Conocer y analizar los materiales inteligentes (aleaciones con memoria de forma, fluidos magneto y electro-reológicos, cristales piezoeléctricos, entre otros) de uso común en la industria y sus principios de comportamiento.
- Conocer y analizar materiales avanzados selectos con comportamiento no lineal (elastómeros de alto rendimiento, polímeros nano-estructurados, entre otros).
- Diseñar y analizar dispositivos mecánicos y mecatrónicos con base en materiales inteligentes y avanzados.

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Introducción al estudio de los materiales inteligentes.

1.1 Materiales con memoria de forma y estructuras inteligentes.

1.2 Materiales piezoeléctricos.

1.3 Fluidos electro y magnetoreológicos.

1.4 Fibras y sensores ópticos así como su aplicación en estructuras inteligentes.

1.5 Caracterización experimental de los materiales inteligentes.

1.6 Desarrollos recientes de nuevos materiales inteligentes.

2. Introducción al estudio de materiales poliméricos.

2.1 Identificación de las propiedades básicas de los polímeros.

2.2 Identificar las características principales que distinguen a los materiales anisotrópicos, ortotrópicos, isotrópicos, y demás.

2.3 Introducción a la termodinámica de los elastómeros.

2.4 Caracterización experimental de algunas propiedades físicas de los elastómeros.

3. Introducción al estudio de los materiales nanoestructurados.

3.1 Definiciones básicas de nanomateriales así como identificación de sus propiedades físicas.

3.2 Uso y aplicaciones ingenieriles de nanomateriales.

3.3 Principios básicos de modelación de nanomateriales.

3.4 Identificación experimental de su nanoestructura usando el microscopio de fuerza atómica

### **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

#### Actividades de aprendizaje conducidas por un docente

1. Exposición del marco teórico que sustenta cada tema por parte del maestro, ilustrando aplicaciones del tema expuesto con el apoyo de herramientas tecnológicas relevantes.
2. Solución de problemas en clase con participación de equipos de alumnos.
3. Discusiones sobre casos prácticos, estableciendo una relación con conceptos de ética, ciudadanía y desarrollo sostenible.

#### Actividades de aprendizaje independiente

1. Realización de tareas individuales y grupales que refuercen aprendizaje y fomenten la responsabilidad y disciplina de los alumnos, así como su capacidad de análisis.
2. Se aplicará la técnica didáctica del PBL para desarrollar la solución, en grupos de 3 a 5 estudiantes, de un problema ingenieril dentro del salón de clase en el cual se fomentará la búsqueda y procesamiento de información, así como la comunicación interpersonal y el trabajo en equipo.
3. Realización de prácticas de laboratorio usando equipo experimental apropiado.

### **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 40% --- promedio de dos exámenes parciales que evalúan la comprensión y aplicación de los conceptos sobre los temas del curso.
- 20% --- Actividades, tareas, experimentos y ejercicios. Se evalúan las habilidades para resolver problemas y analizar la comprensión teórica y experimental.
- 20% --- Proyecto final, que consiste en la investigación y la presentación de un tema seleccionado del curso. El proyecto se va a desarrollar en parejas.
- 20% --- Examen final que integra los contenidos de diferentes temas del curso.

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Ingeniería de superficies

**CICLO ESCOLAR**

Materias que Acreditan los Cursos Optativos

**CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

M5051

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

Al finalizar el curso el alumno será capaz de:

- Conocer y aplicar los métodos y tecnologías para la preparación, deposición y caracterización de recubrimientos.
- Conocer y analizar los mecanismos de nucleación y crecimiento de los recubrimientos.
- Conocer y analizar los principios y aplicaciones de la tribología (mecánica del contacto, así como mecanismos de fricción, lubricación y desgaste).
- Aplicar estos conocimientos para la protección ambiental (erosión, corrosión y oxidación).

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Introducción a las tecnologías para el revestimiento con sistemas de vacío.

1.1 Aplicaciones.

1.2 Vacío.

1.3 Películas delgadas.

1.4 Procesos.

2. Tecnologías para producir vacío.

2.1 Instrumentos de medida.

2.2 Bombas de vacío.

2.3 Sistemas de vacío.

3. Teoría cinética de los gases.

3.1 Gases ideales.

3.2 Camino libre medio.

3.3 Función de distribución en energía.

3.4 Aproximaciones de mecánica estadística a variables termodinámicas.

4. Plasmas.

- 4.1 Movimiento de cargas en campos eléctricos.
- 4.2 Características físicas de plasmas.
- 4.3 Física de plasmas en descargas de corriente directa.

