



FÍSICA III
Planificación Ciclo Lectivo 2026
(Ordenanza 1901/2022)

Datos administrativos de la asignatura

Departamento	Mecánica	Carrera	Ingeniería Mecánica
Asignatura	Física III		
Nivel de la carrera	3	Duración	Anual
Plan	2023 Ord 1901/2022	Modalidad	Presencial
Bloque curricular	Electiva		
Área	Electiva	RTF	-

Carga horaria presencial semanal	2	Carga horaria total (cat/reloj)	64
Carga horaria no presencial semanal (si correspondiese)	-	% horas no presenciales (si correspondiese)	-

Profesor Titular / Asociado / Adjunto	Dr. Ing. José Lucioni	Dedicación	Exclusiva
Auxiliar/es de 1º / JTP	N/A	Dedicación	N/A

Competencias	Específicas	Genéricas
	CE1.2 - CE5.1 - CE5.2 - CE8.1 – CE9.1	CG.1 - CG.4 - CG.5 - CG.6 - CG.9



Presentación, Fundamentación

La Mecánica Relativista y la Mecánica Cuántica constituyen un conjunto intrínsecamente relacionado que otorga un conocimiento profundo de los fenómenos y da sustento a un componente importante del campo profesional de la Ingeniería Mecánica, que, en lenguaje coloquial, puede expresarse mediante un interrogante:

¿Cómo funciona la realidad?

El conjunto MR-MC¹ proporciona las herramientas necesarias para “leer” la “realidad”, es decir, para comprender e interpretar los fenómenos que la física clásica no puede explicar.

La creciente demanda de profesionales con una sólida formación en ciencias básicas justifica la inclusión de la asignatura de Física III como opción electiva fundamental justificada por las siguientes razones:

- **Relevancia para la investigación:** La Física Moderna proporciona las herramientas conceptuales y metodológicas necesarias para abordar problemas de investigación en diversos campos, desde la física de materiales y la nanotecnología hasta la astrofísica y la cosmología.
- **Base para innovaciones tecnológicas:** Muchos de los avances tecnológicos del siglo XX, como la electrónica, la energía nuclear y las comunicaciones, se fundamentan en los principios de la física cuántica y la relatividad. La formación en Física Moderna permite a los estudiantes participar activamente en el desarrollo de nuevas tecnologías.
- **Fomento del pensamiento crítico:** El estudio de la Física Moderna estimula el pensamiento crítico y la capacidad de resolver problemas complejos, habilidades altamente valoradas en cualquier ámbito profesional.
- **Complementación de la formación:** La Física Moderna complementa y enriquece los conocimientos adquiridos en otras asignaturas, proporcionando una visión más amplia y profunda de los fenómenos naturales.

Los principios de la Física Cuántica y la Relatividad, pilares de la Física Moderna, son indispensables para comprender fenómenos a escala atómica y cosmológica, y encuentran aplicaciones directas en diversos campos, desde la industria y la energía hasta la medicina.

¹ MR: Mecánica Relativista # MC: Mecánica Cuántica.



La física, desde los seminales trabajos de Galileo Galilei, se consolidó como una ciencia experimental, marcando un hito en el nacimiento de la ciencia moderna. La obra de Isaac Newton, con su teoría de la gravitación universal y las leyes del movimiento, representó un avance paradigmático en la comprensión de los fenómenos naturales a escala macroscópica.

Sin embargo, a finales del siglo XIX, la teoría newtoniana se enfrentó a limitaciones al intentar explicar fenómenos como la radiación del cuerpo negro y el efecto fotoeléctrico. Este desafío condujo a una profunda revolución en la física, dando origen a lo que hoy conocemos como Física Moderna. Los trabajos pioneros de Planck, Einstein y Bohr sentaron las bases de esta nueva rama de la física, caracterizada por su capacidad para describir fenómenos a escala atómica y subatómica. Así, la Física Moderna, surgida como respuesta a las limitaciones de la física clásica, ha transformado radicalmente nuestra visión del mundo físico. La Teoría de la Relatividad y la Mecánica Cuántica, sus dos pilares fundamentales, han redefinido nuestra comprensión de los fenómenos naturales a escalas extremas, tanto en lo muy grande como en lo muy pequeño (desde las escalas subatómicas hasta las cósmicas) y han sido la base de avances tecnológicos que han transformado nuestra sociedad.

Planteado el *problema de la fundamentación* de Física III -y, en general, de cualquier asignatura relacionada con el entendimiento de la naturaleza-, la solución puede desarrollarse basada en una *secuencia* (de orden único, no reordenable) que informa sobre el camino cognoscitivo que debe recorrer un estudiante de Ingeniería Mecánica (y que luego volverá a recorrer como profesional) para comprender fenómenos de carácter intrínsecamente relativista y/o cuántico a partir de los cuales se generan aplicaciones tecnológicas. La Figura 1 muestra la secuencia, en tanto que, la Figura 2, muestra el *constructo*² que resuelve definitivamente el problema de fundamentación de la asignatura. Así, expresado algebraicamente,

$$\text{secuencia} + \text{constructo} = \text{fundamentación}$$

Ambas figuras muestran el ordenamiento subyacente (endoesqueleto) sobre el cual se organizan los temas a desarrollar.

Los **modelos fisicomatemáticos** pueden considerarse como un **factor inherente** (condición *sine qua non*) al estudio, conocimiento y dominio de los fenómenos.

² **Constructo:** Construcción teórica para comprender un problema determinado. (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23.^a ed., [versión 23.5 en línea]. <https://dle.rae.es>).



Ya en posesión de un buen entendimiento de la dinámica fenómeno-modelo, se avanza sobre las particularidades y cualidades específicas destinado a su aplicación.

La inclusión de esta asignatura en el plan de estudios no solo enriquece la formación del estudiante, sino que lo habilita para enfrentar los desafíos de un mundo cada vez más tecnológico y complejo. Los estudiantes adquirirán los conocimientos cuya relevancia trasciende el ámbito académico, encontrando aplicación directa en la industria, donde los procesos de producción, control y análisis de materiales se sustentan en tecnologías de vanguardia como la microscopía electrónica y la espectroscopía de rayos X.

Naturalmente, Física III es una asignatura que contribuye a la comprensión profunda los temas relacionados con la ciencia de materiales y que han sido desarrollados en las asignaturas Materiales Metálicos y Materiales No Metálicos.

Finalmente, la asignatura se centra en los principios de la relatividad especial y la mecánica cuántica, y complementa estos conocimientos con una introducción a la física nuclear y de partículas y fuentes de energía alternativas basadas en procesos nucleares.

En síntesis, la incorporación de la Física III en el plan de estudios no solo enriquece la formación integral del estudiante, sino que lo habilita para enfrentar los desafíos de un mercado laboral cada vez más exigente, donde la innovación tecnológica es un factor clave.

