

## Doctorado en Ciencias Físicas

### Programas de Cursos y Actividades Curriculares

#### Índice

• Mecánica Analítica	2
• Electrodinámica Clásica	3
• Mecánica Cuántica Avanzada	5
• Física Estadística Moderna	7
• Teoría Cuántica de Campos I	9
• Física de Sólidos	10
• Física de Partículas	12
• Física de Plasmas	13
• Relatividad General y Cosmología	14
• Métodos Computacionales en Física de Sólidos	16
• Teoría Cuántica de Campos II	18
• Técnicas de Diagnóstico en Física de Plasmas	19
• Física del Modelo Estándar	21
• Gravitación Avanzada y Holografía	21
• Teoría de Grupos en Física	22
• Tópicos en Teoría de Cuerdas	23
• Cosmología Avanzada	24
• Tópicos Avanzados en Física de Sólidos	26
• Tópicos Avanzados en Física Estadística	28
• Teoría Cuántica de Campos en Materia Condensada	29
• Mecánica Cuántica Relativista	30
• Física de Partículas Experimental	32
• Teoría de Partículas Avanzada	33
• Física de Radiaciones y Dosimetría	34
• Laboratorio Avanzado en Física de Plasmas	35
• Tópicos Avanzados en Física de Plasmas	37
• Tópicos Avanzados en Óptica Experimental	38
• Taller de Comunicación y Ética	39
• Examen de Calificación	40
• Proyecto de Tesis/Defensa del Proyecto de Tesis	40
• Tesis Doctorales I, II, III, IV, V	41

<b>Nombre del curso</b>	<b>Mecánica Analítica, DCF100 (Curso Obligatorio)</b>
<b>Descripción del curso</b>	Este curso profundiza las bases conceptuales de las formulaciones Lagrangiana y Hamiltoniana de sistemas físicos clásicos. El curso introduce los conceptos físicos y metodologías matemáticas necesarias para describir analíticamente el sistema mecánico utilizando el espacio de configuraciones y el espacio de fase. Una parte esencial del curso la constituye el estudio de simetrías continuas y/o discretas del sistema, y las cantidades conservadas que son derivadas de ellas. En el desarrollo de esta asignatura se espera que el estudiante sea capaz de realizar construcción del espacio de configuraciones y espacio de fase para un sistema físico que represente el movimiento del sistema mecánico clásico; dominar los conceptos fundamentales de las formulaciones Lagrangianas y Hamiltonianas de la mecánica clásica; determinar la evolución de un sistema físico resolviendo la ecuación de Euler-Lagrange y la ecuación de Hamilton; y, derivar y aplicar teoremas de conservación, una vez identificadas las simetrías de un modelo físico.
<b>Objetivos</b>	Profundizar las bases conceptuales de la mecánica clásica que permiten la construcción de modelos mecánicos físicos generales. Este curso le permitirá al estudiante analizar sistemas mecánicos utilizando herramientas matemáticas y formalismos teóricos basados en principios de extremización, y apreciar la importancia de simetrías físicas para resolver y describir un sistema mecánico en el tiempo. Al finalizar el curso se espera que el estudiante sea capaz de dominar los conceptos fundamentales de las formulaciones Lagrangianas y Hamiltonianas, identificar simetrías y cantidades conservadas, resolver las ecuaciones de Euler-Lagrange, de Hamilton, y de Hamilton-Jacobi de diversos sistemas mecánicos, y describir la evolución temporal de sistemas físicos.
<b>Contenidos</b>	<p><b>1. Funcional de acción y principio variacional</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Variables generalizadas y restricciones</li> <li>• Calculo Variacional y Principio Variacional de Hamilton</li> <li>• Ecuación de Euler-Lagrange y su primera integral</li> <li>• Optimización con restricciones</li> </ul> <p><b>2. Teorema de Noether</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simetrías y cargas de Noether</li> <li>• Invariancia del principio de acción ante simetrías</li> <li>• Problemas físicos de interés con variables generalizadas: electromagnetismo y campos clásicos</li> </ul> <p><b>3. Sistemas dinámicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colisión y dispersión elástica</li> <li>• Pequeñas Oscilaciones</li> <li>• Orbitas conmensuradas e incommensuradas</li> </ul> <p><b>4. Teoría de Hamilton-Jacobi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulación Hamiltoniana: espacio de fase, variables canónicas y estructura simpléctica</li> <li>• Paréntesis de Poisson</li> <li>• Teorema de Liouville y flujos en el espacio de fase</li> <li>• Transformaciones canónicas y funciones generadoras</li> <li>• Variables Acción-Angulo</li> </ul>

	<p><b>5. Introducción a caos clásico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas integrables, regulares y caóticos</li> <li>• Resonancia Paramétrica</li> <li>• Exponentes de Lyapunov</li> <li>• Teorema de Kolmogorov-Arnold-Moser</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 pruebas escritas: 75% (25% c/u)</li> <li>• Tareas (resolución de ejercicios de las unidades temáticas): 25%</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<p>Básica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Goldstein, H., Poole &amp; C., Safko, J. (2001). <i>Classical Mechanics</i>. Pearson.</li> <li>• Landau, L. D. &amp; Lifshitz, E. M. (1976). <i>Mechanics: Volume 1 (Course of Theoretical Physics S)</i>. Butterworth-Heinemann.</li> <li>• Arnorld, V. I. (1989). <i>Mathematical Methods of Classical Mechanics</i>. Springer.</li> </ul>
	<p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poznyak, A. (2021). <i>Classical and Analytical Mechanics: Theory, applied examples, and practice</i>. Elsevier.</li> <li>• Gouin, H. (2020). <i>Mathematical Methods of Analytical Mechanics</i>. Elsevier.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Electrodinámica Clásica, DCF101 (Curso Obligatorio)</b>
<b>Descripción del curso</b>	<p>Este curso profundiza las bases conceptuales de la electrodinámica y las técnicas clásicas y modernas para resolver y abordar sus problemas. A lo largo del curso, el estudiante se familiarizará con los fenómenos de la electrodinámica y la radiación electromagnética, sus propiedades y su interacción con la materia. En el desarrollo de esta asignatura se espera que el estudiante sea capaz de dominar conceptos fundamentales de la electrostática y magnetostática; las bases conceptuales de los modelos de radiación electromagnética por corrientes eléctricas y cargas puntuales y las técnicas cuantitativas para determinar propiedades de la radiación electromagnética producido por fuentes arbitrarias; y el manejo de procedimientos y herramientas empleados en teorías clásica de campos, en base al estado del arte, proyecciones y tendencias en trabajo escrito u oral. Así como también formular y resolver la radiación electromagnética en términos de su formulación covariante y, aplicar los conceptos y técnicas anteriores para el caso de dispersión y radiación de partículas cargadas en movimiento.</p>
<b>Objetivos</b>	<p>Profundizar las bases conceptuales de la electrodinámica clásica mediante el uso de herramientas matemáticas avanzadas, permitiendo al estudiante comprender claramente la naturaleza unificada del campo electromagnético, sentar las bases para el estudio de teorías de campo y teorías de gauge y apreciar los alcances teóricos y las aplicaciones de la electrodinámica. Al finalizar el curso se espera que el estudiante sea capaz de dominar las bases conceptuales detrás de los modelos de radiación electromagnéticas por corrientes eléctricas y cargas puntuales y de formular y resolver la radiación electromagnética de manera covariante.</p>
<b>Contenidos</b>	<p><b>1. Conceptos fundamentales de electro y magnetostática.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley de Coulomb, ley de Gauss y potencial electrostático.</li> <li>• Teorema de Green y ecuaciones de Laplace y Poisson.</li> </ul>



- Métodos de solución: Imágenes, Inversión, Función de Green, Método variacional, Método de relajación, transformación conforme, expansión en funciones propias.
- Energía del campo electrostático.
- Dieléctricos, polarización y desplazamiento.
- Energía en medios dieléctricos.
- Corriente y ecuación de continuidad.
- Fuerza de Lorentz, Ley de Biot-Savart y Ley de Ampère.
- Potencial magnético vectorial y topología de las líneas de campo magnético.
- Momento magnético.
- Magnetismo en materiales: Magnetización.
- Métodos para resolver problemas en magnetostática.
- Energía del campo magnetostático.
- Ley de inducción de Faraday.

## **2. Fundamentos de la radiación electromagnética**

- Las ecuaciones de Maxwell e invariancia de gauge. Gauge de Coulomb y Lorenz.
- Función de Green dependiente del tiempo. Función avanzada y retardada.
- Ecuaciones de Jefimenko (Schott).
- Leyes de conservación. Teorema de Poynting y momentum del campo electromagnético.
- Energía y Momentum transportada por una onda.
- Bases conceptuales de la ondas y ondas con polarización. Vector de onda y campos.
- Modelo de dispersión.
- Dispersión anómala. Bajas frecuencias, modelo de Drude y altas frecuencias: frecuencia de plasma.
- Velocidad de fase y velocidad de grupo.
- Causalidad y analiticidad de la permitividad.
- Ondas en cavidades. Guías de onda y fibras ópticas.