5. Tratamientos termoquímicos.

- 5.1 Nitruración.
- 5.2 Crecimiento de capas compactas.
- 5.3 Aplicaciones.

6. Proceso de depósito físico de vapores.

- 6.1 Principio de funcionamiento del depósito físico de vapores.
- 6.2 Modo reactivo de espurreo.
- 6.3 Aplicaciones.

7. Nucleación y crecimiento de películas.

- 7.1 Aspectos termodinámicos de la nucleación.
- 7.2 Descripción de epitaxias.
- 7.3 Micro y nano estructuras.
- 7.4 Campo de esfuerzos en revestimientos.

8. Simulación matemática de procesos de depósito físico de vapores.

- 8.1 Representación en modo reactivo.
- 8.2 Efecto de parámetros de proceso.
- 8.3 Análisis de parámetros de procesos.

9. Otras tecnologías para funcionalizar superficies.

- 9.1 Depósito químico de vapores.
- 9.2 Haz de electrones.
- 9.3 Plasmas de ultra alta potencia.

**ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

Actividades de aprendizaje conducidas por el docente

1. Exposición del profesor de los temas, con cuestionamiento a los alumnos, videos y simulaciones que aclaran los conceptos fundamentales.
2. Desarrollo de ejercicios por parte del profesor para que los estudiantes se familiaricen con el procedimiento.
3. Los alumnos realizan problemas y analizan casos de forma colaborativa supervisados por el profesor.

Actividades de aprendizaje independiente

1. Realización de tareas de problemas, de forma individual y por equipos.
2. Investigación de tópicos relacionados con los temas del curso.

**CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 30% --- Examen Medio Término.
- 15% --- Tareas, ejercicios y actividades.
- 20% --- Actividades Colaborativas.
- 5% --- Presentación individual.
- 30% --- Examen Final.

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Microfluídica

**CICLO ESCOLAR**

Materias que Acreditan los Cursos Optativos

**CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

NT5001

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

Al finalizar el curso, el alumno será capaz de:

- Analizar sistemas de mecánica de fluidos con un número de Reynolds bajo, al igual que circuitos hidráulicos.
- Entender el flujo de fluidos en la microescala, enfocándose principalmente en los aspectos del flujo electroosmótico afuera de la doble capa eléctrica.
- Entender el flujo de fluidos en la microescala, enfocándose principalmente en las fuentes de carga interfacial y del modelado de la doble capa eléctrica.
- Obtener soluciones de no-equilibrio y del modo no-estacionario, enfocándose en fenómenos electrocinéticos no-lineales, dinámica de la doble capa eléctrica y fenómenos relacionados.

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Cinemática, ecuaciones de conservación, y condiciones de frontera para flujos incompresibles.

1.1 Estática de fluidos.

1.2 Cinemática de un campo de velocidad de fluidos.

1.3 Ecuaciones gobernantes para flujo incompresible.

1.4 Relaciones constitutivas.

1.5 Tensión superficial.

1.6 Condiciones de frontera de velocidad y tensión en las interfaces.

1.7 Resolviendo las ecuaciones gobernantes.

1.8 Regímenes de flujo.

2. Flujo unidireccional.

2.1 Flujo estable por presión o por frontera a través de canales largos.

2.2 Inicio y desarrollo de flujos unidireccionales.

3. Análisis de circuitos hidráulicos.

3.1 Análisis de circuitos hidráulicos.

3.2 Circuitos hidráulicos equivalentes para el flujo de fluidos en microcanales.

3.3 Técnicas de solución.

4. Transporte escalar pasivo: dispersión, patrones, y mezclado.
  - 4.1 Ecuación del transporte escalar pasivo.
  - 4.2 La física del mezclado.
  - 4.3 Midiendo y cuantificando el mezclado y parámetros relacionados.
  - 4.4 El número de Reynolds bajo, límite alto del número Peclet.
  - 4.5 Patrones de flujo laminar en microdispositivos.
  - 4.6 Dispersión de Taylor-Aris.
  
5. Electroestática y electrodinámica.
  - 5.1 Electroestática en la materia.
  - 5.2 Electrodinámica.
  - 5.3 Representaciones analíticas de cantidades electrodinámicas: permitividad compleja y conductividad.
  - 5.4 Circuitos eléctricos.
  - 5.5 Circuitos equivalentes para la corriente en microcanales con soluciones electrolíticas.
  