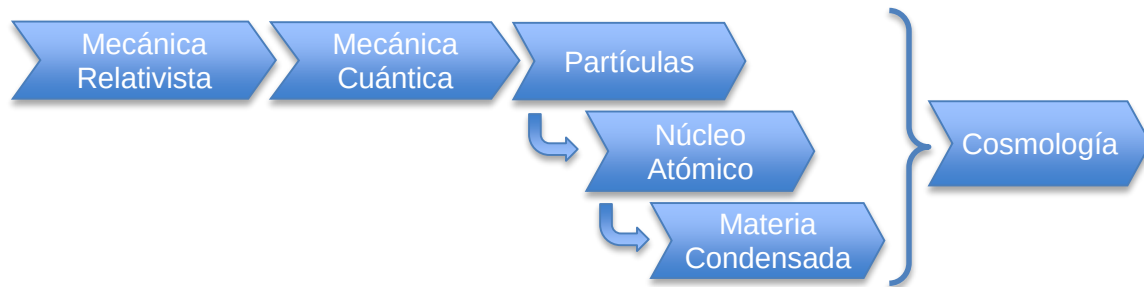


Figura 1. Secuencia Cognitiva de Fundamentación de Física III

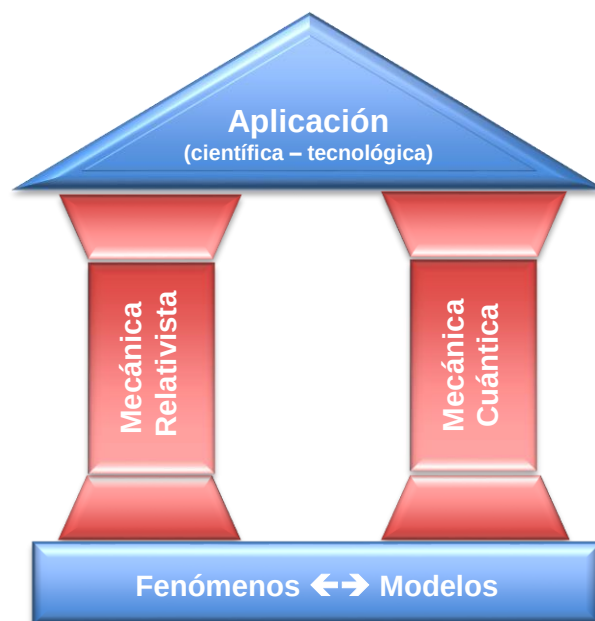


Figura 2. Constructo de Fundamentación de Física III



Ubicación de la asignatura en la organización curricular de la carrera ³

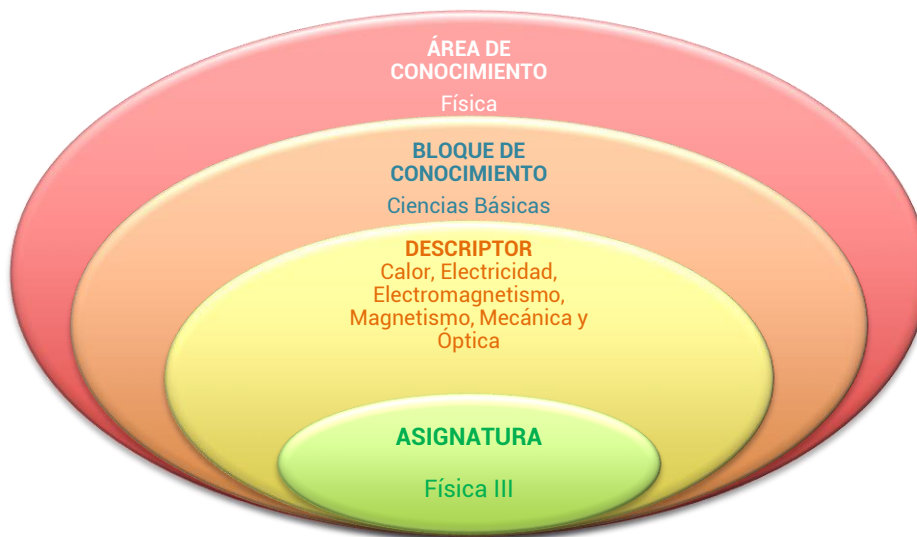


Figura 3. Ubicación en la organización curricular

Relación de la asignatura con el perfil de egreso

Ver Tabla 1 (Matriz de Relación Perfiles-Alcances) y Tabla 2 (Matriz de Relación y Tributación).

Relación de la asignatura con los alcances del título:

Ver Tabla 1 (Matriz de Relación Perfiles-Alcances) y Tabla 2 (Matriz de Relación y Tributación).

Relación de la asignatura con las competencias de egreso de la carrera

Ver Tabla 1 (Matriz de Relación Perfiles-Alcances) y Tabla 2 (Matriz de Relación y Tributación).

³ En base a los lineamientos generales de Ord. C.S. UTN 1901/2022. Cls. 6.2 (pp. 20,23).



CARRERA ACADÉMICA

Tabla 1. Matriz de Relación Perfiles-Alcances ^{4,5}

Perfil →	P1		P2	P3
<i>Perfil: [...] conjunto de cualidades, expresadas como conocimientos y capacidades, que se pretende posea el egresado [...] ⁶</i>	Diseñar, calcular, proyectar, dirigir y controlar la construcción y administración, implementar, poner y mantener en servicio, ensayar y medir sistemas mecánicos en general, tanto en productos como en procesos industriales, que incluyen aspectos térmicos, de fluidos, de almacenaje, de generación de energía, de automatización y de control (integrando a la mecánica el uso de software, aplicaciones informáticas y de dispositivos electrónicos necesarios). Pudiendo validar y certificar el funcionamiento, condición de uso y estado o calidad de lo mencionado anteriormente.		Analizar y determinar fallas de estructuras y materiales metálicos y no metálicos, empleados en los sistemas mecánicos.	Realizar estudios e interactuar en: la evaluación económica de proyectos en energía mecánica, en tasaciones, en valuaciones, en arbitrajes y en pericias relacionadas a la especialidad.
Alcance →	AR1	AL1	AL4	AL5
<i>Alcance: [...] conjunto de actividades laborales para las que tiene competencia [...] ⁶</i>	Diseñar, proyectar y calcular máquinas, estructuras, instalaciones y sistemas mecánicos, térmicos y de fluidos mecánicos, sistemas de almacenaje de sólidos, líquidos y gases; dispositivos mecánicos en sistemas de generación de energía; y sistemas de automatización y control.	Diseñar, calcular y proyectar laboratorios de todo tipo, relacionados con el ensayo, verificación y certificación de equipos de cualquier naturaleza vinculados a sistemas mecánicos, térmicos y fluidos mecánicos o partes con estas características incluidos en otros sistemas.	Estudiar los comportamientos, ensayos, análisis de estructuras y determinación de fallas de materiales metálicos y no metálicos, empleados en los sistemas mecánicos.	Realizar pericias, tasaciones y arbitrajes de cualquier naturaleza vinculados con la ingeniería mecánica.

⁴ Ord. C.S. UTN 1901/2022. Cls. 3.3 y 4. (pp. 11-13).

⁵ A los fines de la enumeración de los alcances del título se ha tomado el criterio de separar aquellos alcances que constituyen Actividades Reservadas de la carrera, tal como se indican en la Resolución Ministerial 1254/2018-Anexo V identificándolos con el prefijo AR, quedando los restantes identificados con el prefijo AL. {Ord. C.S. UTN 1901/2022. Cls. 4. (pp. 11)}

⁶ DOCUMENTO: DOCUS N° 2 (Dirección Nacional de Gestión Universitaria). Sitio Web: <http://www.planesdeestudio.unlu.edu.ar/sites/www.planesdeestudio.unlu.edu.ar/files/site/6-%20DOCUS%20%20DNGU-%20Alcances.pdf> (p. 11)



CARRERA ACADÉMICA

Tabla 2. Matriz de Relación ⁷ y Tributación ⁸

Competencia ↓			Perfil ⁹ →	P1		P2	P3
			Alcance ⁹ →	AR1	AL1	AL4	AL5
			Capacidad ¹⁰ ↓				
Tecnológicas	CG 1	Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	C.1	2	2		
	CG 4	Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.	C.1 / C.4	2		2	
	CG 5	Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	C.3 / C.2	2		2	
Sociales, Políticas y Actitudinales	CG 6	Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	C.2	1		2	1
	CG 9	Aprender en forma continua y autónoma.	C.1 / C.2		2		1
Específicas	CE 1.2	Calcular e implementar tecnológicamente una alternativa de solución a lo antes mencionado, aplicando metodologías asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones para valorar y optimizar, con sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.	C.2 / C.5	2			
	CE 5.1	Desarrollar y aplicar metodologías de proyecto, cálculo, diseño y planificación de laboratorios, relacionados con el ensayo, verificación y certificación de equipos de cualquier naturaleza vinculados a sistemas mecánicos, térmicos y fluidos mecánicos o partes con estas características incluidos en otros sistemas., respetando los criterios y metodologías prescriptos por las Normas de ensayo, tanto nacionales como internacionales.	C.4 / C.5		2		
	CE 5.2	Desarrollar, seleccionar y especificar, equipamientos, aparatos y componentes de los sistemas descriptos anteriormente, respetando criterios técnico-económicos, de eficiencia energética y de sustentabilidad.	C.4 / C.5		2		

⁷ Ord. C.S. UTN 1901/2022. Cls. 5.1-5.2 (pp. 14-18)

⁸ **Nivel de Tributación:** 0=no tributa, 1=bajo, 2=medio, 3=alto.

⁹ Ver Tabla 1 (Matriz de Relación Perfiles-Alcances)

¹⁰ Ver Tabla 3 (Capacidades)



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Villa María

REF: FIII # Planificación CL 2026 (Ver 00)

CARRERA ACADÉMICA

Competencia ↓			Perfil ⁹ →	P1		P2	P3
			Alcance ⁹ →	AR1	AL1	AL4	AL5
			Capacidad ₁₀ ↓				
	CE 8.1	Estudiar los comportamientos, ensayos, análisis de estructuras y determinación de fallas de materiales metálicos y no metálicos empleados en los sistemas mecánicos, aplicando metodológicas asociadas a los ensayos de materiales metálicos y no metálicos, respetando los criterios y metodologías prescriptos por las Normas tanto nacionales como internacionales.	C.3 / C.5			2	
	CE 9.1	Realizar pericias, tasaciones y arbitrajes de cualquier naturaleza vinculados a la ingeniería mecánica respetando marcos normativos y jurídicos con el objeto de asesorar a las partes.	C.1 / C.5				2



CARRERA ACADÉMICA

Tabla 3 Capacidades

Categoría ¹¹	Código	Capacidad
Comprende	C.1	– Comprender leyes, conceptos y principios de las ondas electromagnéticas, física cuántica y relativista para explicar fenómenos de la naturaleza. – Comprender la estructura básica de los átomos empleando la ecuación de Schrödinger. – Interpretar la descripción probabilística de la mecánica cuántica y su relación con el mundo macroscópico.
Aplicar	C.2	– Integrar efectivamente equipos de trabajo manifestando una adecuada interacción social para la generación de alternativas tecnológicas relacionadas con el empleo de los conceptos de la Física Moderna. – Aplicar conceptos y leyes fundamentales de las ondas electromagnéticas, física cuántica y relativista para resolver problemas básicos de ingeniería utilizando adecuadamente las unidades y siguiendo una secuencia de resolución fundamentada. – Emplear adecuadamente los conceptos de dilataciones-contracciones espacio-temporales y momento-energía en el marco la teoría de la relatividad especial.
Analizar	C.3	– Diferenciar el cambio de paradigma entre la física clásica y la moderna, basándose en la diferenciación de los principios utilizados por ambos enfoques a fin de establecer los límites de validez de cada uno.
Evaluar	C.4	– Planear las estrategias de utilización de los principios y leyes física cuántica y relativista demostrando que dispone de criterios técnicos fundados para modelizar e interpretar situaciones cotidianas y/o experimentales de física y de ingeniería.
Crear	C.5	– Formular el material a emplear y su tratamiento térmico integrando las metodologías de ciencias y de selección de materiales con el fin de obtener las propiedades requeridas antes y después de su procesado. – Elaborar mapas conceptuales que le permiten visualizar y comunicar las relaciones existentes entre los conceptos estudiados, dentro de un campo de conocimiento. – Comunicar argumentos científicos correctamente contruidos a partir de los conceptos de la Física Moderna.