## **3. Radiación multipolar, scattering y difracción.**

- Campo eléctrico dipolar y radiación. Campo magnético dipolar y eléctrico cuadrupolar.
- Modelos de radiación de materiales. Antenas.
- Expansión multipolar de los campos radiantes. Campos multipolares, energía y momento angular de la radiación multipolar.
- Distribución angular de la radiación multipolar y radiación de antenas.
- Scattering y difracción.
- Scattering por partículas pequeñas.
- Teoría general y aproximación de Born.
- Expansión de Rayleigh y el cielo azul.
- Expansión multipolar de campos EM dependientes del tiempo. Expansión de ondas esféricas en onda plana vectorial.
- Teoría escalar de la difracción y difracción vectorial en una pantalla plana.

## **4. Electrodinámica relativista.**

- Formulación relativista de la electrodinámica.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformaciones de Lorentz. Transformaciones de los campos y potenciales.</li> <li>• Campos de cargas en movimiento.</li> <li>• Dinámica de partículas relativistas. Movimiento de cargas en campos estacionarios.</li> <li>• Lagrangiano y Hamiltoniano del campo electromagnético.</li> <li>• Ecuaciones de Maxwell de un principio de acción relativista.</li> <li>• Leyes de conservación covariantes.</li> </ul> <p><b>5. Scattering y radiación de partículas cargadas en movimiento, descripción relativista.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transferencias de energía.</li> <li>• Radiación de Cherenkov. Scattering elástico.</li> <li>• Radiación de transición.</li> <li>• Potencias de Lienard-Wiechert.</li> <li>• Radiación de partícula acelerada.</li> <li>• Movimiento lento. Fórmula de Larmor. Movimiento lineal. No-relativista y relativista. Movimiento circular.</li> <li>• Radiación de sincrotrón.</li> <li>• Scattering de Thomson de la radiación.</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 Pruebas escritas: 75% (25% c/u)</li> <li>• Tareas (resolución de ejercicios de las unidades temáticas): 25%</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zangwill, A. (2013). <i>Modern electrodynamics</i>. Cambridge University Press.</li> <li>• Jackson, J.D. (1999). <i>Classical electrodynamics</i> (3<sup>rd</sup> ed.). Wiley.</li> <li>• Melia, F. (2001). <i>Electrodynamics</i>. University of Chicago Press.</li> </ul> <p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Landau, L.D. &amp; Lifshitz, E.M. (1980). <i>The classical theory of fields - Course of Theoretical Physics, Vol. 2</i> (4<sup>th</sup> ed.). Butterworth-Heinemann.</li> <li>• Landau, L.D. &amp; Lifshitz, E.M. (1984). <i>Electrodynamics of continuous media - Course of Theoretical Physics, Vol 8</i>. (2<sup>nd</sup> ed.). Pergamon Press.</li> <li>• Schwinger, J., De Raad, L., Milton, K. &amp; Tsai, W. (1981). <i>Classical electrodynamics</i>, Perseus Books.</li> <li>• Konopinski, E.J. (1981). <i>Electromagnetic fields and relativistic particles</i>. McGraw-Hill.</li> <li>• Heald, M.A. &amp; Marion, J.B. (1995). <i>Classical electromagnetic radiation</i> (3<sup>rd</sup> ed.). Saunders College Publishing.</li> <li>• Soper, D.E. (2008). <i>Classical Field Theory</i>, Dover.</li> <li>• Rohrlich, F. (2007). <i>Classical Charged Particles</i> (3<sup>rd</sup> ed.). World Scientific.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Mecánica Cuántica Avanzada, DCF104 (Curso Obligatorio)</b>
<b>Descripción del curso</b>	En el curso de Mecánica Cuántica Avanzada se estudia la base teórica de la física contemporánea que explica la naturaleza y comportamiento de la materia y energía a escala atómica. En el desarrollo de esta asignatura se espera que el estudiante sea capaz de elaborar la mecánica cuántica en 3 dimensiones, a través de las bases conceptuales del lenguaje de operadores en un espacio Hilbert; construir la relación

	entre operadores en un espacio de Hilbert y las simetrías físicas en el problema cuántico; y sintetizar la formulación de la mecánica cuántica en términos de integrales de camino.
<b>Objetivos</b>	Profundizar las bases conceptuales de la mecánica cuántica mediante el uso de herramientas matemáticas avanzadas. Esto le permitirá al estudiante comprender el comportamiento de las partículas a escala atómica y determinar su espectro de energías. Además de comprender los conceptos de función de onda y operadores, siendo capaz de formular y resolver problemas relacionados con partículas y su interacción con potenciales.
<b>Contenidos</b>	<p><b>1. Conceptos fundamentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios vectoriales de dimensión infinita y espacios de Hilbert</li> <li>• Relación de los espacios de Hilbert con una teoría de probabilidades</li> <li>• Representaciones en espacios de Hilbert como productos tensoriales de dimensión finita e infinita</li> <li>• Formulación en termino de vectores y co-vectores en la notación de Dirac de Kets y Bra.</li> <li>• Cambio de bases en espacios de dimensión infinita</li> <li>• Operadores de posición y Momentum en un sistema</li> </ul> <p><b>2. Dinámica Cuántica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolución temporal de un sistema físico en términos de la ecuación de Schrödinger</li> <li>• Representaciones de operadores dependientes e independientes del tiempo en espacios de Hilbert. (<i>de Heisenberg y Schrödinger</i>)</li> <li>• Proyección de autoestados en la representación del espacio de coordenadas y la ecuación de Schrödinger.</li> <li>• Proyección de autoestados en la representación del espacio de Momentum y la transformada de Fourier de la ecuación de Schrödinger.</li> <li>• Propagadores en mecánica cuántica y la reformulación de mecánica cuántica como un proceso pseudo-estocástico en el espacio de Hilbert.</li> <li>• Integral de camino.</li> </ul> <p><b>3. Momento Angular</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupo de rotaciones en tres dimensiones sobre espacios de dimensión finita e infinita</li> <li>• Relación entre los generadores del grupo de rotaciones, su representación y el momento angular</li> <li>• Representaciones del grupo de rotaciones en termino de productos tensoriales entre representaciones de dimensión finita e infinita.</li> <li>• Adición de momento angular y representaciones irreducibles de productos tensoriales entre representaciones de dimensión finita e infinita.</li> </ul> <p><b>4. Simetrías en Mecánica Cuántica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leyes de conservación como producto de la existencia de una simetría en un sistema físico.</li> <li>• Efecto de simetrías discretas sobre la dimensión y la representación del espacio solución.</li> <li>• Efecto de inversión temporal sobre la dimensión y la representación del espacio solución.</li> </ul>

	<b>5. Partículas idénticas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo del teorema de spin-estadística</li> <li>• Aplicaciones la construcción del espacio de Hilbert de sistema con muchas partículas</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 Pruebas escritas: 75% (25% c/u)</li> <li>• Tareas (resolución de ejercicios de las unidades temáticas): 25%</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<b>Básica:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sakurai, J. J. &amp; Napolitano, J.J. (2011). <i>Modern Quantum Mechanics</i> (2<sup>nd</sup> ed.). Pearson.</li> <li>• Townsend, J. S. (2012). <i>Modern Approach to Quantum Mechanics</i> (2<sup>nd</sup> ed.). University Science Books.</li> <li>• Cohen-Tannoudji, C., Diu, B. &amp; Laloe, F. (1992). <i>Quantum Mechanics Vol 1</i>. Wiley</li> </ul>
	<b>Recomendada:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Griffiths, D.J. (2017). <i>Introduction to Quantum Mechanics</i> (2<sup>nd</sup> ed.), Cambridge University Press</li> <li>• Cohen-Tannoudji, C., Diu, B. &amp; Laloe, F. (1997). <i>Quantum Mechanics Vol 2</i>. Wiley</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Física Estadística Moderna, DCF103 (Curso Obligatorio)</b>
<b>Descripción del curso</b>	<p>Este curso estudia la emergencia de las propiedades macroscópicas de la materia a partir de sus constituyentes microscópicos en base a la aplicación de la teoría de probabilidad. Se revisan los principios fundamentales como los ensambles o conjuntos estadísticos microcanónico, canónico y gran canónico, poniendo énfasis en su significado conceptual y origen más allá de su mera aplicación. También se exploran los fundamentos de la teoría cinética y de fenómenos críticos y sus aplicaciones a modelos usados en las áreas de materia condensada, altas energías, física de plasmas e interdisciplinarias. En el desarrollo de esta asignatura se espera que el estudiante sea capaz de dominar el concepto de ensemble en mecánica estadística, su justificación y origen; la derivación de las distribuciones microcanónica, canónica y gran canónica; las técnicas usadas para analizar sistemas de partículas interactuantes, tanto clásicas como cuánticas y sus consecuencias como la existencia de transiciones de fase; y los fundamentos de la teoría cinética, incluyendo el origen de la ecuación de Boltzmann y la distribución de velocidades de Maxwell-Boltzmann. Así como también formular y resolver la estadística de partículas no interactuantes, tales como gases clásicos y sistemas bosónicos y fermiónicos.</p>
<b>Objetivos</b>	<p>Proporcionar las herramientas teóricas que permitan al estudiante la comprensión de variados fenómenos macroscópicos que emergen de la dinámica microscópica mediante las leyes de la mecánica estadística. Así mismo, aplicar los principales conceptos y herramientas que la mecánica estadística proporciona, como una aplicación de la teoría de la probabilidad, a los intereses de investigación del estudiante. Al finalizar el curso se espera que el estudiante sea capaz de formular y resolver problemas desde el punto de vista de la mecánica estadística en distintas áreas de la física, tanto de sistemas clásicos y cuánticos, comprender la existencia y consecuencias de transiciones de fase en</p>