6. Electroósmosis.
  - 6.1 Asíntotas en flujo electroosmótico.
  - 6.2 Análisis integral de las fuerzas de Coulomb en la doble capa eléctrica.
  - 6.3 Resolviendo las ecuaciones de Navier-Stokes para flujo electroosmótico en el límite de doble capa eléctrica delgada.
  - 6.4 Movilidad electroosmótica y potencial electrocinético.
  
7. Flujo potencial de fluido.
  - 7.1 Estrategia para encontrar soluciones a las ecuaciones de Navier-Stokes para flujo potencial.
  - 7.2 La ecuación de Laplace para la velocidad potencial.
  - 7.3 Flujos potenciales con simetría de plano.
  - 7.4 Flujo potencial en sistemas con simetría de eje en coordenadas esféricas.
  
8. Flujo de Stokes.
  - 8.1 La ecuación de flujo de Stokes.
  - 8.2 Flujo de Stokes con límite de fronteras.
  - 8.3 Flujo de Stokes sin límite de fronteras.
  - 8.4 Micro-PIV.
  
9. La estructura difusa de la doble capa eléctrica.
  - 9.1 La doble capa eléctrica Gouy-Chapman.
  - 9.2 Flujo de fluido en la doble capa eléctrica Gouy-Chapman.
  - 9.3 Conductividad convectiva de superficie.
  - 9.4 Exactitud de la solución ideal y las aproximaciones Debye-Hückel.
  - 9.5 Ecuaciones modificadas de Poisson-Boltzmann.
  - 9.6 La capa de Stern.

10. Potencial zeta en microcanales.
  - 10.1 Origen físico y químico de la carga interfacial de equilibrio.
  - 10.2 Expresiones que relacionan la densidad de carga superficial, potencial de superficie, y potencial zeta.
  - 10.3 Potencial electrocinético observado en sustratos microfluídicos.
  - 10.4 Modificando el potencial zeta.
  - 10.5 Técnicas químicas y de mecánica de fluidos para medir las propiedades interfaciales.
  
11. Transporte de especies químicas y carga.
  - 11.1 Modos de transporte de especies.
  - 11.2 Conservación de especies: ecuaciones de Nernst-Planck.
  - 11.3 Conservación de la carga.
  - 11.4 Transformada logarítmica de las ecuaciones de Nernst-Planck.
  
12. Electroforesis de partículas.
  - 12.1 Introducción a la electroforesis: electroósmosis con frontera móvil y fluido inactivo.
  - 12.2 Electroforesis de partículas.
  - 12.3 Dependencia de la velocidad electroforética en el tamaño de la partícula.
  
13. Nanofluídica: Flujos de fluidos y corrientes en sistemas de escala molecular y doble capa eléctrica gruesa.
  - 13.1 Transporte unidireccional en nanocanales infinitamente largos.
  - 13.2 Transporte a través de nanoestructuras con interfaces o con secciones transversales no uniformes.
  
14. Electrocinética de AC y dinámica de la carga difusa.
  - 14.1 Electroosmosis con potencial interfacial variante en el tiempo.
  - 14.2 Circuitos equivalentes.
  - 14.3 Flujo de carga inducida.
  - 14.4 Flujo electrotérmico de fluidos.
  
15. Manipulación de gotas y partículas: Dielectroforesis, magnetoforesis, y microfluídica digital.
  - 15.1 Dielectroforesis.
  - 15.2 Magnetoforesis de partículas.
  - 15.3 Microfluídica digital.

## **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

### Actividades de aprendizaje conducidas por un docente

1. Presentación del marco teórico y motivación que sustenta a cada uno de los temas de este curso.
2. Presentación de ejemplos y ejercicios relacionados a cada tema con el objetivo de que el estudiante adquiera diferentes perspectivas de la solución de problemas.
3. Interacción y discusión de la solución de problemas y casos prácticos mediante el establecimiento de una relación a sus aplicaciones en distintos aspectos de la vida.

### Actividades de aprendizaje independiente

1. Solución de problemas y casos prácticos, tanto de manera individual como en equipo. Esto reforzará el aprendizaje y motivará la responsabilidad y disciplina de los alumnos, además de mejorar sus habilidades analíticas.
2. Investigación individual de temas selectos del curso, con la idea que el estudiante podrá reforzar sus habilidades analíticas y de síntesis de contenido.
3. Aplicación de los conceptos del curso en un proyecto integrador que se realizará en parejas, y la presentación de un reporte en el formato de un artículo científico.