¹¹ Según Tabla "Taxonomía Cognitiva de Bloom (1956), revisada por Anderson y Krathwohl (2001)



Propósito

Contribuir al logro de la competencia para **identificar el carácter cuántico-relativista** (no clásico) de los fenómenos mediante la **comprensión de los factores y magnitudes** involucrados a fin de para optimizar su **aplicación científica-tecnológica**.

El propósito de la asignatura se operacionaliza a través de los siguientes resultados de aprendizaje; el estudiante:

- Aplica conceptos y leyes fundamentales de las ondas electromagnéticas, física cuántica y relativista para resolver problemas básicos de ingeniería utilizando adecuadamente las unidades y siguiendo una secuencia de resolución fundamentada.
- Emplea adecuadamente los conceptos de dilataciones-contracciones espacio-temporales y momento-energía en el marco la teoría de la relatividad especial.
- Comprende el significado de la descripción probabilística de la mecánica cuántica y su relación con el mundo macroscópico.
- Comprende la estructura básica de los átomos empleando la ecuación de Schrödinger.
- Elabora mapas conceptuales que le permiten visualizar y comunicar las relaciones existentes entre los conceptos estudiados, dentro de un campo de conocimiento.

Una herramienta importante para la operacionalización del propósito es la comprensión del cambio de paradigma de la Física Clásica al de la Física Moderna, implica impulsar a los estudiantes a reflexionar y debatir sobre la naturaleza de la realidad, considerando interrogantes como los de la Tabla 4.



Tabla 4. Interrogantes

Enfoque del Análisis	Interrogantes
Enfoque en la ruptura con lo intuitivo y la expansión del conocimiento	• ¿Cómo difiere la física moderna de la clásica y cómo esto transforma nuestra visión del universo? • ¿Por qué la física cuántica desafía nuestra intuición y cómo esto impacta nuestra percepción de la realidad? • ¿Cómo la relatividad expande nuestra comprensión de la naturaleza más allá de la física clásica? • ¿Cuáles son las principales aplicaciones de la física moderna en la sociedad actual?
Enfoque en la evolución histórica y el impacto social	• ¿Qué llevó a la transición de la física clásica a la moderna y quiénes fueron sus principales figuras? • ¿Cómo han evolucionado nuestras concepciones sobre el espacio, el tiempo y la materia gracias a la física moderna? • ¿Cómo la física cuántica y la relatividad han revolucionado nuestra comprensión de lo muy pequeño y lo muy grande? • ¿Cuáles son los desafíos y oportunidades que plantea la física moderna para el futuro?
Enfoque en aspectos filosóficos y conceptuales	• ¿Cómo conciliar las extrañas propiedades cuánticas con nuestra experiencia cotidiana? • ¿Cuál es el papel de la física moderna en la búsqueda de una teoría unificada? • ¿Cómo ha evolucionado la relación entre ciencia y filosofía a raíz de la física moderna?

Al finalizar esta asignatura, el estudiante habrá adquirido una sólida base en los fundamentos de la Física Moderna identificando las implicaciones científicas y tecnológicas de estas teorías. Se habrán explorado las teorías de la relatividad especial y general, las cuales revolucionaron nuestra comprensión del espacio, el tiempo y el universo. Asimismo, se habrá profundizado en los principios de la mecánica cuántica, que transformaron nuestra visión del mundo atómico y subatómico.



Objetivos establecidos en el Diseño Curricular ¹²

Tabla 5. Objetivos

OBJETIVOS
– Comprender leyes, conceptos y principios de las ondas electromagnéticas, física cuántica y relativista para explicar fenómenos de la naturaleza. – Distinguir el cambio de paradigma entre la física clásica y la moderna. – Comprender la descripción probabilística de la mecánica cuántica y su relación con el mundo macroscópico. – Utilizar los principios y leyes física cuántica y relativista para modelizar e interpretar situaciones cotidianas y/o experimentales de física y de ingeniería. – Comunicar argumentos científicos correctamente contruidos a partir de los conceptos de la Física Moderna.

Resultados de aprendizaje

- RA1: Aplica conceptos y leyes fundamentales de las ondas electromagnéticas, física cuántica y relativista para resolver problemas básicos de ingeniería utilizando adecuadamente las unidades y siguiendo una secuencia de resolución fundamentada.
- RA2: Emplea adecuadamente los conceptos de dilataciones-contracciones espacio-temporales y momento-energía en el marco la teoría de la relatividad especial.
- RA3: Comprende el significado de la descripción probabilística de la mecánica cuántica y su relación con el mundo macroscópico.
- RA4: Comprende la estructura básica de los átomos empleando la ecuación de Schrödinger.
- RA5: Elabora mapas conceptuales que le permiten visualizar y comunicar las relaciones existentes entre los conceptos estudiados, dentro de un campo de conocimiento.

¹² Res. CD FRVM 151/2024 – Plan de Electivas 2024-2027



Asignaturas correlativas previas¹³

Tabla 6. Asignaturas correlativas para cursar y rendir

Cursada	Aprobada
12-Análisis Matemático II 13-Física II	2- Química General 12-Análisis Matemático II 13-Física II

Sin constituir un requerimiento excluyente, sería conveniente que el estudiante haya regularizado las asignaturas:

- Probabilidad y Estadística
- Álgebra y Geometría Analítica

Asignaturas correlativas posteriores

No cuenta con asignaturas correlativas posteriores por ser una materia electiva.

Equivalencia y Homologación

Tabla 7. Régimen de Equivalencia y Homologación de Materias de la Carrera Ingeniería Mecánica - Plan 2023

Plan 1994 Adecuado Ord. N° 1027/2004	Plan 2023 Ord. N° 1901/2022
Física III	Física III

¹³ Res. CD FRVM 151/2024 – Plan de Electivas 2024-2027



Contenidos Mínimos, Programa analítico, Unidades temáticas

Contenidos mínimos

Tabla 8. Programa Sintético / Contenidos Mínimos

CONTENIDOS MÍNIMOS¹⁴

- Campo y ondas electromagnéticas
- Radiación térmica
- Teoría de la Relatividad
- Bases de la mecánica cuántica
- Mecánica cuántica
- El núcleo atómico

Programa Analítico y Unidades Temáticas

UNIDAD 1: Campo y ondas electromagnéticas

1. Campo y ondas electromagnéticas
 - 1.1. Revisión de las leyes básicas de la electricidad y el magnetismo.
 - 1.2. Propiedades eléctricas y magnéticas de la materia.
 - 1.3. Corriente de Desplazamiento.
 - 1.4. Ecuaciones de Maxwell.
 - 1.5. Ecuación de onda. Ondas electromagnéticas, su descripción matemática.
 - 1.6. Balance de energía.
 - 1.7. Aplicaciones.

UNIDAD 2: Radiación Térmica

2. Radiación Térmica
 - 2.1. Equilibrio termodinámico de la radiación.
 - 2.2. Estudio experimental de la radiación de un cuerpo negro. Curvas espectrales.
 - 2.3. Ley de Stefan Boltzmann.
 - 2.4. Leyes de Wien y de Rayleigh Jean.
 - 2.5. Fórmula de Planck.
 - 2.6. Idea de los cuantos de energía.

¹⁴ Res. CD FRVM 151/2024 – Plan de Electivas 2024-2027



2.7. Aplicaciones

UNIDAD 3: Teoría de la Relatividad

- 3. Teoría de la Relatividad
 - 3.1. Naturaleza relativa de la simultaneidad.
 - 3.2. Relatividad del tiempo.
 - 3.3. Relatividad de la longitud.
 - 3.4. Transformaciones Galileanas y de Lorentz.
 - 3.5. Energía relativista.
 - 3.6. Aplicaciones.

UNIDAD 4: Bases de la mecánica cuántica

- 4. Bases de la mecánica cuántica
 - 4.1. Interacción de la radiación con la materia: Efecto fotoeléctrico. Rayos X. Efecto Compton. Producción de pares. Coeficientes de absorción.
 - 4.2. Ondas de De Broglie. Dualidad onda-partícula. Experiencia de Davisson y Germer.
 - 4.3. Modelos atómicos. Espectros atómicos.
 - 4.4. Modelo atómico de Bohr. Niveles de energía y espectros.
 - 4.5. Aplicaciones.

UNIDAD 5: Mecánica cuántica

- 5. Mecánica cuántica
 - 5.1. Función de onda y densidad de probabilidad.
 - 5.2. Ecuación de Schrodinger. Caja de potencial.
 - 5.3. Átomo de Hidrógeno. Números cuánticos.
 - 5.4. Experiencia de Stern Gerlach. El spin. Efecto Zeeman. Principio de exclusión de Pauli. El sistema periódico.