	distintos sistemas y el comportamiento fuera del equilibrio de sistemas por medio de la teoría cinética.
<b>Contenidos</b>	<p><b>1. Probabilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas matemáticas</li> <li>• Distribuciones de probabilidad</li> <li>• Teorema del límite central, ley de los grandes números</li> <li>• Información, entropía y estimación</li> </ul> <p><b>2. Teoría cinética de gases</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colisiones Binarias</li> <li>• Ecuación de Transporte de Boltzmann</li> <li>• Teorema de Liouville, Jerarquía BBGKY</li> <li>• Ecuación de Boltzmann.</li> <li>• Teorema H de Boltzmann y su análisis.</li> <li>• Distribuciones Maxwellianas, y el método de la distribución más probable.</li> </ul> <p><b>3. Mecánica estadística clásica y cuántica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Postulado de la mecánica estadística clásica. El ensamble microcanónico</li> <li>• El ensamble canónico, canónico generalizado y gran canónico</li> <li>• Estadística de Bose-Einstein y Fermi-Dirac</li> <li>• Ensamblajes cuánticos y matriz densidad</li> <li>• Aplicaciones: Gases Reales, Debye, Condensado de Bose-Einstein, entre Otros.</li> <li>• Expansión de Clúster clásica y cuántica.</li> <li>• Segundo Teorema del Virial</li> <li>• Principio Variacional</li> </ul> <p><b>4. Fenómenos críticos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo de Ising, y equivalencia a otros modelos</li> <li>• Sistemas magnéticos, Ising 1D y 2D.</li> <li>• Parámetros de orden</li> <li>• Transiciones de Fase y Puntos críticos</li> <li>• Transiciones de Fase según Landau</li> <li>• Aproximación de campo medio</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 Pruebas escritas: 75% (25% c/u)</li> <li>• Tareas (resolución de ejercicios de las unidades temáticas): 25%</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Huang, K. (1987) <i>Statistical Mechanics</i> (2<sup>nd</sup> ed.), Wiley.</li> <li>• Kardar, M. (2007) <i>Statistical Physics of Particles</i>, Cambridge University Press.</li> <li>• Tuckerman, M.E. (2010) <i>Statistical Mechanics: Theory and Molecular Simulation</i>, Oxford University Press.</li> </ul> <p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kittel, C. &amp; Kroemer, H. (1980) <i>Thermal Physics</i>, W. H. Freeman</li> <li>• Pathria, R.K. &amp; Beale, P.D. (2011) <i>Statistical Mechanics</i>, (3<sup>rd</sup> ed.), Academic Press.</li> <li>• Artículos científicos recientes publicados en revistas de corriente principal en el campo de la mecánica estadística.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Teoría Cuántica de Campos I, DCF102 (Curso Electivo I – Altas Energías y Gravitación)</b>
<b>Descripción del curso</b>	El curso desarrolla la teoría cuántica de campos, demuestra que ella da la base para descripción relativista de las partículas subatómicas, introduce diagramas y reglas de Feynman que se aplican al cálculo de las razones de desintegración y secciones eficaz de dispersión. El conocimiento de los conceptos y métodos del curso es imprescindible para la investigación en la teoría de partículas elementales.
<b>Objetivos</b>	Facilitar herramientas a los estudiantes que les permita conocer y aplicar los conceptos y métodos básicos de la teoría de campos cuánticos, comprendiendo como esta teoría describe partículas elementales y sus interacciones, siendo capaces de utilizar el formalismo para calcular observables físicas en electrodinámica cuántica y teorías con campos escalares.
<b>Contenidos</b>	<p><b>1. Grupo de Lorentz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupo de rotación y su representaciones. Spin.</li> <li>• Grupo de Lorentz y sus representaciones.</li> <li>• Espinores de Weyl y números de Grassmann.</li> <li>• Covariantes de Lorentz</li> </ul> <p><b>2. Campos Clásicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcional de acción relativista.</li> <li>• El principio de acción mínima (Least action principle) y Ecuación de movimiento</li> <li>• Simetrías y leyes de conservación. Teorema de Noether</li> <li>• Campos escalares y ecuación de Klein-Gordon.</li> <li>• Campos espinoriales y ecuación de Dirac.</li> <li>• Formalismo canónico</li> </ul> <p><b>3. De los Campos a las partículas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupo de Poincare (GP).</li> <li>• Representaciones de GP y introducción del espacio de Hilbert (EH)</li> <li>• Generadores de algebra de GP como operadores de observables físicas.</li> <li>• Partículas como representaciones irreducibles de GP en el EH.</li> </ul> <p><b>4. Cuantización canónica de campos libres</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relación canónica clásica y postulado de cuantización canónica. De las corchetes de Poisson a (ant-) conmutadores.</li> <li>• Teorema Spin-Estadística: bosones y fermiones.</li> <li>• Propagación de partículas y causalidad</li> <li>• Campos cuánticos escalares y fermiónicos. Sus propagadores de Feynman</li> </ul> <p><b>5. Campos cuánticos con interacciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolución en tiempo de campos cuánticos y operador de Evolución.</li> <li>• Cuadros de Heisenberg, Schrödiger y de Interacción.</li> <li>• Formula de Dayson para operador de evolución y S-matriz.</li> <li>• Estados asintóticos en dispersión y desintegración de partículas</li> <li>• Amplitud de transición en el marco de teoría de perturbación.</li> <li>• Teorema de Wick y diagramas de Feynman</li> </ul> <p><b>6. Dispersión y desintegración de partículas</b></p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Razón de desintegración</li> <li>• Sección eficaz de dispersión.</li> <li>• Regla de Oro de Fermi</li> </ul> <p><b>7. Electrodinámica cuántica. Estudio simplificado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrodinámica cuántica. Procesos electrodinámicos elementales.</li> <li>• Introducción a la renormalización.</li> <li>• Momento magnético anómalo del electrón. Corrimiento de Lamb</li> </ul> <p><b>8. Más allá de la teoría de perturbación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funciones de Green como elementos fundamentales de la Teoría Cuántica de Campos</li> <li>• Representación espectral de Källen-Lhemann</li> <li>• Teorema óptico y unitariedad de matriz S.</li> <li>• Formula de reducción de LSZ.</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 Pruebas escritas: 30% c/u</li> <li>• Tareas: 10%</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maggiore, M. (2005). <i>A Modern Introduction to Quantum Field Theory</i>. Oxford.</li> <li>• Peskin, M. &amp; Schroeder, D. (2005). <i>An Introduction to Quantum Field Theory</i>. Levant Books.</li> <li>• Mandl, F. &amp; Shaw, G. (2010). <i>Quantum Field Theory</i> (2<sup>nd</sup> ed). Wiley.</li> </ul> <p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weinberg, S. (1996). <i>The Quantum Theory of Fields</i>, Vol I y II. Cambridge.</li> <li>• Klauber, R.D. (2013) <i>Student Friendly Quantum Field Theory: Basic Principles and Quantum Electrodynamics</i>. Sandtrove Press.</li> <li>• Rayder, L.H. (1996) <i>Quantum Field Theory</i> (2<sup>nd</sup> ed.). Cambridge.</li> <li>• Srednicki, M. (2007). <i>Quantum Field Theory</i>. Cambridge.</li> <li>• Cheng, T.P. &amp; Li, L.F. (2000) <i>Gauge Theory of Elementary Particles Physics</i>. Oxford.</li> <li>• Schwartz, M. (2013). <i>Quantum Field Theory and the Standard Model</i>. Cambridge.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Física de Sólidos, DCF102 (Curso Electivo I – Materia Condensada)</b>
<b>Descripción del curso</b>	Este curso estudia las propiedades macroscópicas y microscópicas de los sólidos cristalinos teniendo como base las leyes fundamentales de la mecánica cuántica. A lo largo del curso, el estudiante se familiarizará con las diferentes interacciones presentes en sólidos, su propiedades estructurales, electrónicas y vibracionales. En el desarrollo de esta asignatura se espera que el estudiante sea capaz de dominar los conceptos y descripciones fundamentales de las interacciones físicas que mantienen unido a diferentes tipos de sólidos; las bases conceptuales de los modelos de conducción electrónica y térmica en sólidos cristalinos y sistemas de baja dimensionalidad; el manejo de procedimientos y herramientas empleadas en el desarrollo de las teorías clásica y cuántica de sólidos y sus aplicaciones; y aplicar conceptos y técnicas para la descripción de los electrones en un sólido.
<b>Objetivos</b>	Proporcionar herramientas teóricas que permitan la comprensión de los fenómenos de transporte en sólidos cristalinos y arreglos atómicos