## **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 30% --- Examen de medio término que evaluará el entendimiento y aplicación de los conceptos presentados en los primeros ocho temas del curso.
- 25% --- Actividades, tareas, y ejercicios. Evaluarán las habilidades de solución de problemas.
- 15% --- Desarrollo de un proyecto que incluye temas selectos del curso. El proyecto será desarrollado en parejas.
- 30% --- Examen final que integrará el contenido de diversos temas del curso.

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Nanobiotecnología

**CICLO ESCOLAR**

Materias que Acreditan los Cursos Optativos

**CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

NT5002

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

Al finalizar el curso, el alumno será capaz de:

- Entender los enfoques biológicos para la ingeniería de nanomateriales.
- Identificar nanotecnologías para la investigación biológica.
- Identificar métodos para la síntesis de nanobiomateriales.
- Identificar métodos para la manufactura de nanobiodispositivos.
- Describir aplicaciones prácticas de nanobiotecnología.
- Diseñar métodos de abordar la resolución de problemas en aplicaciones prácticas de nanobiotecnología.

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Nanobiomateriales y propiedades.
  - 1.1 Biomateriales.
  - 1.2 Nanomateriales.
  - 1.3 Nanotecnología del ADN.
  - 1.4 Nanotecnología de proteínas.
  - 1.5 Nanomateriales basados en virus.
  - 1.6 Nanomateriales para ingeniería celular.
  
2. Nanobiodispositivos y análisis.
  - 2.1 Nano/microfabricación.
  - 2.2 Herramientas para nanoanálisis.
  - 2.3 Biosensores.
  - 2.4 Nano/microfluídica.
  - 2.5 Lab-on-a-chip.
  - 2.6 Organ-on-a-chip.
  
3. Nanomedicina.
  - 3.1 Suministro de fármacos.
  - 3.2 Imagenología molecular.

- 3.3 Purificación de sangre.
- 3.4 Nanomedicina personalizada.

#### 4. Aplicaciones de nanobiotecnología.

- 4.1 Nanotecnología en cáncer.
- 4.2 Nanotecnología en neurociencias.
- 4.3 Nanotecnología en bioenergía.

### **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

#### Actividades de aprendizaje conducidas por un docente

1. Presentación de los antecedentes y motivación en los que se basan cada uno de los temas del curso.
2. Presentación de ejemplos y ejercicios relacionados con cada tema, con el objetivo de que el estudiante adquiera distintas perspectivas para la resolución de problemas.
3. Interacción y discusiones para resolución de problemas y casos prácticos por medio del establecimiento de una relación a su aplicación en diversos aspectos de la vida real.

#### Actividades de aprendizaje independiente

1. Resolución de problemas y casos prácticos, ambos individualmente y en equipos que refuercen el aprendizaje y promuevan la responsabilidad y disciplina de los estudiantes, así como habilidades para el análisis.
2. Investigación individual de temas selectos del curso con la idea de que el estudiante refuerce sus habilidades de análisis y síntesis de contenidos.
3. Aplicación de conceptos del curso en un proyecto integrador que será realizado en parejas con el objetivo de promover el diseño de nanobiotecnología novedosa para resolver problemas prácticos de biología y energías, así como la discusión de resultados y presentación de un reporte en formato de artículo científico.

### **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 30% --- Un examen de medio término que evalúe la comprensión y aplicación de conceptos de los primeros dos temas del curso.
- 25% --- Actividades, tareas y ejercicios. Evalúan las habilidades de resolución de problemas.
- 15% --- Presentaciones por los estudiantes. Se revisan artículos recientemente publicados sobre temas específicos.

20% --- Proyecto de desarrollo y análisis que incluye temas específicos del curso. El proyecto se desarrollará en parejas.

10% --- Asistencia.

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Nanobiocatálisis

**CICLO ESCOLAR**

Materias que Acreditan los Cursos Optativos

**CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

NT5003

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

Al finalizar el curso, el alumno será capaz de:

- Realizar un análisis efectivo del concepto de Nanobiocatálisis.
- Conocer las diferentes técnicas de inmovilización de enzimas en los nanomateriales
- Identificar los diferentes tipos y áreas de oportunidad y aplicación de sistemas nanobiocatalíticos.
- Diseñar nuevos sistemas nanobiocatalíticos.

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Introducción a la tecnología enzima y nanobiocatálisis.