UNIDAD 6: El núcleo atómico

- 6. El núcleo atómico
 - 6.1. El núcleo características, formas y tamaños.
 - 6.2. Desintegraciones. Series. Radiaciones Alfa, beta y gamma. Características.
 - 6.3. Reactores nucleares: sección transversal de interacción. Gráficos. La fisión nuclear: esquemas del reactor de fisión, tipos, potencias, utilidades, etc.
 - 6.4. Reactores en la Argentina.
 - 6.5. La energía termonuclear de fusión.
 - 6.6. Aplicaciones

TRABAJOS PRÁCTICOS
EVENTOS



Cronograma

Tabla 9. Cronograma

CLASE	SEMANA	FECHA	TEMA	UNIDAD
	12			
	13			
	14			
	15			
	16			
	17			
	18			
	19			
	20			
	21			
	22			
	23			
	24			
	25			
	26			
	27			
	33			
	34			
	35			
	36			
	37			
	38			
	39			
	40			
	41			
	42			
	43			
	44			
	45			
	46			
	47			
	48			



Metodología de enseñanza

La persona aprende durante toda la vida, algunas veces lo hace de manera consciente y otras de manera tácita; por ello, considerando que la formación universitaria debe poner énfasis en el desarrollo de las habilidades y actitudes para *“aprender a aprender”* (aprendizaje autónomo), la asignatura Física III se desarrolla propiciando actividades individuales y grupales que conduzcan al estudiante a adquirir la capacidad de *“aprender a aprender sobre cualquier material”* al que pueda encontrar en su futura práctica profesional.¹⁵

*“Un enfoque de aprendizaje es la ruta preferente que sigue un individuo en el momento de enfrentar una demanda académica en el ámbito educativo; está mediado por la motivación del sujeto que aprende y por las estrategias usadas.”*¹⁶ En cambio, desde el punto de vista del docente, el **enfoque de enseñanza** se caracteriza por las intenciones y estrategias (Figura 6) empleadas para el desarrollo de los temas de la asignatura. Física III se imparte siguiendo tres enfoques combinados (Soler, Cárdenas y Hernández-Pina, 2018):

- **E1:** Estrategia de interacción docente/estudiante con la finalidad de que los estudiantes **adquieran los conceptos** de la disciplina.
- **E2:** Estrategia centrada en el estudiante con la finalidad de incentivar en ellos el **desarrollo conceptual**, la construcción de sus conocimientos.
- **E3:** Estrategia centrada en el estudiante con la finalidad de incentivar en ellos el **cambio conceptual**.

La cátedra adhiere a la metodología pedagógica y al enfoque didáctico expresado en el Diseño Curricular de la Carrera Ingeniería Mecánica,¹⁷ cuyos extractos se transcriben (Figuras 4 y 5):

El enfoque didáctico se sustenta en una concepción de aprendizaje constructivista y sociocultural. El aprendizaje se concibe como un proceso individual y social a la vez, es de carácter situado y se produce en el marco de procesos de interacción mediados en contextos específicos.

¹⁵ Texto elaborado en base al documento “Recomendaciones pedagógicas para el inicio del ciclo lectivo 2023” de la Universidad Tecnológica Nacional, Secretaría Académica. (Buenos Aires, 2023).

¹⁶ Soler, M.G.; Cárdenas, F.A. y Hernández-Pina, F. Enfoques de enseñanza y enfoques de aprendizaje: perspectivas teóricas promisorias para el desarrollo de investigaciones en educación en ciencias. *Ciência & Educação* (Bauru), vol. 24, núm. 4, pp. 993-1012, 2018.

¹⁷ Ord. C.S. UTN 1901/2022. Cls. 6.5 (pp. 32-33)



[...]

Desde esta concepción, las posibilidades de aprendizaje no sólo dependen de las capacidades individuales, sino del tipo de vínculos que se generan en las situaciones en las que participan los sujetos y de las estrategias y recursos utilizados en la enseñanza.

[...]

El concepto de aprendizaje situado permite un cambio de perspectiva que enfatiza su dimensión social e interaccional, que se fundamenta en la participación y la colaboración.

[...]

En este marco, se adhiere a los enfoques de competencias que señalan su dimensión constructivista (las competencias se construyen en interacción con otros sujetos y en contextos determinados), holística e integrada (los conocimientos, habilidades, actitudes, no se pueden fragmentar o simplificar). En las mismas son claves el pensamiento complejo (metacognición, reflexión, diálogo) y el desempeño (actuación en contexto, mediante la realización de actividades o resolución de problemas), con aplicación guiada por un proceso metacognitivo, idoneidad y flexibilidad (considerar variables situacionales en cada contexto), compromiso ético y responsabilidad social.

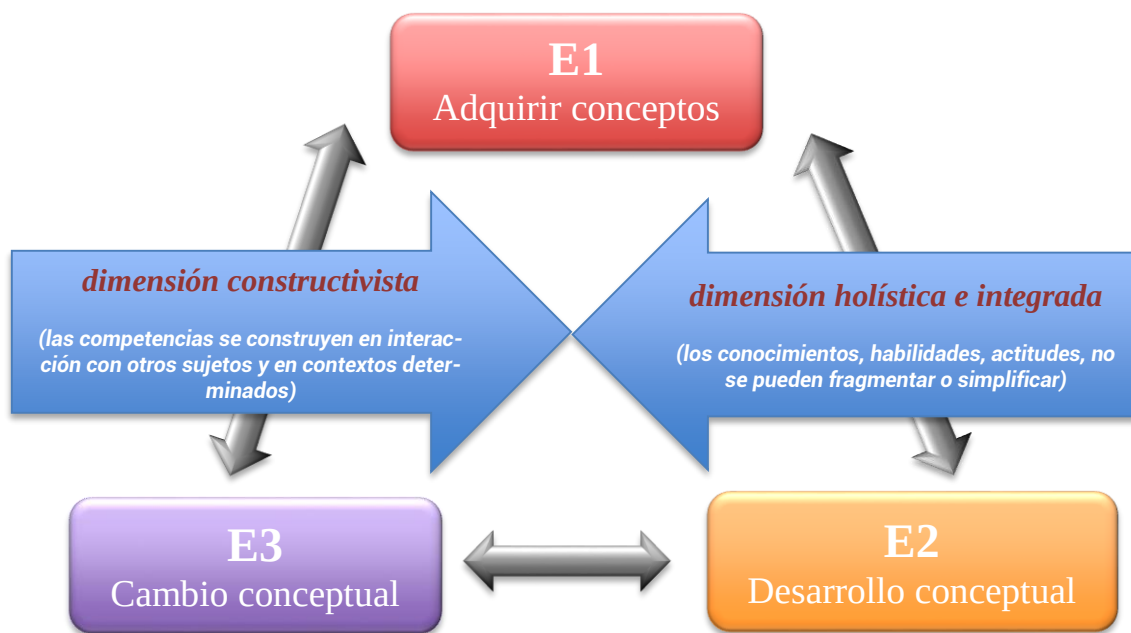


Figura 4. Estrategias de enfoque de enseñanza y Dimensiones del enfoque por competencia

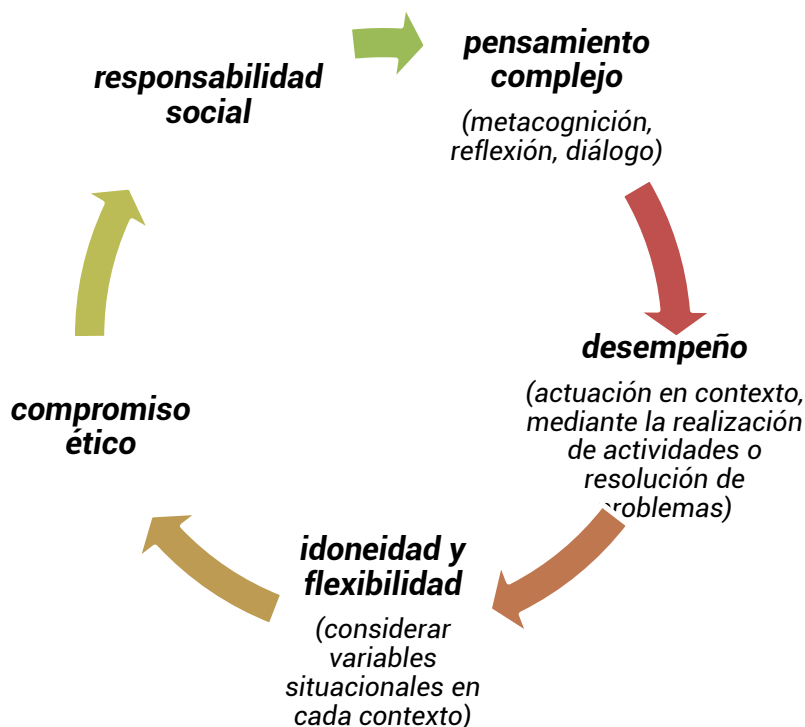


Figura 5. Claves del enfoque por competencia

Se tienen en cuenta un sano y coherente equilibrio entre las actividades individuales y en equipo. Que los “[...] estudiantes se sientan capaces de aprender, trabajar en equipo, aplicar lo que experimentan en diferentes contextos, tomar decisiones y actuar en consecuencia” (Recomendaciones, p.19)¹⁸ debe ir acompañando de espacios donde el estudiante deba y pueda desarrollar actividades que lo enfrenten de manera individual a las situaciones que se le presentarán en su práctica profesional.