	<p>de baja dimensionalidad a través de las leyes fundamentales de la mecánica cuántica, y aplicar conceptos de la mecánica cuántica, mecánica estadística y la cristalografía a la descripción de la materia condensada.</p>
<p><b>Contenidos</b></p>	<p><b>1. Estructura cristalina y la red directa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arreglos atómicos periódicos</li> <li>• Redes fundamentales</li> <li>• Estructuras cristalinas simples</li> <li>• Planos cristalinos</li> </ul> <p><b>2. Difracción de ondas y la red recíproca</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley de Bragg</li> <li>• La red recíproca</li> <li>• Zonas de Brillouin</li> <li>• Análisis de Fourier de bases</li> </ul> <p><b>3. Enlace cristalino y constantes elásticas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cristales de gases inertes y cristales iónicos</li> <li>• Cristales covalentes y metales</li> <li>• Constantes elásticas</li> <li>• Ondas elásticas en cristales cúbicos</li> </ul> <p><b>4. Propiedades vibracionales de la red: Fonones I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vibraciones de cristales</li> <li>• Cuantización de las ondas elásticas</li> <li>• Momentum de fonones</li> <li>• Scattering inelástico por fonones</li> </ul> <p><b>5. Propiedades térmicas de la red: Fonones II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad calorífica de fonones</li> <li>• Modelo de Debye</li> <li>• Interacción de cristales anarmónicos</li> <li>• Fonones y capacidad calorífica</li> <li>• Conductividad térmica</li> </ul> <p><b>6. Electrones libres y gas de Fermi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gas de electrones 3D</li> <li>• Conductividad eléctrica</li> <li>• Efecto Hall</li> <li>• Conductividad térmica de metales</li> </ul> <p><b>7. Bandas de energías</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo del electrón casi libre</li> <li>• Funciones de Bloch</li> <li>• Electrones en potenciales periódicos</li> <li>• Metales y aislantes</li> </ul> <p><b>8. Cristales semiconductores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gap de energía</li> <li>• Masa efectiva</li> <li>• Portadores intrínsecos</li> <li>• Conductividad por impurezas</li> </ul> <p><b>9. Superficies de Fermi y metales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficies de Fermi y orbitas</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculos de bandas de energías</li> <li>• Cuantización de orbitas</li> <li>• El efecto De Haas-van Alphen</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Prueba escrita: 25%</li> <li>• 3 Tareas de resolución de ejercicios: 75% (25% c/u)</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<b>Básica:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kittel, C. (2005). <i>Introduction to the Solid-State Physics</i> (8<sup>th</sup> ed.). Wiley.</li> <li>• Ashcroft, N.W. &amp; Mermin, N.D. (1976) <i>Solid State Physics</i>. Saunders.</li> <li>• Kaxiras, E. (2003) <i>Atomic and Electronic Structure of Solids</i>. Cambridge.</li> </ul>
	<b>Recomendada:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziman, J.M. (2001) <i>Electrons and Phonons: The theory of transport phenomena</i>. Oxford University Press.</li> <li>• Simon, S.H. (2013) <i>The Oxford Solid State Basics</i>, Oxford.</li> <li>• Cohen, M.L. &amp; Louie, S.G. (2016) <i>Fundamentals of Condensed Matter Physics</i>. Cambridge University Press.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Física de Partículas, DCF102 (Curso Electivo I – Partículas)</b>
<b>Descripción del curso</b>	La física de partículas estudia las propiedades e interacciones de partículas subatómicas ya sean estas elementales o no. Este es un curso introductorio que brinda una perspectiva amplia sobre el campo e introduce aspectos clave de la teoría, la fenomenología y la experimentación. Está dirigido/destinado a estudiantes de ambas especialidades de física de partículas elementales, tanto teórica como experimental.
<b>Objetivos</b>	Entregar herramientas a los estudiantes que les permitan conocer los conceptos y métodos teóricos y experimentales básicos de la Física de Partículas.
<b>Contenidos</b>	<p><b>1. Conceptos básicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leptones y quarks</li> <li>• Interacciones y diagramas de Feynman</li> <li>• Observables y cinemática relativista</li> <li>• Simetrías de espacio-tiempo</li> </ul> <p><b>2. Hadrones: Su estructura e interacciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hadrones: mesones y bariones</li> <li>• Modelo de quarks y simetrías SU(2) y SU(3).</li> <li>• QCD. Libertad asintótica y confinamiento.</li> </ul> <p><b>3. Modelo Estándar y más allá</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interacciones débiles</li> <li>• Neutrinos</li> <li>• Modelo Estándar</li> <li>• Más allá del Modelo Estándar</li> </ul> <p><b>4. Métodos y aparatos de física experimental</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceleradores de partículas</li> <li>• Interacciones de partículas con materia</li> <li>• Detectores de partículas</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentos modernos</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 Pruebas escritas : 90% (30% c/u)</li> <li>• Tareas : 10%</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Martin B., Shaw G.P. (2008) <i>Particle Physics</i>. (3ed.) Wiley. ISBN 0470032936</li> <li>• Donald H. Perkins. (2000) <i>Introduction to High Energ. Physics</i>-Cambridge University Press</li> <li>• Halzen, F. and Martin, A. D. (2008). <i>Quarks and leptons: An introductory course in modern particle theory</i>. Wiley. ISBN 9788126516568</li> </ul>
	<p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Povh B., Rith K., Scholz C., Zetsche F., Lavelle M. (2008) <i>Particles and Nuclei</i>. Springer.</li> <li>• Bettini A. (2008) <i>Introduction to Elementary Particle Physics</i>. Cambridge University Press.</li> <li>• Griffiths, D. J. (2008). <i>Introduction to elementary particles</i>. Wiley.</li> <li>• T.P. Cheng, L.F. Li. (2000) <i>Gauge Theory of Elementary Particles Physics</i>. Oxford Univ. Press.</li> <li>• <u>Quang Ho-Kim, Xuan-Yem Pham</u>. (1998) <i>Elementary Particles and Their Interactions</i>. Springer.</li> <li>• Coughlan, G.D., Dodd, J.E. and Gripaio, B.M. (2006). <i>The Ideas of Particle Physics: An Introduction for Scientists</i>. Cambridge University Press.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Física de Plasmas, DCF102 (Curso Electivo I – Plasmas)</b>
<b>Descripción del curso</b>	<p>En el curso de Física de Plasma se estudian los conceptos fundamentales que proveen la base del entendimiento del llamado “cuarto estado de la materia”, conocido como plasma, proporcionando un entendimiento general de su comportamiento tanto desde el punto de vista microscópico usando la teoría cinética como también en el marco de la teoría de fluidos, más precisamente la denominada magnetohidrodinámica. Se estudian los plasmas que ocurren tanto en la naturaleza como aquellos generados artificialmente en el laboratorio, los que son de interés para aplicaciones tecnológicas incluyendo la fusión nuclear controlada. En el desarrollo de esta asignatura se espera que el estudiante sea capaz de dominar la descripción clásica de una partícula en un campo electromagnético externo, las ideas fundamentales detrás de las reacciones de fusión nuclear en plasmas, la transición desde la teoría cinética en plasmas a la magnetohidrodinámica y la descripción y el origen de las ondas e inestabilidades en plasmas</p>
<b>Objetivos</b>	<p>Generar espacios para que los estudiantes conozcan los fundamentos físicos y matemáticos que permiten describir la fenomenología observada en los plasmas, tanto en la naturaleza como aquellos generados en laboratorios, siendo capaces de dominar las bases conceptuales detrás de fenómenos como el apantallamiento de Debye y los distintos tipos de inestabilidades que el plasma presenta y aplicar estos conocimientos a situaciones reales de la naturaleza o laboratorio</p>
<b>Contenidos</b>	<p><b>1. Introducción a los plasmas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definiciones generales</li> <li>• Tipos de plasmas</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apantallamiento de Debye</li> <li>• Fusión Nuclear en la Naturaleza</li> </ul> <p><b>2. Movimiento de una única partícula</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derivas de partículas en campos uniformes</li> <li>• Derivas de partículas en campos no-uniformes</li> <li>• Derivas de partículas en campos dependientes del tiempo</li> </ul> <p><b>3. Plasmas como fluidos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecuaciones de Fluido para un plasma</li> <li>• Relación éntrelas ecuaciones de fluido y la deriva del centro-guia</li> <li>• Magnetohidrodinámica de un fluido de una especie</li> <li>• Equilibrio Magnetohidrodinámico</li> </ul> <p><b>4. Procesos colisionales en plasmas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plasmas total y parcialmente ionizados</li> <li>• Colisiones en plasmas totalmente ionizados</li> <li>• Difusión en plasmas</li> <li>• Ecuación de Fokker-Plank para colisiones Coulombianas</li> </ul> <p><b>5. Ondas en plasmas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptos básicos de ondas de pequeña amplitud en un medio dispersivo anisotrópico</li> <li>• Ondas en plasmas no magnetizados</li> <li>• Ondas de alta y baja frecuencia en plasma magnetizado</li> </ul> <p><b>6. Inestabilidades en plasmas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inestabilidades de Rayleigh-Taylor</li> <li>• Inestabilidad resistiva</li> </ul> <p><b>7. Teoría cinética de los plasmas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecuación de Vlasov</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Prueba escrita: 25%</li> <li>• 3 Tareas: 75% (25% c/u)</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chen, F. (1984). <i>Introduction to Plasma Physics</i>. Plenum Press, New York.</li> <li>• Goldston, R. J., &amp; Rutherford, P. H. (1995). <i>Introduction to Plasma Physics</i>. IOP Publishing Ltd.</li> <li>• Boyd, T. J. M., &amp; Sanderson, J. J. (2003). <i>The Physics of Plasmas</i>. Cambridge University Press.</li> </ul> <p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bellan, P. M. (2006). <i>Fundamentals of Plasma Physics</i>. Cambridge University Press.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Relatividad General y Cosmología, DCF102 (Curso Electivo II – Altas Energías)</b>
<b>Descripción del curso</b>	Este es un curso de postgrado, donde los alumnos discutirán conceptos modernos de física de sistemas gravitacionales. Se revisan, en particular, distintos aspectos de la física de agujeros negros y de la cosmología, en un lenguaje matemático contemporáneo. En adición,

