



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERÉTARO

Ingeniería en Nanotecnología

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

FÍSICA MODERNA

Fundamentos de Teoría Cuántica y Aplicaciones en Nanotecnología

Información del Curso

Clave:	FIS-902
Créditos:	5
Horas teóricas:	24
Horas prácticas:	36
Horas totales:	60
Cuatrimestre:	Noveno
Modalidad:	Presencial asistida por tecnología

Cuatrimestre Mayo - Agosto 2025

Elaborado conforme a los lineamientos de la Nueva Escuela Mexicana
y las recomendaciones de la UNESCO sobre educación técnica



CRÉDITOS Y RECONOCIMIENTOS

Elaboración y Diseño Instruccional:

- Dr. Rubén Velázquez Hernández - Coordinador Académico de Física Moderna

Nombre del Colaborador -

- Ing. [Nombre del Colaborador] -

Revisión Técnica y Pedagógica:

- Academia de Física Moderna - UTEQ
- Comité Académico de Ingeniería en Nanotecnología
- Dirección Académica - UTEQ

Apoyo Técnico:

- Laboratorio de Física - UTEQ
- Centro de Recursos Digitales - UTEQ
- Departamento de Tecnologías de la Información

Agradecimientos Especiales:

- Universidad de Colorado Boulder - Proyecto PhET Interactive Simulations
- Comunidad académica internacional de física cuántica educativa
- Estudiantes de la carrera de Ingeniería en Nanotecnología (generaciones 2022-2024) por sus valiosas retroalimentaciones

Primera Edición: Mayo 2025

Universidad Tecnológica de Querétaro

AV. Pie de la Cuesta 2501. Col. Unidad Nacional, Querétaro, Querétaro, México

www.uteq.edu.mx

Derechos Reservados: Este material ha sido desarrollado con fines educativos para la Universidad Tecnológica de Querétaro. Se permite la reproducción parcial para fines académicos, citando la fuente. La reproducción total requiere autorización expresa de la institución.

Índice general

1. INTRODUCCIÓN GENERAL AL MANUAL	7
1.1. Presentación	7
1.2. Marco Pedagógico y Filosófico	7
1.2.1. Alineación con la Nueva Escuela Mexicana	7
1.2.2. Enfoque por Competencias	8
1.3. Objetivos del Manual	9
1.4. Metodología y Enfoque Pedagógico	9
1.4.1. Aprendizaje Activo y Construccinismo	9
1.4.2. Integración de Tecnologías Educativas	9
1.4.3. Evaluación Formativa Continua	10
1.5. Estructura del Manual	10
1.5.1. Organización por Unidades Temáticas	10
1.5.2. Elementos Comunes de Cada Práctica	11
1.6. Recomendaciones de Uso	12
1.6.1. Para los Estudiantes	12
1.6.2. Para los Docentes	12
1.7. Recursos Tecnológicos y Materiales	13
1.7.1. Plataformas y Simuladores	13
1.7.2. Requisitos Técnicos Mínimos	13
1.8. Evaluación y Acreditación	14
1.8.1. Sistema de Evaluación	14
1.8.2. Criterios de Acreditación	14
1.9. Compromiso con la Mejora Continua	14

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN GENERAL AL MANUAL

1.1. Presentación

El presente Manual de Prácticas de Laboratorio para la asignatura de Física Moderna ha sido diseñado específicamente para estudiantes de noveno cuatrimestre de la carrera de Ingeniería en Nanotecnología. Este manual constituye una herramienta pedagógica integral que complementa la formación teórica con experiencias prácticas virtuales y experimentales, facilitando la comprensión de los conceptos fundamentales de la física cuántica y su aplicación en el campo de la nanotecnología.

La física moderna, particularmente la mecánica cuántica, representa uno de los pilares fundamentales para la comprensión de los fenómenos que ocurren a escalas nanométricas. Los principios cuánticos no solo explican el comportamiento de la materia a nivel atómico y subatómico, sino que también constituyen la base teórica para el desarrollo de tecnologías emergentes en campos como la electrónica cuántica, la computación cuántica, los materiales nanoestructurados y los dispositivos optoelectrónicos.