Las metodologías empleadas están exclusivamente orientadas a la **participación activa** - de modo individual y colectivo- de los estudiantes a fin de lograr que manifiesten los resultados del aprendizaje esperados. Así, la evaluación permanente, el análisis *ad hoc* de conceptos surgidos de las dudas de clase, la revisión de soluciones tecnológicas bajo la mirada de los nuevos materiales, etc. son todas actividades que se posicionan en torno a la participación dinámica del estudiante para reflexionar e inferir certeramente en función de la información técnica disponible y de los conceptos teóricos generales sobre estructura y propiedades de los materiales.

¹⁸ Universidad Tecnológica Nacional. “Recomendaciones pedagógicas para el inicio del ciclo lectivo 2023”. Buenos Aires, 2023.



La resolución de problemas, el aprendizaje basado en problemas, las actividades de diseño y proyecto, el aprendizaje invertido, el estudio de casos, los debates, la simulación, entre otras, son ejemplos de estrategias que favorecen abordajes colaborativos en torno a temas disciplinares y problemas interdisciplinares y multidimensionales, cercanos a la realidad y al contexto profesional. [Todo ello] permite la articulación de la teoría y la práctica, de conocimientos y experiencias.¹⁹

La metodología de enseñanza (incluida, la metodología de evaluación) se desarrolla guiada por los objetivos y resultados de aprendizaje (OA/RA), lo cuales están estructurados de acuerdo con la taxonomía cognitiva de Bloom (1956), revisada por Anderson y Krathwohl (2001)²⁰. (Figura 6)

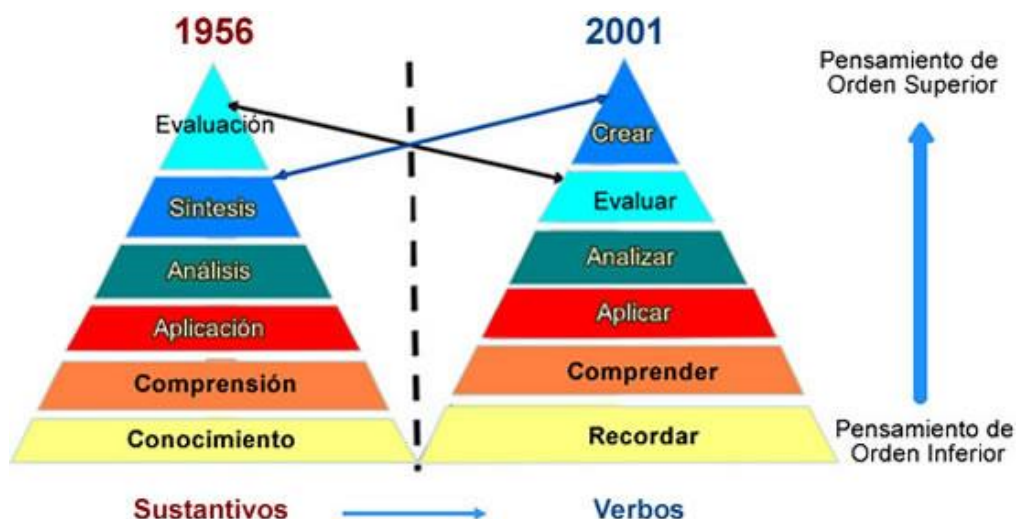


Figura 6. Taxonomía Revisada de Bloom²¹

El alumno construye su propio esquema conceptual a partir de los aportes de la cátedra, pero también considerando los aportes del resto de los estudiantes mediante un proceso de **aula invertida** (presencial/semipresencial de aportes múltiples) que permite integrar diferentes puntos de vista sobre un mismo tema; los ajustes finales son efectuados por los docentes de la cátedra en las clases presenciales.

¹⁹ Ord. C.S. UTN 1901/2022. Cls. 6.5 (p. 33)

²⁰ Anderson, L.W.; Krathwohl, D.R. A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Longman, 2001.

²¹ Diagrama adaptado en *La Taxonomía de Bloom y sus Actualizaciones* (Sitio Web: <https://eduteka.icesi.edu.co/articulos/TaxonomiaBloomCuadro>) a partir del trabajo de Wilson, L.O. *Bloom's Taxonomy Revised*. (2019) (Sitio Web: <https://thesecondprinciple.com/essential-teaching-skills/blooms-taxonomy-revised/>).



La investigación y el aprendizaje son aspectos notables en el logro de la Alfabetización académica entendido como el *“proceso por el cual se llega a pertenecer a una comunidad científica y/o profesional.”* (Recomendaciones, p.10)¹⁸

Si bien el campus virtual (Moodle) dispone de un conjunto de herramientas favorables para el intercambio académico alumno-alumno y alumno-docente, la experiencia reciente impone las redes sociales (WhatsApp, Discord, Telegram, Zoom, etc.) como herramientas sobresalientes por su versatilidad para la discusión inmediata y simple de dudas y aspectos particulares de un tema. El docente de la cátedra se encuentra disponibles en dichas redes y responden en función de la demanda de los estudiantes. Por otro lado, este tipo de medios digitales permiten al propio docente informarse sobre la evolución del aprendizaje y sobre los puntos de mayor dificultad e interés; esto reorienta la temática a profundizar en las clases presenciales.

Convencidos de la importancia del desarrollo de las competencias mediáticas, en el proceso de enseñanza se da preponderancia al recurso audiovisual, tanto en el consumo (*“video didáctico”*) como en su producción (*“hacer micro videos o videos cortos”*)¹⁵. Se orienta a que los *“estudiantes puedan procesar la información o diseñar filtros para distinguir la información verdadera de la falsa, la de baja y alta calidad, la firmada y la anónima, las noticias elaboradas y las fake news (noticias falsas).”* (Recomendaciones, p.13)¹⁸

La metodología de enseñanza de esta asignatura combina de manera efectiva los aspectos teóricos y prácticos. Las clases se estructuran de acuerdo con las características de cada tema:

- **Contenidos teóricos:** Se presentan de forma clara y concisa, apoyándose en presentaciones audiovisuales y análisis detallados de conceptos fundamentales. Se enfatiza la construcción de modelos matemáticos y la identificación de relaciones entre variables físicas.
- **Aprendizaje activo:** Se promueve el aprendizaje activo a través de la modalidad de aula invertida, donde los estudiantes investigan temas específicos y los presentan a sus compañeros. Esto fomenta la autonomía y el desarrollo de habilidades de investigación.
- **Práctica y resolución de problemas:** Se diseñan ejercicios y problemas que permiten a los estudiantes aplicar los conocimientos teóricos adquiridos a situaciones reales. Se fomenta el trabajo colaborativo a través de la resolución de problemas en grupos.



- **Experimentación:** Siempre que sea posible, se realizan prácticas de laboratorio para que los estudiantes verifiquen experimentalmente los conceptos teóricos. En aquellos casos en que la experimentación directa no sea viable, se recurre a simulaciones computacionales.
- **Coherencia temática:** Los contenidos se desarrollan de manera progresiva, partiendo de los fundamentos de la electricidad y el magnetismo para avanzar hacia temas más complejos como las ondas electromagnéticas, la radiación y la física cuántica.
- **Aplicaciones tecnológicas:** Se enfatiza la relevancia de los conceptos físicos en el desarrollo de tecnologías actuales, utilizando ejemplos concretos de aplicaciones en diversos campos.
- **Enfoque en casos prácticos:** Al finalizar el cuatrimestre, se realiza un análisis detallado de centrales nucleares, tanto nacionales como internacionales, para ilustrar las aplicaciones prácticas de los conocimientos adquiridos.

Formación Práctica ²²

Las actividades prácticas se diseñan en torno a un trabajo de análisis y reelaboración conceptual que permita su transferencia al campo profesional a fin de desarrollar en el futuro ingeniero las competencias necesarias para el cumplimiento de las Actividades Reservadas. Es decir, se plantea un **esquema integrador en sus aspectos teóricos y prácticos**.

Esta Formación Práctica se realizará en diferentes espacios físicos (aula, laboratorio, campo u otros), propios o no, y con diferentes medios (instrumental físico, virtual, remoto o simulación).

En este contexto, los estudiantes emplearán herramientas analíticas para modelar y describir fenómenos físicos en los cuales se manifiestan tanto la naturaleza relativista del espacio-tiempo como las características cuánticas de la materia. Además, se dedicarán a la resolución de problemas, al análisis y la interpretación de fenómenos físicos (como paradojas, el cuerpo negro, el modelo estándar, entre otros) dentro del ámbito de la física moderna, compartiendo sus resultados y perspectivas sobre los temas estudiados.

La enseñanza del curso se verá enriquecida con el uso de diversos recursos didácticos. Estos incluyen una biblioteca de videos disponibles en internet, simulaciones de experimentos por computadora a través de applets interactivos en sitios web, y la realización de experimentos sencillos durante las clases presenciales, que también se han grabado en videos

²² Ord. C.S. UTN 1901/2022. Cls. 6.3 y 6.3.1 (pp. 25-27)



para facilitar el aprendizaje. De este modo, los estudiantes podrán observar fenómenos como ondas mecánicas longitudinales, transversales y estacionarias mediante el uso de cuerdas elásticas y resortes largos, así como la experiencia de las dos rendijas de Young, la experiencia de la moneda de Poisson, la visualización de espectros de emisión utilizando un espectrómetro casero basado en una red de difracción (construida con un CD), y applets de simulación que modelan una partícula cuántica en un pozo de potencial con barreras infinitas, la interacción de una partícula con un potencial escalón y barrera, y la versión cuántica del experimento de Young con electrones.