	los estudiantes analizarán la incorporación de conceptos cuánticos a la gravitación, incluyendo las limitaciones de dichos esquemas
<b>Objetivos</b>	Entregar herramientas que permitan a los estudiantes analizar y comprender las bases y principios de la versión contemporánea de la gravitación en diversas dimensiones.
<b>Contenidos</b>	<p><b>1. Fundamentos de geometría diferencial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios topológicos y Variedades diferenciables</li> <li>• Campos tensoriales y derivada de Lie</li> <li>• Conexiones, transporte paralelo y derivada covariante</li> <li>• Curvatura y torsión</li> <li>• Métricas (pseudo-)Riemannianas, geodésicas y coordenadas normales</li> <li>• Isometrías y vectores de Killing</li> <li>• Espacios maximalmente simétricos</li> </ul> <p><b>2. Física en espacios curvos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principio de equivalencia y observadores inerciales</li> <li>• 4-velocidad, 4-momentum y 4-aceleración</li> <li>• Cantidades conservadas</li> <li>• Red-shift gravitacional</li> </ul> <p><b>3. Ecuación de Einstein</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensor de energía-momentum como fuente de curvatura</li> <li>• Tensor de Einstein y ecuaciones de campo</li> <li>• Principio de acción de Einstein Hilbert</li> <li>• Constante cosmológica.</li> <li>• Límite Newtoniano</li> </ul> <p><b>4. Soluciones esféricas para estrellas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de simetrías y definición de ansatz</li> <li>• Geometría exterior</li> <li>• Fluidos perfectos y solución interior</li> <li>• Colapso gravitacional</li> </ul> <p><b>5. Solución de Schwarzschild y agujeros negros</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trayectorias en la geometría de Schwarzschild</li> <li>• Singularidades coordenadas y la superficie <math>r=2M</math></li> <li>• Solución interior y diagrama de Kruskal</li> <li>• interpretación de agujero negro</li> </ul> <p><b>6. Cosmología</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios de curvatura constante</li> <li>• Solución de FRWL</li> <li>• Big Bang</li> </ul> <p><b>7. Otras soluciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reissner-Nordström</li> <li>• Kerr</li> <li>• Taub-NUT and Taub-Bolt</li> <li>• BTZ</li> <li>• P-branas y fuentes extendidas, soluciones de electromagnetismo generalizado</li> </ul> <p><b>8. Agujeros negros</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios estáticos, estacionarios y horizonte de Killing</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teoremas de singularidades</li> <li>• Radiación de Hawking</li> <li>• Termodinámica de agujeros negros</li> <li>• Agujeros negros extremos</li> <li>• Problema de entropía</li> <li>• Tópicos contemporáneos: Firewalls y Entropía de entrelazamiento</li> </ul> <p><b>9. Gravedad en 2+1 dimensiones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grados de libertad locales.</li> <li>• BTZ como una identificación de AdS</li> <li>• Formulación de Chern Simons de la gravedad.</li> <li>• WZW</li> </ul> <p><b>10. Espacios asintóticamente AdS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios de Einstein y AdS</li> <li>• Grupo de AdS y grupo conforme</li> <li>• Agujeros negros en AdS</li> <li>• Schwarzschild-AdS y Reissner-Nordström- AdS</li> <li>• Kerr AdS</li> <li>• Espacios asintóticamente AdS y expansión de Fefferman-Graham.</li> <li>• Conjetura AdS-CFT.</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tareas de Resolución de ejercicios en tiempo limitado: 66.6%</li> <li>• Examen oral final (presentación): 33.3%</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Robert, W. (1984). <i>General Relativity</i>, University of Chicago Press.</li> <li>• Misner, Ch., Thorne, K.S. &amp; Wheeler, J. (1973). <i>Gravitation</i>. W. H. Freeman and Company.</li> <li>• Sachs, R. &amp; Wu, H.H. (2012). <i>General Relativity for Mathematicians</i>. Springer-Verlag.</li> </ul>
	<p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hawking, S.W., Ellis, G. F. R., Landshoff, P. V., Nelson, D. R., Sciama &amp; D. W., Weinberg S. (1975). <i>The Large Scale Structure of Space</i>. Cambridge University Press.</li> <li>• Carroll, S. M. (2004). <i>Spacetime and Geometry</i>. Addison Wesley.</li> <li>• Schutz, B. F. (2009). <i>A First Course in General Relativity</i>. Cambridge University Press.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Métodos Computacionales en Física de Sólidos, DCF102 (Curso Electivo II –Materia Condensada)</b>
<b>Descripción del curso</b>	<p>Este es un curso teórico computacional que introduce métodos computacionales modernos para la descripción cuántica de sólidos, superficies y nanoestructuras a través de la teoría del funcional de la densidad (DFT). A lo largo del curso, el estudiante se familiarizará con el uso del código computacional de uso libre Quantum Espresso. En el desarrollo de esta asignatura se espera que el estudiante sea capaz de dominar conceptos de la teoría del funcional de la densidad, sus aplicaciones y alcances; y el manejo del código Quantum Espresso y sus herramientas anexas para el modelamiento de materiales; así como también formular y resolver, a través de cálculos computacionales, las propiedades estructurales, electrónicas, vibracionales y ópticas de sólidos cristalinos, nanoestructuras y moléculas.</p>