1.2. Marco Pedagógico y Filosófico

1.2.1. Alineación con la Nueva Escuela Mexicana

Este manual se ha desarrollado siguiendo los principios de la Nueva Escuela Mexicana, enfatizando:

- **Aprendizaje situado:** Las prácticas están contextualizadas en problemas reales de la nanotecnología y la industria mexicana
- **Pensamiento crítico:** Se promueve la reflexión sobre las implicaciones éticas y sociales de las tecnologías cuánticas
- **Trabajo colaborativo:** Todas las actividades están diseñadas para el trabajo en equipo y la construcción colectiva del conocimiento
- **Interculturalidad:** Se reconocen las contribuciones de científicos de diversas culturas al desarrollo de la física cuántica

- **Inclusión:** Los materiales están diseñados para ser accesibles a estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje y contextos socioeconómicos

1.2.2. Enfoque por Competencias

El manual adopta un enfoque por competencias que integra:

Competencias a Desarrollar

Competencias Disciplinarias:

- Aplicación de principios fundamentales de la física cuántica
- Análisis e interpretación de fenómenos cuánticos
- Resolución de problemas complejos mediante modelos físicos
- Uso de herramientas matemáticas y computacionales especializadas

Competencias Profesionales:

- Caracterización de materiales nanoestructurados
- Diseño de procesos basados en principios cuánticos
- Evaluación de propiedades físicas de nanomateriales
- Innovación tecnológica en nanotecnología

Competencias Transversales:

- Pensamiento crítico y analítico
- Comunicación científica efectiva
- Trabajo colaborativo y liderazgo
- Aprendizaje autónomo y continuo
- Uso ético de la tecnología

1.3. Objetivos del Manual

Objetivos del Manual

Objetivo General: Proporcionar a los estudiantes de Ingeniería en Nanotecnología experiencias prácticas virtuales y experimentales que faciliten la comprensión profunda de los principios fundamentales de la física moderna y su aplicación en el desarrollo de tecnologías nanométricas.

Objetivos Específicos:

1. Complementar la formación teórica con actividades prácticas que evidencien los principios cuánticos fundamentales
2. Desarrollar habilidades para la caracterización virtual de materiales mediante simulaciones computacionales
3. Fomentar el pensamiento crítico a través del análisis de datos experimentales y la interpretación de resultados
4. Promover la comprensión de las aplicaciones tecnológicas de la física cuántica en nanotecnología
5. Facilitar el desarrollo de competencias investigativas y de innovación tecnológica
6. Integrar el uso de tecnologías educativas modernas en el proceso de enseñanza-aprendizaje
7. Preparar a los estudiantes para enfrentar desafíos profesionales en el campo de la nanotecnología

1.4. Metodología y Enfoque Pedagógico

1.4.1. Aprendizaje Activo y Construcciónismo

El manual está fundamentado en principios de aprendizaje activo, donde los estudiantes son protagonistas de su propio proceso de aprendizaje. Las actividades están diseñadas para:

- Promover la exploración activa de fenómenos físicos
- Facilitar la construcción del conocimiento a través de la experiencia
- Desarrollar habilidades de investigación y experimentación
- Fomentar la reflexión metacognitiva sobre el proceso de aprendizaje

1.4.2. Integración de Tecnologías Educativas

Se hace uso intensivo de simulaciones interactivas, principalmente del proyecto PhET de la Universidad de Colorado Boulder, que permiten:

- Visualización de conceptos abstractos de la física cuántica
- Experimentación virtual con parámetros imposibles de manipular en laboratorios convencionales
- Exploración de fenómenos a escalas temporales y espaciales extremas
- Desarrollo de intuición física sobre comportamientos cuánticos

1.4.3. Evaluación Formativa Continua

Cada práctica incluye instrumentos de evaluación formativa que permiten:

- Monitorear el progreso del aprendizaje en tiempo real
- Identificar y corregir concepciones erróneas
- Adaptar la enseñanza a las necesidades individuales
- Promover la autoevaluación y la metacognición

1.5. Estructura del Manual

1.5.1. Organización por Unidades Temáticas

El manual está estructurado en cinco unidades temáticas que siguen una secuencia lógica de complejidad creciente:

Unidad I: Fundamentos de Teoría Cuántica

- Práctica 1: Radiación de Cuerpo Negro y Ley de Planck
- Práctica 2: Efecto Fotoeléctrico
- Práctica 3: Espectros Atómicos y Modelo de Bohr
- Práctica 4: Análisis Comparativo de Fenómenos Cuánticos

Unidad II: Dualidad Onda-Partícula

- Práctica 5: Ondas de Materia de De Broglie
- Práctica 6: Principio de Incertidumbre de Heisenberg
- Práctica 7: Dualidad Onda-Partícula Integrada

Unidad III: Ecuación de Schrödinger

- Práctica 8: Función de Onda y Densidad de Probabilidad
- Práctica 9: Partícula en una Caja (Pozo Infinito)
- Práctica 10: Efecto Túnel Cuántico
- Práctica 11: Oscilador Armónico Cuántico

Unidad IV: Átomos y Estructura

- Práctica 12: El Átomo de Hidrógeno
- Práctica 13: Momento Angular y Spin
- Práctica 14: Átomos Multielectrónicos

Unidad V: Introducción al Estado Sólido

- Práctica 15: Cristales y Redes Periódicas
- Práctica 16: Teoría de Bandas
- Práctica 17: Conductores, Semiconductores y Aislantes

