



CARRERA: Ing. Electrónica

PROGRAMA ANALÍTICO DE ASIGNATURA

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR: Física Electrónica

Año Académico: 2023

Área: Electrónica

Bloque: Ciencias Básicas de la Ingeniería

Nivel: Segundo

Tipo: obligatoria

Modalidad: cuatrimestral

Cargas horarias totales:

<i>Horas reloj</i>	<i>Horas cátedra</i>	<i>Horas cátedra semanales</i>
120	160	10

COMPOSICIÓN DEL EQUIPO DE CÁTEDRA:

Profesor Adjunto: Dr. Ing. Federico Suarez (Responsable)

Profesor Adjunto: Dr. Lic. Francisco Nesprías

Profesor Adjunto: Dr. Lic. Daniel Supantitsky

JTP: Dr. Ing. Agustín Lucero

ATP 1º: Ing. Ariel Kukulanski

ATP 1º: Dr. Ing. Alan Fuster

ATP 1º: Mg. Ing. Luis Martínez

ATP 1º: Dr. Ing. Andrés Sampaulo

FUNDAMENTACIÓN

Este curso ha sido modelado para brindar los conocimientos necesarios para realizar una transición de forma atractiva para un futuro electrónico/a desde los conceptos de física clásica hacia los de la física moderna incluyendo relatividad, modelos atómicos, modelos de interacción, física del sólido y mecánica ondulatoria con sus fenómenos tanto a nivel electromagnético como partícula, manteniendo una base científica sólida que sirva para todo ámbito profesional.

La fundamentación de los contenidos teórico-prácticos se basa en los elementos iniciales de mecánica ondulatoria a través de fenómenos ópticos, modelos atómicos, mecánica cuántica, física de sólidos cristalinos y semiconductores que permiten a los



alumnos/as modelar la naturaleza macroscópica y microscópica, fenómenos de propagación, interferencia, interacción entre partículas y con el medio; conceptos que fueron el marco necesario para la revolución tecnológica. Si bien el diseño y utilización de dispositivos electrónicos, al igual que la propagación de ondas electromagnéticas en los medios de enlace, son tema de las materias que siguen en el plan de estudios, en este curso se brinda la base teórica necesaria para la comprensión, fundamentación y argumentación de las mismas.

Durante el transcurso de este curso se incentiva a los alumnos/as a hacer sus primeros circuitos básicos, utilizar instrumental electrónico y/o programar pequeños microcontroladores, para hacer mediciones, pequeños experimentos de la física y algunas aplicaciones básicas de los contenidos del plan de estudios. De esta forma se pretende que el alumno/a aprenda a usar los contenidos aprendidos de forma práctica, a la vez que se introducen temáticas de materias posteriores que motivan al alumno/a que se inscribieron en esta carrera de Electrónica.

COMPETENCIAS DE EGRESO ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:

Competencia	Competencias de Actividades reservadas			Competencias de Alcances
	Baja	Media	Alta	
CE 1.1: Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de sistemas de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradiantes, para brindar soluciones óptimas de acuerdo a las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales			X	
CE 1.2: Plantear, interpretar, modelar y resolver los problemas de ingeniería descritos en CE 1.1			X	
CE 5.1: Diseñar, Proyectar, Calcular y Aplicar dispositivos semiconductores, aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones, con el objeto de optimizar con		X		X



sentido innovador, responsabilidad profesional y compromiso social, los recursos existentes				
---	--	--	--	--

COMPETENCIAS DE EGRESO GENÉRICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:

Competencia	Baja	Media	Alta
Contribuir a la Generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	X		

OBJETIVOS (APRENDIZAJE/LOGROS A ALCANZAR)

- Interpretar y describir los fenómenos tratados por la mecánica cuántica, los conceptos generales de la mecánica estadística y su aplicación a la teoría del estado sólido, identificando las magnitudes y leyes que las determinen.
- Reconocer los fenómenos relativistas utilizados en la industria de la electrónica, aeroespacial, nuclear y/o de la investigación científica y desarrollo tecnológico.
- Interpretar los conceptos básicos de la física en la rama de electro-magnetismo, física moderna, y del estado sólido en base a modelos matemáticos y/o geométricos.
- Aplicar los conceptos de modernización físico matemático a la resolución de problemas reales.
- Experimentar los fenómenos de física moderna utilizando dispositivos electrónicos, instrumentación y/o simulación computarizada; por medio de la confección de aplicaciones básicas.
- Analizar los fenómenos físicos y aplicarlos en problemas que enfrenta el ingeniero/a en el ejercicio de su profesión.
- Aplicar metodologías que contribuyan al aprendizaje independiente, trabajo grupal, ética y cuidado medio-ambiental, co-evaluación y pensamiento crítico.