<p><b>Objetivos</b></p>	<p>Proporcionar herramientas computacionales que permitan al estudiante describir propiedades estructurales, electrónicas, vibracionales y ópticas de sólidos cristalinos y sistemas de baja dimensionalidad a través de la teoría del funcional de la densidad, y aplicar conceptos de la mecánica cuántica, la física del estado sólidos y la cristalografía a la descripción computacional de sólidos, superficies y moléculas.</p>
<p><b>Contenidos</b></p>	<p><b>1. Conceptos teóricos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción a la Teoría del funcional de la densidad (DFT) y su implementación computacional</li> <li>• Funcionales de intercambio y correlación local y semi-locales (LDA, GGA, VdW).</li> <li>• Método de pseudopotenciales (norma conservada, ultrasoft)</li> <li>• Método PAW (Projector Augmented Wave)</li> <li>• Celda primitiva y superceldas periódicas</li> <li>• Puntos <b>k</b> en la zona de Brillouin</li> <li>• Conjunto base de ondas planas y energía de corte</li> <li>• Código Quantum Espresso (<i>script</i> y <i>keywords</i>)</li> </ul> <p><b>2. Descripción de sólidos cristalinos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura cristalina de sólidos (bcc, fcc, hcp, hex)</li> <li>• Ecuación de Murnaghan: Cálculo del parámetro de red y módulo de compresibilidad</li> <li>• Estructura electrónica de sólidos semiconductores (Silicio, Diamante) y metales (Au, Fe)</li> <li>• Polarización de spin</li> <li>• Cálculo de bandas electrónicas</li> <li>• Cálculo de bandas vibracionales (espectro de fonones)</li> <li>• Cálculo de densidad de estados electrónicos y vibracionales</li> <li>• Cálculo de densidad de carga</li> </ul> <p><b>3. Estructuras unidimensionales y bidimensionales de carbono</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura cristalina de nanotubos y grafeno</li> <li>• Cálculo de bandas electrónicas</li> <li>• Cálculo de bandas vibracionales (espectro de fonones)</li> <li>• Cálculo de densidad de estados electrónicos y vibracionales</li> <li>• Cálculo de densidad de carga</li> <li>• Interacción van der Waals: Adsorción de moléculas sobre grafeno</li> </ul> <p><b>4. Defectos e impurezas en sólidos semiconductores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo de defectos del tipo vacancias en Silicio y Diamante</li> <li>• impurezas donadoras y aceptadoras en Silicio y Diamante</li> <li>• Niveles de energía asociados a defectos e impurezas</li> </ul> <p><b>5. Descripción de superficies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Método del <i>slab</i> simétrico y asimétrico</li> <li>• Test de convergencia <i>c/r</i> al tamaño del vacío y tamaño del <i>slab</i></li> <li>• Superficies metálicas: Au(111), Au(110), Au(100)</li> <li>• Superficies semiconductoras Si(111) y Si(001): reconstrucción de superficie</li> <li>• Cálculo de bandas electrónicas de superficies</li> </ul> <p><b>6. Interacción átomos y moléculas en sólidos y superficies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Método CI-NEB (<i>script</i> y <i>keywords</i>)</li> <li>• Cálculo de barreras de difusión</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculos de barreras de disociación</li> <li>• Adsorción y disociación de O<sub>2</sub> sobre Pt(111)</li> <li>• Difusión de O<sub>2</sub> en <math>\alpha</math>-SiO<sub>2</sub></li> </ul> <p><b>7. Absorción óptica de moléculas y sólidos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Método DFT tiempo dependiente (<i>script y keywords</i>)</li> <li>• Absorción óptica de moléculas</li> <li>• Absorción óptica de semiconductores</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Prueba escrita: 10%</li> <li>• 3 Tareas de resolución de ejercicios: 90% (30% c/u)</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sholl, D.S. &amp; Steckel, J.A. (2009) <i>Density Functional Theory: A Practical Introduction</i>. Wiley.</li> <li>• Brázdová, V. &amp; Bowler, D.R. (2013) <i>Atomistic Computer Simulation: A practical guide</i>. Wiley.</li> <li>• Martin, R.M. (2013) <i>Electronic Structure: Basic Theory and Practical Methods</i>. Cambridge.</li> </ul>
	<p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kittel, C. (2005) <i>Introduction to the Solid-State Physics</i> (8<sup>th</sup> ed.). Wiley.</li> <li>• Kaxiras, E. (2003) <i>Atomic and Electronic Structure of Solids</i>. Cambridge.</li> <li>• Kohanoff, J. (2006) <i>Electronic Structure Calculations for Solids and Molecules</i>. Cambridge.</li> <li>• Marx, D. &amp; Hutter, J. (2009) <i>Ab initio molecular dynamics: Basic theory and advanced methods</i>. Cambridge.</li> <li>• Giannozzi, P., Baroni, S., Bonini, N. (2009). Quantum Espresso: a modular and open-source software project for quantum simulations of materials, <i>J. Phys.: Condens. Matter</i> 21, 395502. <a href="https://www.quantum-espresso.org">https://www.quantum-espresso.org</a></li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Teoría Cuántica de Campos II, DCF102 (Curso Electivo II – Partículas)</b>
<b>Descripción del curso</b>	El curso profundiza los conocimientos adquiridos previamente en la asignatura Teoría Cuántica de Campos I, desarrollando la teoría de renormalización y extendiendo la electrodinámica a las teoría de Gauge, basándose en el concepto de la integral funcional.
<b>Objetivos</b>	Generar espacios que permitan a los estudiantes conocer los conceptos y métodos avanzados de la Teoría Cuántica de Campos.
<b>Contenidos</b>	<p><b>1. Métodos funcionales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funciones de Green (FG) de campos cuánticos.</li> <li>• Teorema de Gell-Mann-Low y FG en términos de campos cuánticos en el cuadro de interacción.</li> <li>• Funcional Generador de FG.</li> <li>• Diagramas de Feynman para FG</li> <li>• Funcional generador para diagramas conectados y 1PI. Linked-cluster teorema.</li> </ul> <p><b>2. Integral funcional o integral de camino</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integral Funcional/de camino (IF). Definiciones y propiedades</li> <li>• Representación de Funcional Generador en términos de IF. Campos escalares y fermiónicos</li> <li>• Acción efectiva</li> </ul>

	<p><b>3. Cuantización de teorías de gauge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teorías de gauge. Definiciones.</li> <li>• Funcional generador en términos de IF</li> <li>• Método de Fadeev–Popov.</li> <li>• Propagadores y condiciones de gauge</li> <li>• Simetría BRST y unitaridad de matriz S</li> </ul> <p><b>4. Teoría de renormalización</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Divergencias UV y la Idea de renormalización</li> <li>• Conteo de divergencias ultravioleta y su estructura</li> <li>• Teorías renormalizables</li> <li>• Renormalización BPHZ y contratérminos</li> <li>• Teoría de perturbación renormalizada</li> <li>• Esquemas de renormalización</li> </ul> <p><b>5. Grupo de renormalización</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupo de Renormalización. Definición</li> <li>• Ecuación de Callan–Symanzik (ecuación RGE)</li> <li>• RGE evolución de acoplamientos</li> </ul> <p><b>6. Simetrías en teorías cuánticas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecuación de Schwinger-Dyson y ecuación de movimiento cuántica</li> <li>• Versión cuántica del teorema Noether.</li> <li>• Relaciones de Ward-Takahashi</li> <li>• Anomalías</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 Pruebas escritas: 30% c/u</li> <li>• Tareas: 10%</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peskin, M. &amp; Schroeder, D. (2005). <i>An Introduction to Quantum Field Theory</i>. Levant Books.</li> <li>• Weinberg, S. (1996). <i>The Quantum Theory of Fields</i>, Vol I y II. Cambridge.</li> <li>• Schwartz, M. (2013). <i>Quantum Field Theory and the Standard Model</i>. Cambridge.</li> </ul> <p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rayder, L.H. (1996) <i>Quantum Field Theory</i> (2<sup>nd</sup> ed.). Cambridge.</li> <li>• Srednicki, M. (2007) <i>Quantum Field Theory</i>. Cambridge.</li> <li>• Kleinert, H. (2016) <i>Particles and Quantum Fields</i>, World Scientific.</li> <li>• Cheng, T.P. &amp; Li, L.F. (2000) <i>Gauge Theory of Elementary Particles Physics</i>. Oxford.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Técnicas de Diagnóstico en Física de Plasmas, DCF102 (Curso Electivo II – Plasmas)</b>
<b>Descripción del curso</b>	En el curso de Técnicas de Diagnóstico en Física de Plasmas se estudian los conceptos fundamentales relacionados con las diferentes técnicas de medición y caracterización de descargas pulsadas y continuas de plasma utilizadas comúnmente en diversos laboratorios, así como también de plasmas de alta temperatura y sus productos con interés principal en fusión nuclear. En el desarrollo de esta asignatura se espera que el estudiante sea capaz de dominar las técnicas de diagnóstico eléctricas y ópticas, las técnicas de detección de partículas cargadas y



	las técnicas de detección de rayos X, tanto a nivel teórico como práctico.
<b>Objetivos</b>	Favorecer dinámicas que permitan al estudiante conocer los conceptos físicos fundamentales de las diferentes técnicas de medición de los fenómenos y productos generados en descargas de plasma pulsadas y continuas y que logre diseñar, construir e implementar los diagnósticos considerados en este curso, analizando e interpretando las mediciones hechas con estos diagnósticos en las descargas disponibles en el Centro de I+D en la Intersección de Física de Plasmas, Materia y Complejidad (P <sup>2</sup> MC) de la Comisión Chilena de Energía Nuclear
<b>Contenidos</b>	<p><b>1. Diagnósticos Eléctricos</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Divisores de voltaje resistivos</li><li>• Divisores de voltaje capacitivos</li><li>• Sensores de corriente (bobina de Rogowskii, sondas magnéticas)</li><li>• Rotación de Faraday</li></ul> <p><b>2. Diagnósticos ópticos refractivos</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Interferometría</li><li>• La técnica Schlieren</li><li>• Shadowgrafía</li><li>• Interferometría holográfica</li></ul> <p><b>3. Diagnósticos de partículas cargadas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Detectores Geiger-Müller</li><li>• Parábola de Thomson</li><li>• Copa de Faraday</li><li>• Sonda de Langmuir</li></ul> <p><b>4. Diagnósticos de emisión óptica</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Espectroscopía óptica</li><li>• Fotografía digital ultra rápida</li></ul> <p><b>5. Diagnósticos de rayos X</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sistema de imágenes</li><li>• Sistema de detección de pulsos (centelladores y semiconductores)</li><li>• Espectroscopía EUV (extreme ultra violet) a HXR (hard x-rays)</li></ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cuatro informes de laboratorio: 25% cada uno</li></ul>
<b>Bibliografía</b>	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Hutchinson, I. H. (2005). <i>Principles of Plasma Diagnostics</i>. Cambridge University Press.</li><li>• Ostrovsky, Y. I., Butusov, M. M., &amp; Ostrovskaya, G. V. (2013). <i>Interferometry by holography (Vol. 20)</i>. Springer.</li><li>• Kunze, H. J. (2009). <i>Introduction to plasma spectroscopy (Vol. 56)</i>. Springer Science &amp; Business Media.</li></ul> <p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Atwood, D. (1999). <i>Soft X-rays and extreme ultraviolet radiation. Principles and Applications</i>. Cambridge University Press.</li><li>• Leo, W. R. (2012). <i>Techniques for nuclear and particle physics experiments: a how-to approach</i>. Springer Science &amp; Business Media.</li><li>• Knoll, G. F. (2010). <i>Radiation detection and measurement</i>. John Wiley &amp; Sons.</li></ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Física del Modelo Estándar, DCF 201 (Curso Electivo III – Altas Energías)</b>
<b>Descripción del curso</b>	El modelo estándar de física de partículas es una teoría de las interacciones fundamentales de la naturaleza (exceptuando a la gravedad) así como también de la estructura de la materia a nivel subatómico. El modelo se construye en base a teorías invariantes de Lorentz y que presentan ciertas invariancias de gauge. En este curso se estudiarán los elementos básicos del denominado Modelo Estándar de Física de Partículas
<b>Objetivos</b>	El objetivo de este curso es proveer un marco teórico para comprender la física de partículas desde una perspectiva moderna, mostrar las técnicas y herramientas de cálculo necesarias para comparar predicción con observación, así como también explorar extensiones más allá del modelo estándar.
<b>Contenidos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leptones y quarks.</li> <li>• Interacciones y campos del modelo estándar.</li> <li>• Clasificación de partículas e interacciones.</li> <li>• Cinemática relativista.</li> <li>• Simetrías y leyes de conservación.</li> <li>• Scattering y diagramas de Feynman.</li> <li>• Electrodinámica cuántica</li> <li>• Interacción débil.</li> <li>• Rompimiento espontáneo de la simetría electro-débil.</li> <li>• Introducción a física más allá del modelo estándar.</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tareas de Resolución de ejercicios en tiempo limitado: 66.6%</li> <li>• Examen oral final (presentación): 33.3%</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<b>Básica:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Griffiths, D. J. (2008). Introduction to elementary particles. Wiley.</li> <li>• Halzen, F. and Martin, A. D. (2008). Quarks and leptons: An introductory course in modern particle theory. Wiley.</li> <li>• W. Greiner; B. Müller (2000). Gauge Theory of Weak Interactions. Springer.</li> </ul>
	<b>Recomendada:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aitchison A., H. (2012). Gauge Theories in Particle Physics: A Practical Introduction. Institute of Physics. CRC Press.</li> <li>• Coughlan, G.D., Dodd, J.E. and Gripaos, B.M. (2006). The Ideas of Particle Physics: An Introduction for Scientists. Cambridge University Press.</li> <li>• Kane, G.L. (1987). Modern Elementary Particle Physics. Perseus Books.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Gravitación Avanzada y Holografía, DCF201 (Curso Electivo III –Altas Energías)</b>
<b>Descripción del curso</b>	Este curso de postgrado aborda los conceptos de Supersimetría, Supergravedad y Holografía, donde se discuten las ideas que extienden las simetrías de Poincaré y difeomorfismos, además de los fundamentos y aplicaciones del Principio Holográfico
<b>Objetivos</b>	Otorgar el marco teórico que permita a los estudiantes entender las ideas básicas y técnicas en Supersimetría, Supergravedad y Holografía. Esos conceptos son elementos fundamentales de teorías avanzadas