Prácticas Integradoras

- Práctica 18: Caracterización Cuántica de Nanomateriales
- Práctica 19: Aplicaciones Tecnológicas de la Física Cuántica
- Práctica 20: Temas Avanzados y Perspectivas Futuras

1.5.2. Elementos Comunes de Cada Práctica

Cada práctica del manual incluye los siguientes elementos estandarizados:

1. **Datos generales:** Duración, modalidad, materiales requeridos
2. **Objetivos de aprendizaje:** Específicos y medibles
3. **Marco teórico:** Conceptos fundamentales necesarios
4. **Procedimiento:** Instrucciones detalladas paso a paso
5. **Actividades de análisis:** Preguntas y problemas de aplicación
6. **Evaluación formativa:** Instrumentos de autoevaluación
7. **Conclusiones:** Síntesis y reflexiones finales
8. **Recursos complementarios:** Materiales adicionales de estudio

1.6. Recomendaciones de Uso

1.6.1. Para los Estudiantes

Nota Importante

Antes de cada práctica:

- Revisar el marco teórico correspondiente
- Completar las actividades preparatorias
- Verificar el funcionamiento de los simuladores
- Formar equipos de trabajo colaborativo

Durante la práctica:

- Seguir cuidadosamente las instrucciones
- Registrar sistemáticamente todas las observaciones
- Discutir los resultados con los compañeros de equipo
- Consultar dudas con el instructor

Después de la práctica:

- Completar el análisis de datos
- Elaborar las conclusiones correspondientes
- Realizar la autoevaluación
- Estudiar los recursos complementarios

1.6.2. Para los Docentes

Preparación previa:

- Verificar el funcionamiento de todos los simuladores
- Preparar material de apoyo adicional según las necesidades del grupo
- Revisar las rúbricas de evaluación
- Anticipar posibles dificultades conceptuales

Durante la sesión:

- Facilitar el trabajo colaborativo
- Proporcionar retroalimentación continua
- Identificar y corregir concepciones erróneas

- Promover la reflexión metacognitiva

Seguimiento posterior:

- Analizar los resultados de las evaluaciones formativas
- Adaptar las siguientes sesiones según las necesidades identificadas
- Proporcionar retroalimentación individual cuando sea necesario
- Documentar las mejores prácticas para futuras implementaciones

1.7. Recursos Tecnológicos y Materiales

1.7.1. Plataformas y Simuladores

Simuladores PhET Interactive Simulations:

- Radiación de Cuerpo Negro
- Efecto Fotoeléctrico
- Modelos del Átomo de Hidrógeno
- Interferencia Cuántica de Ondas
- Estados Ligados Cuánticos
- Efecto Túnel Cuántico
- Estructura de Bandas
- Conductividad

Herramientas Computacionales:

- Calculadoras científicas en línea
- Software de graficación (Desmos, GeoGebra)
- Plataformas de análisis de datos
- Aplicaciones de realidad aumentada (cuando estén disponibles)

1.7.2. Requisitos Técnicos Mínimos

- Computadora o tablet con navegador web actualizado
- Conexión a internet estable
- Adobe Flash Player o navegadores compatibles con HTML5
- Resolución mínima de pantalla: 1024x768 píxeles
- Audio funcional para contenidos multimedia

1.8. Evaluación y Acreditación

1.8.1. Sistema de Evaluación

El manual implementa un sistema de evaluación integral que considera:

- **Evaluación diagnóstica:** Para identificar conocimientos previos
- **Evaluación formativa:** Continua durante cada práctica
- **Evaluación sumativa:** Al final de cada unidad temática
- **Autoevaluación:** Para desarrollar metacognición
- **Coevaluación:** Para fomentar el aprendizaje colaborativo

1.8.2. Criterios de Acreditación

Para acreditar satisfactoriamente el componente práctico del curso, los estudiantes deben:

- Completar al menos el 80 % de las prácticas programadas
- Obtener una calificación mínima de 70 % en las evaluaciones formativas
- Demostrar comprensión conceptual en las actividades de análisis
- Participar activamente en las actividades colaborativas
- Entregar todos los reportes de práctica en tiempo y forma

1.9. Compromiso con la Mejora Continua

Este manual representa un documento vivo que se actualizará periódicamente basándose en:

- Retroalimentación de estudiantes y docentes
- Avances en tecnologías educativas
- Desarrollo de nuevos simuladores y herramientas
- Cambios en el currículo y los planes de estudio
- Investigación educativa en enseñanza de la física

Se alienta a toda la comunidad académica a proporcionar sugerencias para el mejoramiento continuo de este recurso educativo.

“La física cuántica no es solo una teoría abstracta, sino la base fundamental para comprender y manipular la materia a nivel nanométrico, abriendo posibilidades infinitas para la innovación tecnológica.”