Para reforzar el aprendizaje de los estudiantes y fomentar su comprensión conceptual de los contenidos del curso, se proporcionarán guías de resolución de problemas sobre los temas abordados, así como cuestionarios semanales relacionados con los temas tratados.

La Tabla 10 muestra la distribución de las horas asignadas para la formación práctica.

Tabla 10. Formación Práctica

Asignatura	Asignación Horaria Anual	Formación Práctica					
		Horas Mínimas Necesarias		Formación Experimental		Análisis y Resolución de problemas de ingeniería y estudio de casos	
		[h]	[%]	[h]	[%]	[h]	[%]
Física III	64	12	19%	5	40%	7	60%

Recomendaciones para el estudio

Esta asignatura *le desafiará a pensar más allá de lo intuitivo*²³, a emplear una mayor abstracción, explorando conceptos como la relatividad y la mecánica cuántica que han revolucionado nuestra comprensión del universo. Para lograr la aprobación de la misma, **las únicas herramientas** de éxito consisten en efectuar un **estudio sistemático** de cada tema y dedicar el tiempo adecuado para **la reflexión y ejercitación**.

En la primera clase, el estudiante recibe un conjunto de recomendaciones y los docentes efectúan una breve explicación de cada una.

²³ De hecho, muy poco intuitivo y -a primera vista- contradictorio.



 Emplee la Guía de Estudio como principal referencia bibliográfica y metodológica.

 Forme equipos de estudio = Evite estudiar solo.

 Discuta y reflexione en equipo sobre los temas de la asignatura.

 Oriéntese a la comprensión integral de cada tema. No sirve memorizar textos que no comprende.

 Asegúrese que comprende cada uno de los términos que lee. Evite asumir que entiende aquello que no puede explicar conceptualmente. Respóndase individual y colectivamente la pregunta: *¿Qué significa lo que estoy leyendo?*

 Encuentre la conexión de cada tema con la realidad. No sirve “saber cosas” que “no puede ubicar” en ninguna realidad.

 Asista a clase con la bibliografía leída (textos escritos) y vista (videos) completamente. Recuerde que las clases son de tipo magistral, es decir, orientadas a la discusión de temas y evacuación de dudas más que al

relato monótono del docente sobre temas que Usted puede revisar por sí mismo.

 Considere a los docentes de la cátedra como su principal fuente de evacuación de dudas.

 Considere que la evaluación es permanente a fin de que Usted demuestre que domina los temas y las particularidades de cada tema.

 Tenga en cuenta que las evaluaciones se superan exitosamente con conocimiento. Los “golpes de suerte” no son un método adecuado para el futuro profesional de la Ingeniería Mecánica.

 Estudie para aprender. Estudie para saber. Evite “estudiar para olvidar”; Usted será evaluado durante todo el año (sic, en cada clase) sobre todos los temas vistos hasta el momento. No sirve adoptar como práctica habitual la usual respuesta: “eso es de la unidad anterior” ó “eso es del cuatrimestre pasado”.

 Su éxito está asegurado si se ocupa de estudiar para aprender. No sirve “pre”-ocuparse; sirve... ¡ocuparse!.

Metodología de evaluación

Metodología

El modelo de enseñanza basado en competencias implica que los docentes apliquen metodologías e instrumentos de evaluación que permitan conocer el nivel de desarrollo de las competencias que aborda la asignatura.

Para que el aprendizaje resulte activo y significativo es indispensable que éste implique un proceso funcional (poder “utilizar” los conocimientos), un proceso activo (poder “manipular” los conocimientos) y un proceso constructivo (poder “dar significado” a esos conociemien-



tos).¹⁵ En este contexto, la Cátedra evalúa al estudiante en su capacidad para planear, monitorear y valorar de manera autónoma “cuanto sabe y cuanto no sabe” sobre el tema que expone. Comprender el nivel de conocimiento es fundamental para encarar su propio aprendizaje (aprendizaje autónomo / evaluar su propia acción de aprendizaje).

Las técnicas de evaluación se han seleccionado “con especial énfasis en la resolución de problemas, estudios de casos, trabajo cooperativo, etc. tareas en las que para su ejecución exigen que el estudiante ponga en juego y desarrolle (afiance) capacidades y competencias.”²⁴ Los aspectos evaluados se diferencian en función del tipo de saber involucrado (Tabla 11) que se pueden sintetizar en in *continuum*: Saber → Saber hacer → Saber ser → Saber Estar.

Tabla 11. Tipos de Saberes y su Evaluación

Tipo de Saber (*)		Evaluación (**)
Saber	• Saber (conocimientos, enfoques, teorías) • Saber conceptual. • Saber qué. • Capacidad de internalizar el conjunto de conocimientos que se adquieren (teóricos y prácticos). • Conocimientos, conceptos y teoría.	• Evaluación de aspectos cognitivos (saber). • Evidencia de conocimiento (conocimientos teóricos).
Saber hacer	• Saber hacer (habilidades). • Saber metodológico. • Saber cómo. • Aplicación de lo aprendido. • Hace referencia a aptitudes y habilidades procedimentales y técnicas.	• Evaluación de aspectos técnicos. • Evidencias de desempeño (destrezas y habilidades).
Saber ser	• Ser (actitudes) • Saber ser humano. • Saber ser persona. • Capacidades emocionales (incluye actitudes y habilidades sociales), es decir, desenvolvimiento individual y/o grupal. • Hace referencia a valores y aptitudes.	• Evaluación de aspectos metacognitivos (saber por qué lo hace).
Saber Estar	• Comportarse de acuerdo con el entorno en el que se encuentra.	• Evidencias de actitud (el modo de hacer las cosas).
(*) (Cepeda, 2013) (Manríquez, 2012) (Periañez, 2021) (Rue, 2007)		
(**) (Morales López y col., 2020)		

Los docentes de la Cátedra ponen especial énfasis en las competencias relacionadas con la comunicación efectiva y el trabajo en equipo. En cada actividad de evaluación se verifica la correcta expresión oral y escrita en coincidencia con las Recomendaciones en cuanto a que “[...] hablar correctamente es manifestar con propiedad las ideas, [...] El trabajo de la argumentación, la expresión de ideas y el debate constituyen estrategias válidas para fomentar

²⁴ Ord. C.S. UTN 1901/2022. Cls. 6.5 (p. 35)



la oralidad. [...] Es necesario “practicar” hablar, recibir correcciones, retroalimentación positiva y brindar las oportunidades para hacerlo con respeto y confianza.” (Recomendaciones, pp. 8-9)¹⁸

La evaluación se llevará a cabo mediante un sistema de rúbricas (Tabla 10) estructurado en torno a dos herramientas principales, una de carácter permanente (tipo continuo) y otra de carácter puntual (tipo hito):

1. Preguntas evaluativas permanentes (PEP) en modo presencial y virtual
2. Discusión integral del resultado (DIR) de los trabajos prácticos

El pensamiento complejo induce al pensamiento crítico. *“El pensar críticamente es ser capaz de resolver problemas, tomar decisiones y elaborar juicios basados en evidencias, implica la capacidad de argumentar [...] y de poder ofrecer buenas razones de lo que se está diciendo o escribiendo. [...] La resolución de problemas es el proceso utilizado para obtener la mejor respuesta a una incógnita planteada, o para tomar una decisión ante una situación con base en algunas limitaciones. [...] La creatividad ayuda a enfrentar la vida con una perspectiva mayor y permite resolver problemas.”* (Recomendaciones, pp. 14,16,17)¹⁸ Se evalúa el avance del aprendizaje del alumno en esquema que podría enunciarse como la unión de “creatividad + argumentar + pensamiento complejo + autoaprendizaje”.

La autoevaluación y la evaluación por pares constituyen evaluaciones formadoras²⁵ y estarán a cargo de los propios estudiantes y serán ambas actividades esenciales para comprender los temas durante su estudio individual y colectivo. En la sección **Recomendaciones** se explicita enfáticamente esta situación.

Las Preguntas Evaluativas Permanentes (PEP) tendrán un carácter preferentemente de evaluación formativa²⁶, en tanto que la Discusión Integral de Resultado (DIR) será de carácter continuo²⁷ y estará orientada a evaluar el resultado en relación con el logro de los Resultados de Aprendizaje.

Evaluación de los Resultados de Aprendizaje

Ver Tabla 12 (Rúbrica).

²⁵ **Evaluación formadora:** El alumno es quien realiza la regulación o ajuste de las acciones.

²⁶ **Evaluación formativa:** El docente es quien realiza la regulación o ajuste de las acciones busca valorar todo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

²⁷ **Evaluación continua:** Pretende valorar un resultado integrador.