	sobre la materia y sus interacciones como la teoría de cuerdas y modelos holográficos de la naturaleza
<b>Contenidos</b>	<p><b>1. Supersimetría y Supergravedad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Representaciones del álgebra de Poincaré y espinores en distintas dimensiones</li> <li>• Algebra de Supersimetría, simetría R y sus representaciones</li> <li>• Superespacios</li> <li>• Teorías con supersimetría N=1 y N=2 en D=4</li> <li>• Teoremas de no-renormalización y holomorficidad</li> <li>• Supersimetría local, invariancia de difeomorfismo y supergravedad</li> <li>• Formalismos de primer y segundo orden</li> <li>• Acciones de supergravedad en distintas dimensiones</li> <li>• Espinores de Killing y soluciones</li> </ul> <p><b>2. Holografía</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios asintóticamente AdS y expansión de Fefferman-Graham.</li> <li>• Conjetura AdS/CFT y dualidades gauge/gravity</li> <li>• Diccionario holográfico</li> <li>• Funciones de correlación y diagramas de Witten</li> <li>• Renormalización holográfica</li> <li>• Anomalía conforme</li> <li>• Grupo de renormalización</li> <li>• Aplicaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wilson loops</li> <li>▪ Hidrodinámica holográfica</li> <li>▪ Superconductores holográficos</li> <li>▪ Entropía de entrelazamiento</li> </ul> </li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tareas de Resolución de ejercicios en tiempo limitado: 66.6%</li> <li>• Examen oral final (presentación): 33.3%</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wess, J. and Bagger, J. (1992). <i>Supersymmetry and Supergravity</i>. Princeton University Press.</li> <li>• Ammon, M. and Erdmenger, J. (2015) <i>Gauge/Gravity Duality</i>, Cambridge University Press.</li> <li>• Freedman, D. and Van Proeyen A., <i>Supergravity</i> (2012). Cambridge University Press.</li> </ul> <p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Terning, J. (2013), <i>Modern Supersymmetry</i>, Oxford Science Publications.</li> <li>• Weinberg, S. (1999). <i>The Quantum Theory of Fields</i>, Vol. 3: <i>Supersymmetry</i>. Cambridge University Press.</li> <li>• Nastase, H. (2015), <i>Introduction to AdS/CFT correspondence</i>. Cambridge University Press.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Teoría de Grupos en Física, DCF 201 (Curso Electivo III –Altas Energías)</b>
<b>Descripción del curso</b>	En este curso se estudiarán los grupos discretos y sus representaciones, las propiedades de los grupos continuos de Lie y sus álgebras y se enfatizarán las principales aplicaciones a física de altas energías y gravitación. Se introduce grupos de Lie como variedades diferenciales y también espacios homogéneos.

<b>Objetivos</b>	Entregar herramientas para que los estudiantes desarrollen ideas básicas y conceptos fundamentales en teoría de grupos y álgebras de Lie y sus representaciones. Además, ellos pueden comprender la relevancia de esos conceptos en la descripción de simetrías en física.
<b>Contenidos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupo de permutaciones y Tablas de Young</li> <li>• Caracteres de una representación</li> <li>• Diagramas de Dynkin</li> <li>• Álgebras de Lie clásicas y sus representaciones: sub álgebra de Cartan y diagramas de Dynkin</li> <li>• Álgebras de Lie simples y afines</li> <li>• Superalgebras de Lie</li> <li>• Grupos de Lie y su geometría</li> <li>• Representaciones versus realizaciones de grupos.</li> <li>• Grupo conforme en diversas dimensiones</li> <li>• Cosets y espacios simétricos</li> <li>• Representación de grupos de dimensión infinita y Álgebras de Kac-Moody</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tareas de Resolución de ejercicios en tiempo limitado: 66.6%</li> <li>• Examen oral final (presentación): 33.3%</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuchs, J &amp; Schweigert, C. (2003). <i>Symmetries, Lie Algebras and Representations: A Graduate Course for Physicists</i>. Cambridge University Press.</li> <li>• Hall, B. (2016). <i>Lie Groups, Lie Algebras, and Representations: An Elementary Introduction</i>. Springer.</li> <li>• Tu, L. W. (2017). <i>Differential Geometry: Connections, Curvature, and Characteristic Classes</i>. Springer.</li> </ul> <p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frankel, T. (2012). <i>The Geometry of Physics: An Introduction</i>. Cambridge University Press.</li> <li>• Sidney, C. (1985). <i>Aspects of Symmetry: Selected Erice Lectures of Sidney Coleman</i>. Cambridge University Press.</li> <li>• Howard, G. (1999). <i>Lie Algebras in Particle Physics</i>. Reading, Massachusetts: Perseus Books.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Tópicos en Teoría de Cuerdas, DCF201 (Curso Electivo III –Altas Energías)</b>
<b>Descripción del curso</b>	En este curso se introducen los conceptos y técnicas de la teoría de cuerdas, como una posible descripción fundamental de la materia y sus interacciones. A través de lo anterior, se calculan observables como el espectro de masa y spin de los estados de la cuerda, amplitudes de scattering de estados de la cuerda y se entienden las condiciones de consistencia. Los tópicos principales que serán abordados comprenden: partícula relativista en el formalismo línea-mundo, acción de Nambu-Goto, acción clásica de Polyakov, integral de camino de la cuerda y CFT, espectro físico y BRST, background curvos y amplitudes de scattering, supercuerda y sus descripciones, además de algunos tópicos avanzados como orbifold, cuantización AKSZ y la conjetura AdS/CFT.
<b>Objetivos</b>	Proveer las herramientas que permitan al estudiante adquirir los conceptos y métodos avanzados de la Teoría de Cuerdas.
<b>Contenidos</b>	<p><b>1. La acción de la cuerda</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones de Nambu-Goto y de Polyakov</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantización en el cono de luz</li> </ul> <p><b>2. Teoría conforme de campos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantización Radial, álgebra de Virasoro y OPE's</li> <li>• Campos libres y expansión en modos</li> <li>• Espectro de la cuerda y cuantización BRST</li> </ul> <p><b>3. Interacciones y selecciones de scattering</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integral de camino de Polyakov</li> <li>• La matriz de scattering</li> <li>• Amplitudes tree-level 1-loop</li> <li>• Acciones efectivas</li> </ul> <p><b>4. D-branas y dualidad-T</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones de borde y D-branas</li> <li>• Compactificaciones y dualidad-T</li> </ul> <p><b>5. Supercuerdas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supersimetría y cuerdas tipo I, II y heterótica</li> <li>• Interacciones y acciones efectivas</li> <li>• D-branas y dualidades</li> </ul> <p><b>6. Tópicos avanzados</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Orbifolds</li> <li>• Compactificaciones</li> <li>• Formalismo AKSZ</li> <li>• AdS/CFT</li> <li>• Estado del arte</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tareas de Resolución de ejercicios en tiempo limitado: 66.6%</li> <li>• Examen oral final (presentación): 33.3%</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polchinski , J. (2005), <i>String Theory</i>, vol 1 y vol 2, 2nd edition. Cambridge University Press.</li> <li>• Green, M.B.; Schwarz, J.H. &amp; Witten, E. (), <i>Superstring Theory vol. 1 and vol. 2</i>, 1st edition. Cambridge University Press.</li> <li>• Blumenhagen, R.; Lüst, D. &amp; Theisen S. (2013), <i>Basic Concepts of String Theory</i>, Springer.</li> </ul> <p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Becker, K.; Becker, M. &amp; Schwarz, J. H. (2006), <i>String Theory and M-Theory</i>. Cambridge University Press.</li> <li>• Artículos en revistas indexadas</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Cosmología Avanzada, DCF201 (Curso Electivo III –Altas Energías)</b>
<b>Descripción del curso</b>	Este es curso avanzado de la teoría que sustenta la Cosmología Moderna. En este sentido, profundiza conceptos de Relatividad General, como una descripción geométrica de la gravedad, que determina la evolución del Universo a gran escala.
<b>Objetivos</b>	El objetivo de esta asignatura es que, a través del análisis crítico de modelos dinámicos del Universo, el estudiante comprenda la expansión del Universo y contraste la teoría con datos observacionales.
<b>Contenidos</b>	<b>1. El modelo estándar de la cosmología</b>