CONTENIDOS

Contenidos mínimos



- Onda electromagnética, propagación e interferencia.
- Radiación, electrón y rayos X.
- Teoría de la relatividad especial.
- Efecto fotoeléctrico, dualidad onda-partícula.
- Onda de de Broglie y Principio de incertidumbre de Heisenberg.
- Mecánica cuántica: escalón, barrera, pozo, potencial armónico.
- Modelos atómicos. Modelo atómico de Schrödinger. Principio de exclusión de Pauli.
- Mecánica estadística clásica y cuántica.
- Física de semiconductores: bandas de energía, masa efectiva, nivel de Fermi, ley de acción de masas.

Contenidos analíticos

El programa de la materia se compone de las unidades listadas brevemente a continuación, que incluyen la bibliografía específica. Cada uno de estos temas es acompañado por temas adicionales complementarios, ejercitación práctica que se resuelve durante la clase y por vía aula virtual. Además, se incluyen trabajos de laboratorio, exposiciones, simulaciones y visitas técnicas a centros de investigación. La bibliografía mencionada es orientativa (consultar sección de bibliografía complementaria).

Unidad 1: Ondas, Interferencia y Espectro electromagnético

1. Ecuación de onda. Principio de superposición. Principio de Huygens. Onda viajera y onda estacionaria. Ecuaciones de Maxwell y onda electromagnética.
2. Óptica geométrica, reflexión y refracción. Interferencia y coherencia. Interferómetros.
3. Difracción. Límite de resolución. Redes de difracción.
4. Tipos y métodos de polarización. Características de fuentes de radiación EM.
5. Algunas aplicaciones: Espectroscopía, multiplicación WDM, polarización de antenas.

Bibliografía: “Física clásica y moderna” Gettys, Keller, Stove.

Unidad 2: Relatividad

1. Principios de relatividad, eventos y transformaciones. Conflicto relatividad galileana - electromagnetismo. Experimento de Michelson-Morley.
2. Postulados de la relatividad especial. Dilatación del tiempo y contracción de las longitudes.
3. Transformaciones de Lorentz. Coincidencia, simultaneidad, superposición y causalidad. Sincronización de relojes.
4. Cinemática y dinámica relativista. Conversión masa-energía. Energía total relativista. Intro a la relatividad general.

Bibliografía: Bibliografía: “Física clásica y moderna” Gettys, Keller, Stove. “Física



moderna” Tipler.

Unidad 3: Fundamentos de la física cuántica

1. Teoría cinética de los gases. Teorema equipartición de la energía. Capacidad térmica. Mecánica estadística clásica. Estadística de Maxwell-Boltzmann. Distribuciones de probabilidades y de velocidades de Maxwell.
2. Radiación térmica. Cuerpo negro. Modelo de Planck.
3. Rayos catódicos. Descubrimiento del electrón. Medición relación e/m y carga del electrón. Efecto fotoeléctrico. Dualidad onda-partícula de la luz. Emisión de gases en tubos de vacío. Fórmulas espectrales empíricas.
4. Primeros modelos atómicos. Modelo atómico de Bohr. Núcleo atómico.
5. Rayos X y difracción en cristales. Ley de Bragg. Ley de Moseley y la tabla periódica. Efecto Compton y producción de pares.

Bibliografía: “Física cuántica” Eisberg-Resnick. “Física moderna” Tipler. “Física” Alonso-Finn, Vol. 3.

Unidad 4: Mecánica cuántica ondulatoria

1. Onda de De Broglie. Paquetes de ondas. Principio de incertidumbre de Heisenberg.
2. Ecuación de Schrödinger. Interpretación probabilística de la función de onda. Teoría formal de la mecánica cuántica. Valores esperados, operadores y ecuación de Schrödinger estacionaria.

Bibliografía: “Física cuántica” Eisberg-Resnick. “Física moderna” Tipler.