CARRERA ACADÉMICA

Tabla 12. Rúbrica

Resultado de Aprendizaje (RA)		Instrumento de Evaluación ^[28]	Tributa a la Competencia			Escala de Calificación ^[29]					
Nro	Descripción		CG_T	CG_SPA	CE	F	E	D	C	B	A
						0	1 2	3 4 5	6 7	8 9	10
1	Aplica conceptos y leyes fundamentales de las ondas electromagnéticas, física cuántica y relativista para resolver problemas básicos de ingeniería utilizando adecuadamente las unidades y siguiendo una secuencia de resolución fundamentada.	PEP – DIR – TPP – EO – SCE	1	9	1.2						
2	Emplea adecuadamente los conceptos de dilataciones-contracciones espacio-temporales y momento-energía en el marco la teoría de la relatividad especial.	PEP – DIR – TPP – C – EI		6 9							
3	Comprende el significado de la descripción probabilística de la mecánica cuántica y su relación con el mundo macroscópico.	PEP – TPP – EO – SCE	5		8.1						
4	Comprende la estructura básica de los átomos empleando la ecuación de Schrödinger.	DIR – TPP – EO – SCE	4		5.1 5.2						
5	Elabora mapas conceptuales que le permiten visualizar y comunicar las relaciones existentes entre los conceptos estudiados, dentro de un campo de conocimiento.	DIR – TPP – SCE – EI			5.1 5.2 8.1 9.1						

²⁸ Tabla 13 (Instrumento de Evaluación)

²⁹ Tabla 14 (Rúbrica. Escala de Calificación)



Tabla 13. Instrumento de Evaluación

Instrumento de Evaluación							
Sigla	PEP	DIR	TPP	EO	SCE	C	EI
Denominación	Preguntas evaluativas permanentes	Discusión integral del resultado	Trabajos prácticos/proyectos	Exposiciones orales.	Solución casos de estudio	Cuestionarios	Examen Integrador

Tabla 14. Rúbrica. Escala de Calificación ³⁰

Escala de Calificación				
Desempeño				Calificación
Nivel	Denominación	Sintético	Descripción	
A	Excelente	Demuestra total comprensión del problema. Todos los requerimientos de la tarea están incluidos en la respuesta	Nivel excepcional de desempeño, excediendo todo lo esperado.	10 Sobresaliente
			Propone o desarrolla nuevas acciones	
			Respuesta completa.	
			Explicaciones claras del concepto.	
			Identifica todos los elementos importantes.	
			Provee buenos ejemplos.	
			Ofrece información que va más allá de lo enseñado en clase.	
			No emplea elementos de consulta.	
B	Bien	Demuestra considerable comprensión del problema. Todos los requerimientos de la tarea están incluidos en la respuesta.	Nivel de desempeño que supera lo esperado. Mínimo nivel de error, altamente recomendable.	9 Distinguido
			Respuesta bastante completa.	8 Muy bueno
			Presenta comprensión del concepto.	
			Identifica bastantes de los elementos importantes.	
			Ofrece información relacionada a lo enseñado en clase.	
			No emplea elementos de consulta.	
C	Suficiente	Demuestra comprensión parcial del problema. La mayor cantidad de requerimientos de la	Nivel de desempeño estándar. Los errores no constituyen amenaza.	7 Bueno
			Respuesta refleja un poco de confusión.	6 Aprobado
			Comprensión incompleta o parcial del concepto.	
			Identifica algunos elementos impor-	

³⁰ Adaptado de "Rúbricas o matrices de evaluación" en sitio Web:
http://www3.gobiernodecanarias.org/aciisi/cienciasmc/web/anexos/30_rubricas.html



Escala de Calificación				
Desempeño				Calificación
Nivel	Denominación	Sintético	Descripción	
		tarea están comprendidos en la respuesta.	tantes. Provee información incompleta de lo discutido en clase.	
D	Insuficiente	Demuestra poca comprensión del problema. Muchos de los requerimientos de la tarea faltan en la respuesta.	Nivel de desempeño por debajo de lo esperado. Presenta frecuencia de errores.	5
			Demuestra poca comprensión del problema.	
			Muchos de los requerimientos de la tarea faltan en la respuesta	4
			No logra demostrar que comprende el concepto.	
			Omite elementos importantes.	3
E	Deficiente	No comprende el problema.	Hace mal uso de los términos.	
			No satisface prácticamente nada de los requerimientos de desempeño.	
			No comprende el problema	2
			No aplica los requerimientos para la tarea	
			Omite las partes fundamentales del concepto. Presenta concepciones erróneas.	1
F	Sin Respuesta	No responde. No intentó hacer la tarea.	Vago intento de contestar.	
			Sin elementos para determinar una calificación.	0 No responde

Condiciones de aprobación³¹

Exámenes

Los alumnos serán evaluados mediante, al menos dos, instancias de integración (con instancia de recuperación, en caso de ser necesario), trabajos prácticos y -en caso de no haber alcanzado la aprobación directa- un examen final integrador. (Figura 7)

Se considerará el rendimiento semanal obtenido mediante el uso de los instrumentos de la Tabla 13. Podrá implementarse un examen integrador.

³¹ Ord. C.S. UTN 1549/2016. Cls. 7.1 y 7.2 (pp. 22-23).

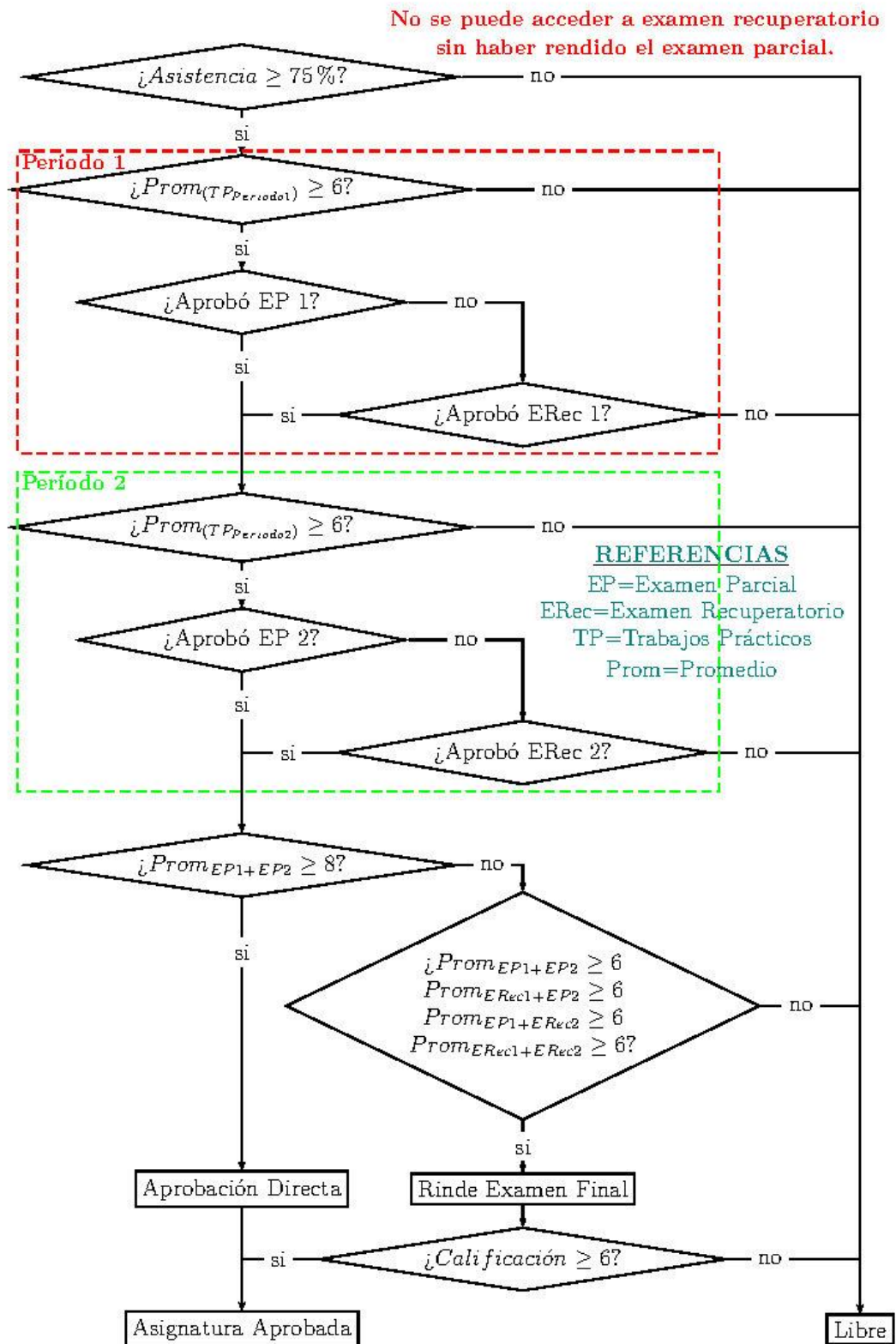


Figura 7. Condiciones de Aprobación



Calificación

El resultado de la evaluación del estudiante estará expresado en números enteros dentro de la escala del uno (1) al diez (10). Para la aprobación de la asignatura se requerirá como mínimo seis (6) puntos.

A los efectos que hubiere lugar, la calificación numérica precedente tendrá la siguiente equivalencia conceptual. (Tabla 15)

Tabla 15. Escala de Calificación y Equivalencia Conceptual ³²

Desempeño		Calificación ³³	
Nivel	Equivalencia Conceptual		
A	Excelente	10	Sobresaliente
B	Bien	9	Distinguido
		8	Muy bueno
C	Suficiente	7	Bueno
		6	Aprobado
D	Insuficiente	5	Insuficiente
		4	
		3	
E	Deficiente	2	
		1	
F	Sin Respuesta	0	No responde

Cronograma de clases/trabajos prácticos/exámenes (tentativo)

Ver sección “Programa analítico, Unidades temáticas”

Recursos necesarios

- Espacios Físicos: Aula. Laboratorio de Materiales.
- Recursos tecnológicos de apoyo: Proyector multimedia c/sonido. Aula virtual (Moodle)

³² Ver Tabla 14. Rúbrica. Escala de Calificación.