1.1 ¿Qué es la biocatálisis y Nanobiocatálisis?

1.2 Clasificación de enzimas.

1.3 Síntesis y estructura de enzimas.

1.4 Cinética de reacciones catalizadas por enzimas.

1.5 Estabilidad, la desnaturalización y renaturalización de las enzimas.

1.6 Cambios en las propiedades de la enzima por evolución natural, evolución in vitro, o ingeniería de enzimas.

2. Producción y purificación de la enzima.

2.1 Fuentes de enzimas.

2.1.1 Hongos.

2.1.2 Animales.

2.1.3 Plantas.

2.2 Procesamiento posterior de las enzimas.

2.2.1 Métodos de purificación principales.

3. Inmovilización de enzimas.

3.1 Ventajas de inmovilización.

3.2 Técnicas de inmovilización.

3.2.1 Adsorción.

3.2.2 Inmovilización covalente.

- 3.2.3 Agregados de enzima.
- 3.2.4 Atrapamiento.
- 3.2.5 La encapsulación.
- 3.2.5 Auto-inmovilización de enzimas.
- 3.2.5.1 CLEAs.
- 3.3 Selección de un método de inmovilización.
  
- 4. Nanoestructuras.
- 4.1 Nanopartículas.
- 4.1.1 Nanopartículas de enzimas individuales (NEE).
- 4.2 Nanotubos.
- 4.3 Nanofibras.
- 4.4 Nanopartículas funcionalización de la superficie.
  
- 5. Materiales de apoyo.
- 5.1 Polímeros sintéticos.
- 5.2 Biopolímeros.
- 5.3 Hidrogeles.
- 5.4 Soportes inorgánicos.
- 5.4.1 Sílice mesoporosa.
- 5.4.2 Material no magnético.
- 5.4.3 Materiales magnéticos.
- 5.4.4 Nuevos materiales.
  
- 6. Aplicación de nanobiocatalisis.
- 6.1 Bioelectrónica.
- 6.1.1 Biosensores.
- 6.1.2 Celda de biocombustible.
- 6.2 Industria de alimentos.
- 6.2.1 Sistema de bioconversión.
- 6.2.2 Envasado de alimentos.
- 6.3 Aplicaciones médicas.
- 6.3.1 Enzimas terapéuticas.
- 6.3.2. Administración de fármacos.
- 6.3.2.1 Administración oral.
- 6.3.2.2 Administración local.
- 6.3.2.3 Inyecciones.
- 6.3.3 Análisis proteómico.
- 6.4 Aplicaciones medioambientales.
- 6.4.1 Biorremediación.
- 6.4.2 Remoción de colorantes.
- 6.4.3 Degradación de xenobióticos.
- 6.4.4 Tratamiento de efluentes industriales.
- 6.4.5 Producción Biodiesel.

## **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

### Actividades de aprendizaje conducidas por un docente

1. Presentación de los antecedentes y la motivación que apoyan cada uno de los temas del curso.
2. Presentación de ejemplos y ejercicios relacionados con cada tema con el objetivo de que el estudiante adquiera diferentes perspectivas sobre la solución de problemas.
3. La interacción y los debates sobre la resolución de problemas y casos prácticos mediante el establecimiento de una relación con su aplicación en diferentes aspectos de la vida real.

### Actividades de aprendizaje independiente

1. Solución de problemas y casos prácticos, tanto individual como en equipos que refuerzan el aprendizaje y fomentan la responsabilidad y la disciplina de los estudiantes, así como sus habilidades para el análisis.
2. Investigación individual de temas seleccionados a partir del curso con la idea de que el estudiante fortalece sus habilidades para analizar y sintetizar los contenidos.
3. La aplicación de los conceptos del curso en un proyecto de integración que se lleva a cabo en parejas para fomentar la búsqueda y procesamiento de la información y el desarrollo de un sistema de biocatálisis para el análisis y discusión de los resultados y la presentación de un informe en forma de un artículo científico.

## **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 30% --- Examen de mitad de período que se evalúa la comprensión y aplicación de los conceptos en los primeros temas del curso.
- 25% --- Actividades, tareas para casa y ejercicios. Se evalúan las habilidades para resolver problemas y el análisis.
- 15% --- Proyecto desarrollado relacionado para resolver una situación problemática real.
- 30% --- Examen final que integra los contenidos de diferentes temas del curso.

**DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Nanobiomateriales

**CICLO ESCOLAR**

Materias que Acreditan los Cursos Optativos

**CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

NT5004

**FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN**

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

- Comprender los principios fundamentales en la ciencia de materiales e ingeniería biomédica y cómo contribuyen al desarrollo y desempeño de los biomateriales.
- Explicar los principios básicos de biocompatibilidad y desempeño de implantes.
- Listar diferentes estrategias para modificar y/o diseñar materiales que son biocompatibles en la naturaleza.
- Explicar qué es la biodegradabilidad y cómo afecta el diseño de biomateriales.
- Aplicar la ciencia y el conocimiento ingenieril adquirido en el curso para la selección y diseño de biomateriales.
- Desarrollar habilidades de análisis y pensamiento crítico para la evaluación de la literatura relevante.
- Revisar críticamente artículos de la literatura científica e identificar áreas de oportunidad en la investigación.

**CONTENIDO TEMÁTICO**

1. Introducción – biomateriales generales.

1.1 Introducción a los biomateriales.

1.2 Las estructuras de los materiales.

1.3 Caracterización de materiales.

1.4 Características de los materiales.

2. Clases de biomateriales.

2.1 Materiales biológicos.

2.2 Polímeros.

2.3 Compuestos.

2.4 Cerámicos.

2.5 Metales.

3. Respuesta de tejidos a los biomateriales.

3.1 Respuesta del huésped a los biomateriales.

3.2 Respuesta del material al huésped.

3.3 Biocompatibilidad de los materiales.

3.4 Biodegradabilidad de los materiales.

4. Biomateriales – reemplazo de tejido suave.

4.1 Suturas.

4.2 Piel.

4.3 Implantes maxilofaciales.

4.4 Implantes de interfaz de sangre.

5. Biomateriales – reemplazo de tejido duro.

5.1 Reparación de hueso.

5.2 Trasplante de articulaciones.

5.3 Trasplante de dientes.

6. Nanomateriales en la ingeniería de tejidos.

6.1 Interacciones célula-nanomaterial.

6.2 Tecnología “electrospinning” para andamios nano-fibrosos.

6.3 Nanomateriales para la ingeniería de tejidos del esqueleto, músculo, nervio y corazón.

6.4 Nanomateriales para la administración de fármacos.

6.5 Nanopartículas/nanotubos/nanocables para ingeniería celular.

## **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

### Actividades de aprendizaje guiadas por el profesor

1. Presentación de los antecedentes y motivación que apoye cada uno de los temas del curso.
2. Presentación de ejemplos y ejercicios relacionados a cada tema con el objetivo de que el estudiante adquiera diferentes perspectivas en la solución de problemas.
3. Interacción y discusiones en la resolución de problemas y casos prácticos mediante el establecimiento de una relación con su aplicación en distintos aspectos de la vida real.

### Actividades de aprendizaje independientes

1. Solución de problemas y casos prácticos, tanto de manera individual como en equipos que refuercen el aprendizaje y alienten la responsabilidad y la disciplina de los estudiantes así como su capacidad de análisis.
2. Investigación individual de temas selectos del curso con la idea de que los estudiantes refuercen sus habilidades para analizar y sintetizar contenidos.
3. Aplicación de los conceptos del curso en un proyecto integrador que será llevado a cabo en parejas/grupos y la presentación de un reporte con el formato de un artículo científico.

### **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Para evaluar el aprendizaje, confiamos en procedimientos y criterios que permiten seguir y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y sus pesos son los siguientes:

30% --- Examen de medio término que evalúa la comprensión de los conceptos cubiertos en los primeros tres temas del curso.

25% --- Actividades, tareas y ejercicios. Ellos desarrollan las habilidades para resolver problemas.

15% --- Desarrollo de un proyecto que incluye temas selectos del curso. El proyecto será desarrollado en parejas.

30% --- Examen final que integra el contenido de distintos temas del curso.

Este documento presenta información sobre los programas de los cursos de la **Maestría en Nanotecnología del Tecnológico de Monterrey**. Su contenido refleja la información disponible en medios oficiales al momento de su publicación.

El Tecnológico de Monterrey se reserva el derecho de hacer modificaciones al contenido en cualquier momento y sin previo aviso y, expresamente, se deslinda de obligaciones declaradas, implicadas o inferidas, derivadas de la información aquí presentada.

Cuidado de la edición y publicación:  
Dirección de Normatividad Académica de la Vicerrectoría Académica y de Innovación Educativa.  
Monterrey, Nuevo León, México.