Unidad 5: Casos de resolución de la ecuación de Schrödinger unidimensional

3. Partícula libre. Escalón de potencial, reflexión y transmisión de onda. Penetración de la región clásicamente excluida.
4. Barrera de potencial, reflexión y transmisión. Efecto túnel.
5. Pozo de potencial. Potencial del oscilador armónico simple.

Bibliografía: “Física cuántica” Eisberg-Resnick. “Física moderna” Tipler.

Unidad 6: Física del sólido

1. Átomo H - Modelo atómico de Schrödinger. Números cuánticos y su interpretación física.
2. Espín del electrón. Indistinguibilidad. Principio de exclusión de Pauli.
3. Clasificación de cristales. Cristalografía, celda unitaria y planos reticulares. Índices de Miller.
4. Modelo de aproximación de átomos. Conductores-Semiconductores-Aislantes. Potencial periódico - Modelo de Kronig-Penney. Bandas de energía. Masa efectiva.



Bibliografía: “Física cuántica” Eisberg-Resnick. “Física moderna” Tipler.
“Semiconductor device fundamentals” Pierret.

Unidad 7: Mecánica estadística cuántica y Semiconductores

1. Pozo 3D. Densidad de estados. Energía de Fermi.
2. Estadística de Bose-Einstein. Estadística de Fermi-Dirac. Aproximación a estadística de Maxwell-Boltzmann.
3. Distribución energética de electrones en un metal. Conducción en metales. Movilidad.
4. Semiconductores intrínsecos. Generación, Recombinación, y Equilibrio térmico. Distribución de densidad de electrones y huecos. Ley de acción de masas. Energía de Fermi en semiconductores.

Bibliografía: “Física cuántica” Eisberg-Resnick. “Física moderna” Tipler.
“Semiconductor device fundamentals” Pierret.

Unidad 8: Experiencias

1. Laboratorios y/o construcción de trabajo final.
2. Exposición de temas teóricos.
3. Visita técnica a centro de investigación y desarrollo.
4. Trabajos prácticos y evaluación.

DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Modalidad organizativa de las clases	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	Horas totales
Teórica	60	0	60
Formación práctica	60	0	60

Tipo de prácticas	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj totales virtuales	Lugar donde se desarrolla la práctica
Formación experimental	20		Laboratorios 101, y 104 del Dpto de Ing. Electrónica UTN.BA sede Medrano
Problemas abiertos de Ingeniería (ABP)	20	0	Laboratorios 101, y 104 del Dpto de Ing. Electrónica UTN.BA sede Medrano



Proyecto y diseño	10		Laboratorios 101, y 104 del Dpto de Ing. Electrónica UTN.BA sede Medrano
Otras:	10		Laboratorios 101, y 104 del Dpto de Ing. Electrónica UTN.BA sede Medrano
Práctica supervisada	-		
Total de horas	60	0	

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

El curso está fuertemente orientado a la educación basada en competencias y centrada en el alumno/a. Para lograrlo se combinan diversas metodologías de enseñanza, cuyas principales se listan a continuación:

- **Clases expositivas interactivas con presentaciones** para las clases teóricas. Se incluye un bloque de repaso al inicio de la exposición, uno de debate y repaso sobre el final. Las clases virtuales sincrónicas se realizan por tele-presencia con Zoom. Los docentes motivan al alumno/a a ser activo y a aportar al desarrollo del conocimiento colectivo. Se provee el contenido previamente en PDF a los alumnos/a para motivar interacción enriquecedora durante el cursado de la clase. Durante la exposición también se realizan demostraciones matemáticas en el pizarrón (no disponibles en el PDF de la clase) para que el alumno/a aprenda a argumentar científicamente las hipótesis de trabajo. También se utilizan videos cortos tipo documentales y animaciones que exponen de forma amigable, gráfica y moderna algunos de los contenidos teóricos de la clase y sus aplicaciones a nivel industrial y de investigación aplicada.
- **Videos de las clases teóricas** para consulta posterior por parte de los alumnos.
- **La resolución de problemática y ejercitación** en clases se realiza inmediatamente luego de ver los contenidos teóricos y a veces fusionada. Prevalecen las problemáticas a resolver del tipo 'análisis de casos', con énfasis en problemática propia de la profesión electrónica. El objetivo de la clase de práctica es fijar los contenidos teóricos por medio de la elaboración y construcción de resoluciones a problemas típicos. Se promueve que el alumno/a participe durante la resolución de los ejercicios de forma activa haciendo que los mismos alumnos/as resuelvan los ejercicios de forma grupal



con la guía constante de los docentes.