³³ Ord. C.S. UTN 1549/2016. Cls. 8.2.3 (p. 26).



Referencias bibliográficas

Referencias Legales

Documentos de referencia obligatoria para la elaboración e implementación de la Planificación:

- UTN. Consejo Superior. Ordenanza N° 1027/2004. (26 Ago 2004) Diseño Curricular de Ingeniería Mecánica – Plan 1994 Adecuado.
- UTN. Consejo Superior. Ordenanza N° 1549/2016. (15 Sep 2016) Reglamento de Estudio para todas las Carreras de Grado de la Universidad Tecnológica Nacional.
- UTN. Consejo Superior. Ordenanza N° 1901/2022. (05 Oct 2022) Diseño Curricular de Ingeniería Mecánica – Plan 2023.
- UTN. Consejo Superior. Ordenanza N° 1902/2022. (05 Oct 2022) Régimen de Correlatividades y Equivalencias para Materias de la Carrera Ingeniería Mecánica – Plan 2023.

Referencias Bibliográficas

La bibliografía obligatoria, optativa y otros materiales del curso están detallados en la **Guía de Estudio**, la cual contiene una referencia (ordenada y comentada) a fuentes de información tradicionales (formato papel; por ejemplo: libros y artículos) y no tradicional (formato digital; por ejemplo: videos, PDF, sitios web); se entrega al alumno al iniciar el período lectivo y constituye la fuente de información **más importante** para un desarrollo exitoso de su tarea de aprendizaje:

- Lucioni, J. Física III. Guía de Estudio. Versión 1. UTN FRVM. 2025.

A continuación, se detallan las principales fuentes bibliográficas incluidas en dicha Guía.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Beiser, A. Conceptos de física moderna. 2da Ed. McGraw Hill, 1981.
- Beiser, A. Concepts of modern physics. 6th Ed. McGraw Hill, 2003.
- Eisberg, R.M. Fundamentos de Física Moderna. Limusa. 2000.
- Eisberg, R.M. y Resnick, R. Física Cuántica. Limusa-Wiley. 1978.



- French, A.P. Relatividad Especial. Curso de Física del MIT. Reverté. 1988.
- Gautreau, R. y Savin, W. Teoría y problemas de física moderna. McGraw Hill, 1988.
- Halliday, R.; Resnick, R. y Krane, K.S. Física. Vol. 2. 3ra Ed (Esp). CECSA. 1999.
- Rahaman, F. The special theory of relativity. A mathematical approach. Springer. 2014.
- Resnick, R. Introduction to special relativity. Wiley. 1968.
- Schiller, C. La Montaña en Movimiento. El Cuanto del Cambio. Vol. IV. 25ta Ed. 2013.
- Schiller, C. La Montaña en Movimiento. Relatividad y Cosmología. Vol. II. 30ma Ed. 2020.
- Schiller, C. Motion Mountain. Motion inside matter – pleasure, technology and stars. Vol. V. 30th Ed. 2021.
- Sears, F. W. y Zemansky M. W., Física Universitaria con Física Moderna. Vol. 2, 12va Ed. Addison-Wesley. Versión en español por Young, H. D. y Freedman R. A. México, 2009.
- Serway, R.A. y Jewett, J.W. Física para ciencias e ingeniería con Física Moderna. Cengage Learning. Vol. 2. 7ma Ed. México, 2009.
- Serway, R.A.; Moses, C.J. y Moyer, C.A. Física Moderna. 3ra Ed. 2005.
- Tipler, P.A. Física Moderna. 3ra Ed. Reverté. 1989.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Alonso, M. y Finn, E.J. Física. Fundamentos Cuánticos y Estadísticos. Vol. III. Fondo Educativo Interamericano. 1968.
- Beiser, A. Física Aplicada. 2da Ed. McGraw Hill, 1990.
- Blanco Laserna, D. Schödringer. Las Paradojas Cuánticas. RBA. 2012.
- Dirac, P.A.M. Principios de Mecánica Cuántica. Ariel. 1968.
- Feynman, R. P., Leighton, R. and Sands, M. The Feynman Lectures on Physics. Vol. III. Mecánica Cuántica. Fondo Educativo Interamericano. 1991.
- Ficek, Z. Quantum physics for beginners. CRC Press. 2016.
- Goldin, L.L. y Nóvikova, G.I. Introducción a la física cuántica. Mir. 1988.
- Gómez Santamaría, M.E. El modelo estándar de partículas. Los pilares de la materia. RBA. 2016.
- Greiner, W. Quantum Mechanics, An Introduction. 4ta. Ed. Springer. 2000.
- Griffiths, D.J. Introduction to Elementary Particles. Wiley. 1987.
- Griffiths, D.J. y Schroeter, D.F. Introduction to Quantum Mechanics. 3rd. Ed. Cambridge University Press. 2018.
- Holzner, S. Quantum Physics for Dummies. Wiley. 2009.
- Illana Calero, J.I. Las partículas elementales. El corazón de la materia. RBA. 2016.



- Krane, K.S. Modern Physics. 3rd Ed. Wiley. 2012.
- Lewis, E.E. Fundamentals of Nuclear Reactor Physics. 1st Ed. Academic Press. 2008.
- Moore, T.A. Six Ideas That Shaped Physics. Unit C: Conservation Laws Constrain Interactions. 3rd. MacGraw-Hill. 2016.
- Moore, T.A. Six Ideas That Shaped Physics. Unit R: The Laws of Physics are Frame-Independent. 3rd. MacGraw-Hill. 2016.
- Morin, D. Special relativity for the enthusiastic beginner. Morin. 2017.
- Rovelli, C. El orden del tiempo. Anagrama. 2018.
- Rovelli, C. Helgoland. Los orígenes, el desarrollo y las claves para entender la teoría cuántica. Anagrama. 2022.
- Rovelli, C. La realidad no es lo que parece: La estructura elemental de las cosas. Planeta. 2015.
- Schiller, C. La Montaña en Movimiento. Caída, Flujo y Calor. Vol. I. 31ra Ed. 2022.
- Schiller, C. La Montaña en Movimiento. Luz, Cargas y Cerebros. Vol. III. 30ma Ed. 2013.
- Sears, F. W. y Zemansky M. W., Física Universitaria. Vol. 1, 12va Ed. Addison-Wesley. Versión en español por Young, H. D. y Freedman R. A. México, 2009.
- Serway, R.A. y Jewett, J.W. Física para ciencias e ingeniería. Cengage Learning. Vol. 1. 7ma Ed. México, 2008.
- Shultis, J.K. y Faw, R.E. Fundamentals of Nuclear Science and Engineering. Marcel Dekker. 2002.
- Stephani, H. Relativity. An introduction to special and general relativity. 3rd Ed. Cambridge University Press. 2004.
- Tipler, P.A. y Llewellyn, R.A. Modern Physics. 5th Ed. W. H. Freeman and Company. 2008.
- Towsend, J.S. Modern Approach to Quantum Mechanics. 2nd Ed. University Science Books. 2012.
- Wichmann, E.H. Física cuántica. Curso de Física de Berkeley. España, Reverte, 1986.



Función Docencia

Reuniones de asignatura y área

Se realizan una reunión cuatrimestral conjuntas (cátedra y área) y/o las reuniones adicionales que se consideren necesarias para el tratamiento de temas especiales.

Atención y orientación a los estudiantes

Recordatorio

Considerar especialmente las recomendaciones efectuadas en la sección “**Recomendaciones para el estudio**”

Seminarios de Especialistas

Durante cada cuatrimestre se convoca a especialistas para que expongan en temas relacionados con la asignatura.

Atención u Orientación al Estudiantado

Fuera del horario de clase, los alumnos podrán asistir a clases de consultas que se impartirán –a requerimiento de los alumnos- de lunes a viernes desde las 16 a las 18 en el Laboratorio de Materiales.



ANEXO 1: FUNCIÓN INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN (si corresponde)

Lineamientos de Investigación de la cátedra

- Ingeniería Mecánica (Mechanical eng.)
- Materiales (Materials)
- Filosofía de la Ciencia (Philosophy of Science)
- Física Experimental (Experimental physics)
- Matemática Aplicada (Applied mathematics)

Lineamientos de Extensión de la cátedra

- Formación y discusión sobre fundamentos filosóficos de la ciencia de materiales.
- Actividades de física experimental y matemática aplicada relacionados con el análisis y discusión de datos de desgaste erosivo.
- Mediciones destinadas a la verificación/obtención de datos tribológicos en los extremos inferiores en los cuales se presenta el fenómeno (desgaste erosivo en condiciones de muy bajo ángulo y de baja y muy baja velocidad).
- Participación en el desarrollo y formulación de trabajos finales de las asignaturas Materiales Metálicos y Materiales No Metálicos.

Actividades en las que pueden participar las y los estudiantes

N/A

Eje: Investigación

Proyecto	Cronograma de actividades
N/A	N/A

Eje: Extensión

Proyecto	Cronograma de actividades
N/A	N/A