- **Las prácticas de laboratorio** se realizan bajo el concepto de aula invertida por medio de la elaboración de trabajos experimentales que se intenta incluir dispositivos electrónicos e instrumental. También se realiza resolución de casos simulados por computadora. El alumno/a desarrollará competencias de investigación sobre la temática seleccionada/asignada, participación grupal, técnicas comunicacionales y expositivas por medio de una presentación-guía para sus compañeros, y de auto-evaluación sobre el contenido de lo expuesto. Durante la cursada se realizan las siguientes prácticas:
 - TP1: Ondas, Interferencia y espectroscopía
 - TP2: Difracción, Polarización y Generación Onda Electromagnética
 - TP3: Relatividad Especial
 - TP4: Radiación Térmica, Plank y Mecánica estadística clásica
 - TP5: Fotoeléctrico, Dualidad y Modelos atómicos
 - TP6: Interacción de partículas, Ondas de De Broglie y Principio de Incertidumbre
 - TP7: Resolución de Ecuación de Schrödinger para partícula libre y escalón de potencial
 - TP8: Resolución para pozo, barrera, oscilador, y átomo H. Números cuánticos y espín.
 - TP9: Principio de exclusión, Cristales, Bandas de Energía y Masa efectiva
 - TP10: Estadística de Fermi-Dirac y nivel de Fermi. Metales y Semiconductores.
- **La cátedra dispone de Aula virtual y Redes sociales.** Se utilizan para complementar la ejercitación práctica y la disponibilidad del material de estudio y bibliográfico necesario. Esto ayuda a que el alumno/a se mantenga activo fuera del aula y estimula la interacción entre los estudiantes. Se ha observado la gran efectividad de estas herramientas para mantener al alumno/a activo, motivado, y con acceso a respuestas rápidas. Cada uno de los trabajos que compone el portafolios es evaluado y provee a los docentes una retroalimentación de la evolución del alumno durante la cursada, que permite identificar a los estudiantes que requieren de un apoyo adicional por parte del docente, entre otras ventajas.

Visita técnica o seminario. Busca que el alumno incorpore visualmente las actividades que realiza un profesional electrónico/a y poder dialogar con los mismos de forma tal de integrar conceptos y comprender la importancia de los contenidos dictados en la



materia. En la siguiente figura se puede observar la combinación de las metodologías de enseñanza descritas:

El aula + laboratorio + herramientas digitales

Para educación centrada en el aprendizaje del alumno



Las actividades están programadas de forma tal de avanzar primero con los conocimientos teóricos y las resoluciones prácticas de demostraciones matemáticas como argumentación de las hipótesis teóricas y la resolución de problemas típicos que estimulan el razonamiento crítico sobre los temas teóricos. La evaluación continua de estos contenidos teórico-prácticos se realiza a través del aula virtual de forma semanal.

Por medio de la elaboración de trabajos finales y laboratorios se estimula la experimentación, atendiendo el método científico y estimulando el espíritu emprendedor, y el pensamiento crítico y metacognitivo. Adicionalmente, esta actividad acerca a docentes y alumnos/as debido al intercambio de ideas, debate sobre soluciones propuestas, y acceso a material específico e información por fuera de la bibliografía de la materia. Durante el desarrollo de los trabajos de laboratorio, exposiciones y trabajos finales se estimula al alumno/a a desarrollar autoconfianza, actuar con ética, responsabilidad por el medio ambiente y compromiso social. Por último, la actividad de exposición de sus trabajos es el momento en el que comparten conocimiento con sus compañeros mientras se los guía para aprender a comunicarse de forma efectiva. Los exámenes y exposiciones son los momentos en los que el alumno/a aprende a superar situaciones de presión y a desenvolverse con flexibilidad y autoconfianza.

El objetivo principal es lograr que el alumno/a al cabo de la materia demuestre conocer, comprender y saber los contenidos del programa analítico y alcanzado logros en competencias técnicas propias de la carrera a la vez que se busca aportar a que el alumno/a sea competente en cuanto a estudio independiente, participación grupal, experimentación y habilidades comunicacionales.



El propósito del aula virtual es principalmente mantener al alumno/a activo por medio de actividades constantes evaluadas que sirven para realizar una evaluación continua de la evolución del alumno/a. El uso de las redes sociales busca también lograr mantener al alumno/a interesado y conectado a la materia constantemente, a la vez que se le provee un canal moderno y afín a su cultura para el acceso a respuestas rápidas e interacción con otros alumnos/as y docentes. El trabajo final busca lograr que el alumno/a construya un proyecto de forma espiralada durante el transcurso de todo el curso a la vez que sirve de motivación a la dedicación fuera del horario de clases y que realice múltiples laboratorios para desarrollar el trabajo, mientras se fortalece la apropiación de conocimiento y resultados obtenidos al finalizar el curso por medio de una exposición e interacción con sus compañeros y sus trabajos.

Adicionalmente, se realiza al menos una visita técnica a algún grupo o centro de investigación perteneciente a UTN.BA. Esto se realiza para facilitar que el alumno/a tenga contacto con investigadores y profesionales de la temática que les muestren las capacidades de desarrollo local en ciencias y/o la industria electrónica, y también para estimular el emprendedurismo y el desarrollo nacional, a la vez que ven materializados a nivel profesional los conocimientos adquiridos en la materia.

MODALIDAD DE EVALUACIÓN

La estrategia de evaluación se desarrolla por medio de parciales o de evaluación continua a través del aula virtual (a elección por parte del profesor responsable del curso). En ambos casos se incluye un examen integrador sobre el final de la cursada, y la elaboración de un trabajo final que incluye exposición oral y las prácticas de laboratorio. El examen integrador está orientado a la fijación del aprendizaje de los contenidos teóricos y prácticos. Los cuestionarios del aula virtual se realizan con una frecuencia aproximada de uno por semana, son evaluados y corregidos con el objetivo de realizar un seguimiento continuo al aprendizaje por parte del alumno. Son sincrónicos con el cronograma, y se designan ejercicios diferentes para cada alumno de manera aleatoria. El alumno/a tiene un tiempo limitado para resolverlo del orden de 30min. dependiendo de la cantidad de problemática a resolver. Si bien los resuelven fuera de clase, en ocasiones se realizan presencialmente. Esto se hace para evitar fraude aunque cuando sucede es muy fácil distinguirlo por el tipo de respuestas y por los otros medios de evaluación de las demás actividades. La exposición oral de laboratorio se realiza de manera grupal (o individual) y busca incentivar al alumno a investigar sobre alguna temática y a ordenar el conocimiento adquirido de forma tal de poder presentarlo. La evaluación de esta exposición se realiza por medio de una rúbrica que contiene los aspectos a ser evaluados, su peso en la nota, y el objetivo a lograr por el alumno. Esta rúbrica se entrega al alumno antes de ser evaluado para que comprenda los aspectos en los que se debe desarrollar.

Sobre el final de la cursada se definen dos notas de cursada que corresponden a cada mitad de la cursada y es el promedio directo de todas las actividades realizadas e instancias de evaluación.



- Requisitos para regularizar

Se debe alcanzar una nota de cursada igual o mayor 60/100 y menor de 80/100. Además, se requiere que las notas 1 y 2 sean igual o mayor a 60/100, y tener aprobados todos los TPs y el trabajo final (o en sus instancias de recuperación) con igual porcentaje a las notas anteriores.

- **Requisitos Aprobación directa:** i) la materia se aprueba con esta modalidad cuando ambas notas tienen un puntaje de 80/100. Para alcanzar la promoción directa es requisito i) tener aprobadas todas las entregas del aula virtual, laboratorios, exposición y el trabajo final ii) que ninguna de las notas parciales que componen la nota final de cursada sea inferior a 80/100; y iii) que el alumno tenga las correlatividades requeridas para aprobar.

Se dispone de una sola instancia de recuperación del examen integrador y el trabajo final con abandono de nota anterior. Las entregas a través del aula virtual disponen de sus propias instancias de recuperación.

- Aprobación con examen final: el examen final se accede luego de cumplir los requisitos para regularizar la materia (a continuación). El examen final incluye todos los temas del programa analítico de la materia, tanto teóricos como prácticos. En este examen el alumno deberá alcanzar nota igual o mayor a 60/100.

Composición de las notas de cursada

$(Nota_1 \& Nota_2) * \text{bool}(\text{si aprobados todos TPs y TF})$

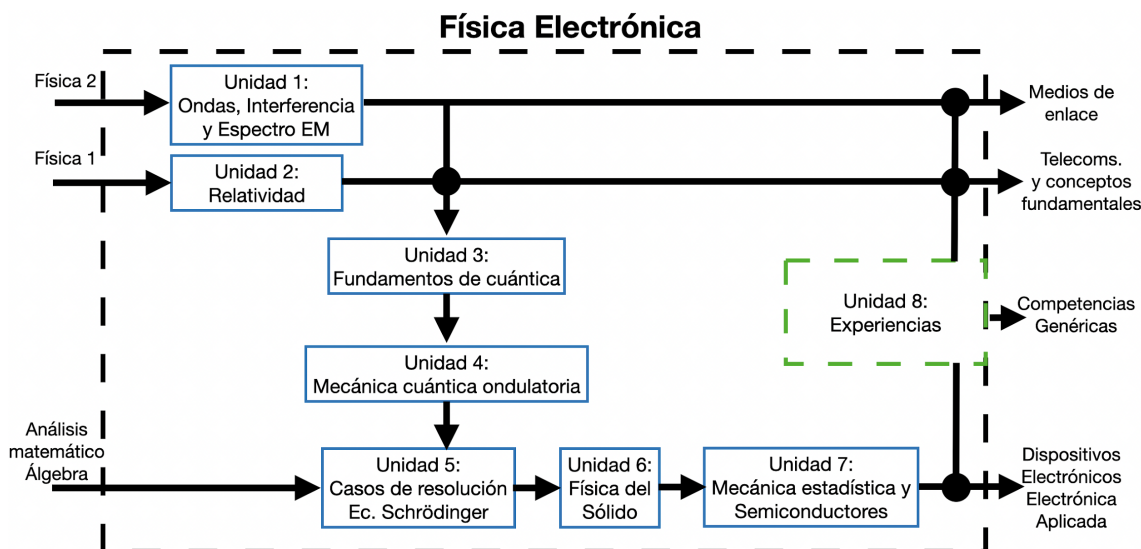
donde bool() toma valor 1 o 0 si se cumple la condición entre paréntesis.

Vista de exámenes

Los exámenes podrán ser vistos y revisados por los alumnos en los horarios de clase cuando se entreguen las notas, para tomar conocimiento de los errores que hayan podido cometer. Si el docente a cargo considerase oportuno y el calendario de clases lo permite, se revisará brevemente la resolución del examen de forma grupal para que los alumnos puedan verificar la correcta solución del examen y aprender de sus errores. Si la agenda no lo permite, se atenderán solamente consultas referidas a errores objetivos de corrección y se deja el espacio de Telegram para consultas.



ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS



Red conceptual de la materia:

La cátedra realiza análisis de la actividad de los alumnos/as y de su desempeño académico por medio del análisis de indicadores de actividad a través de las TIC utilizadas en el curso, como por ej. el aula virtual, las entregas calificadas que se realizan a través del mismo, y la actividad por redes sociales. Adicionalmente, los docentes analizan el resultado de las evaluaciones continuas y su evolución. Los trabajos prácticos incluyen las actividades de laboratorio, cuyo análisis de resultados se brinda como retroalimentación antes de que aprueban la materia. Todas estas actividades están orientadas a la formación de un futuro ingeniero/a competente en aspectos técnicos, comunicacionales, y con responsabilidad social. La cátedra también realiza investigación sobre estos datos analizados para elaborar publicaciones en congresos de educación científica, y así mejorar la calidad educativa y lograr un mejor aprendizaje.

La estrategia de la cátedra es dividir esfuerzos orientados principalmente a dos grupos de alumnos/as: i) el grupo de alumnos/as recursantes de la materia y ii) el grupo de alumnos/as que cursan por primera vez. Esto se realiza para reforzar las actividades de laboratorio y experimentación por parte del grupo i) ya que mucho del contenido teórico-práctico de la materia lo conocen.

Cuando se elabora material de manera conjunta los docentes se reúnen para debatir sobre el contenido de la cátedra y la elaboración de exámenes. Normalmente esto se realiza durante aproximadamente 30 min luego de todas las clases a modo reflexivo (para cada curso), o en reuniones específicas de forma periódica entre todos los cursos.



Los docentes de la cátedra también realizan investigación en la temática de la materia en el desarrollo y caracterización de dispositivos electrónicos y opto-electrónicos, física de partículas, astrofísica, y experimentación y análisis de dispositivos para ambientes hostiles (por ej. aplicaciones espaciales). La capacitación del cuerpo docente se realiza por medio de asistencia a cursos y talleres organizados por universidades a nivel internacional, y también por medio de la asistencia a congresos de educación científica y específicos de la temática de la materia.

CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES

La asignatura es cuatrimestral y se dicta dos veces por semana, por lo que posee un cronograma de 32 clases.

Clase	Tema	Modalidad de dictado
1	Intro, MAS, Ondas, Superposición, Estacionaria, EM	presencial
2	Interferencia, límite resolución, espectroscopía	Virtualidad sincrónica
3	Difracción y espectroscopia, Polarización	Virtualidad sincrónica



4	Consolidación de Práctica y preparación de labos	presencial
5	Laboratorio	presencial
6	Relatividad 1: postulados, dilatación del tiempo, contracción de longitudes	presencial
7	Relatividad 2: Lorentz, coincidencia, sincronización.	Virtualidad sincrónica
8	Relatividad 3: Cinemática y dinámica, masa y energía relativista. Intro relatividad general.	presencial
9	Consolidación de Práctica y revisión de trabajos	presencial
10	Mecánica estadística clásica: termodinámica, gases, equipartición, Maxwell-Boltzman.	presencial
11	Radiación: térmica, cuerpo negro, Plank	Virtualidad sincrónica
12	Electrón y fotón: Descubrimiento e-, dualidad	presencial
13	Modelos atómicos: Bohr, núcleo atómico	Virtualidad sincrónica
14	Revisión de trabajos, clase de repaso	presencial
15	Exámen Parcial 1	presencial
16	Fundamentos cuántica 1: Rayos X, Compton	presencia
17	Fundamentos cuántica 2: De Broglie, incertidumbre	Virtualidad sincrónica
18	Mecánica cuántica: Schrödinger, Born	Virtualidad sincrónica
19	Resolución ec. Schrödinger 1: Potencial nulo, escalón 1	presencial
20	Resolución ec. Schrödinger 2: escalón 2, pozo, barrera, oscilador armónico simple	presencial
21	Preparación exposiciones / Laboratorio	presencial
22	Exposición / Laboratorio	presencial
23	Resolución ec. Schrödinger 3: Átomo H, números, cuánticos, espín, Pauli	Virtualidad sincrónica
24	Indistinguibilidad, simetría, Pauli. Cristales.	Virtualidad sincrónica
25	Modelo de aproximación, potencial periódico, bandas, masa efectiva	presencial
26	Mecánica estadística cuántica: Fermi-Dirac, densidad de estados, nivel Fermi	Virtualidad sincrónica



27	Semiconductores: Intrínsecos, equilibrio térmico, extrínsecos	Virtualidad sincrónica
28	Preparación laboratorio / Trabajo Final	presencial
29	Visita técnica a Centro de Investigación UTN.BA	presencial
30	Preparación laboratorio / Trabajo Final	presencial
31	Revisión de trabajos, clase de repaso	presencial
32	Exámen Parcial 2	presencial

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

Gettys, W.E., Keller, F.J., & Stove, C.A. (1991). Física clásica y moderna. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA.

Tippler, P.A. (1989). Física moderna. Editorial Reverté S.A.

Eisberg, R. & Resnick, R. (2002). Física cuántica. Editorial Limusa S.A.

Thornton, A.T., & Rex, A. (2013). Modern Physics for Scientists and Engineers. Cengage Learning.

Pierret, R.F. (1996). Semiconductor device fundamentals. Addison-Wesley Publishing Company.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Alonso, M. & Finn, E.J. (1999). Física (Vol. 3): Fundamentos Cuánticos y Estadísticos. ALHAMBRA MEXICANA.

Feynman, R.P., Leighton, R.B., & Sands, M. (2011). The Feynman Lectures on Physics. Basic Books; New Millennium ed.

McKelvey, J.P. (1996). Física del Estado Sólido y de Semiconductores. Limusa Noriega Editores.