	<p><b>2. Universo en Expansión</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacio de Friedmann, Robertson, Walker and Lemaître</li> <li>• Evolución de la densidad de energía</li> <li>• Partículas elementales en un universo en expansión</li> </ul> <p><b>3. Más allá del equilibrio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecuación de Boltzmann</li> <li>• Big Bang y nucleosíntesis</li> <li>• Materia oscura</li> <li>• Interacción y generalizaciones de la ecuación de Boltzmann</li> <li>• Colisiones</li> </ul> <p><b>4. Perturbaciones cosmológicas de las ecuaciones de Einstein</b></p> <p><b>5. Condiciones iniciales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Universo inicial</li> <li>• Problema del horizonte</li> <li>• Campos escalares y perturbaciones escalares</li> </ul> <p><b>6. Inhomogeneidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran escala</li> <li>• Pequeña escala</li> <li>• Mas allá de la materia oscura fría</li> </ul> <p><b>7. Anisotropías</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran escala y pequeña escala</li> <li>• Oscilaciones acústicas</li> <li>• Inhomogeneidades en anisotropías</li> <li>• Espectro de anisotropías</li> </ul>
<p><b>Modalidad de evaluación</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tareas de Resolución de ejercicios en tiempo limitado: 75%</li> <li>• Examen oral final (presentación): 25%</li> </ul>
<p><b>Bibliografía</b></p>	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dodelson, S. (2003). <i>Modern Cosmology</i>, 1era Edición, Academic Press.</li> <li>• Ryden, B. (2016). <i>Introduction to Cosmology</i>. Cambridge University Press.</li> <li>• Weinberg, S. (2008). <i>Cosmology</i>, Oxford University Press.</li> </ul> <p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Choquet-Bruhat, Y. (2015). <i>Introduction to General Relativity, black holes and cosmology</i>. Oxford University Press.</li> <li>• Misner, C.W.; Thorne, K. &amp; Wheeler, J. (1973). <i>Gravitation</i>. W.H. Freeman.</li> <li>• Boehmer, C. (2016). <i>Introduction to General Relativity and Cosmology (Essential Textbooks in Physics)</i>. World Scientific Publishing Europe Ltd.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Tópicos Avanzados en Física de Sólidos, DCF201 (Curso Electivo III – Materia Condensada)</b>
<b>Descripción del curso</b>	Este es un curso avanzado de física de sólidos que estudia fenómenos colectivos en sistemas de electrones débil y fuertemente correlacionados. A lo largo del curso, el estudiante se familiarizará con el concepto de cuasipartícula para describir diferentes fenómenos presentes en sólidos cristalinos, tales como fonones, plasmones, excitones y magnones. En el desarrollo de esta asignatura se espera que el estudiante sea capaz de dominar conceptos avanzados de la física de sólidos y sus interacciones, las bases conceptuales del modelo de cuasipartícula en sólidos, y de manejar procedimientos, herramientas y aplicaciones de la teoría cuántica de sólidos; así como también aplicar conceptos y técnicas para la descripción de la correlación electrónica.
<b>Objetivos</b>	Proporcionar herramientas teóricas que permitan la comprensión de los fenómenos de transporte en sólidos cristalinos y arreglos atómicos de baja dimensionalidad a través de las leyes fundamentales de la mecánica cuántica, y aplicar conceptos de la mecánica cuántica, mecánica estadística y la cristalografía a la descripción de la materia condensada.
<b>Contenidos</b>	<p><b>1. Superconductividad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencia experimental: Ocurrencia y destrucción de la superconductividad</li> <li>• Efecto Meissner, capacidad calorífica y gap de energía</li> <li>• Ecuación de London y teoría BCS</li> <li>• Superconductores del Tipo II</li> <li>• Efecto Josephson</li> <li>• Superconductores de alta temperatura</li> </ul> <p><b>2. Diamagnetismo y paramagnetismo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecuación de Langevin</li> <li>• Diamagnetismo y paramagnetismo</li> <li>• Teoría cuántica del diamagnetismo y paramagnetismo</li> <li>• Susceptibilidad paramagnética de electrones de conducción</li> </ul> <p><b>3. Ferromagnetismo y antiferromagnetismo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden ferromagnético</li> <li>• Magnons</li> <li>• Scattering magnético de neutrones</li> <li>• Orden ferrimagnético y antiferrimagnético</li> <li>• Dominios ferromagnéticos</li> <li>• Partículas de dominio único</li> </ul> <p><b>4. Resonancia magnética</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resonancia magnética nuclear</li> <li>• Desdoblamiento hiperfino</li> <li>• Resonancia nuclear cuadrupolar</li> <li>• Resonancia ferromagnética y antiferromagnética</li> <li>• Resonancia paramagnética electrónica</li> </ul> <p><b>5. Plasmones, polaritones y polarones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Función dieléctrica del gas de electrones</li> <li>• Plasmones y polaritones</li> <li>• Interacción electrón-electrón</li> <li>• Interacción electrón-fonón</li> <li>• Inestabilidad de Peierls en metales lineales</li> </ul>

	<p><b>6. Teoría del funcional de la densidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teorema de Hohenberg-Kohn</li> <li>• Ecuaciones de Kohn-Sham</li> <li>• Potencial de intercambio y correlación</li> <li>• Funcionales semilocales: LDA, GGA, vdW</li> <li>• Funcionales híbridos: HSE</li> <li>• Método de Pseudopotenciales</li> <li>• Puntos <math>k</math> en la zona de Brillouin</li> </ul> <p><b>7. Física de semiconductores y sistemas de baja dimensionalidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Semiconductores elementales y binarios</li> <li>• Óxidos y nanoestructuras de carbono</li> <li>• Semiconductores laminares, orgánicos y magnéticos</li> <li>• Estructura electrónica de bandas</li> </ul> <p><b>8. Propiedades electrónicas de defectos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación de defectos</li> <li>• Impurezas poco profundas</li> <li>• Centros profundos</li> <li>• Método de la función de Green</li> <li>• Energía de formación de defectos</li> </ul> <p><b>9. Transporte eléctrico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aproximación semi-clásica</li> <li>• Movilidad de portadores</li> <li>• Modulación por dopantes</li> <li>• Transporte de campo alto (hot carriers)</li> <li>• Magneto-transporte y el Efecto Hall</li> </ul>
<p><b>Modalidad de evaluación</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Prueba escrita: 25%</li> <li>• 3 Tareas de resolución de ejercicios: 75% (25% c/u)</li> </ul>
<p><b>Bibliografía</b></p>	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kittel, C. (2005). <i>Introduction to the Solid-State Physics</i> (8<sup>th</sup> ed.). Wiley.</li> <li>• Ashcroft, N.W. &amp; Mermin, N.D. (1976) <i>Solid State Physics</i>. Saunders.</li> <li>• Cohen, M.L. &amp; Louie, S.G. (2016) <i>Fundamentals of Condensed Matter Physics</i>. Cambridge University Press</li> </ul> <p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cini, M. (2007) <i>Topics and methods in condensed matter physics</i>. Springer -Verlag Berlin.</li> <li>• Kaxiras, E. (2003) <i>Atomic and Electronic Structure of Solids</i>. Cambridge.</li> <li>• Yu, P. &amp; Cardona, M. (2010) <i>Fundamentals of Semiconductors</i> (4<sup>th</sup> ed.). Springer.</li> <li>• Kohanoff, J. (2006) <i>Electronic Structure Calculations for Solids and Molecules</i>. Cambridge.</li> <li>• Han, F. (2013) <i>A modern course in quantum theory of solids</i>. World Scientific.</li> </ul>



<b>Nombre del curso</b>	<b>Tópicos Avanzados en Física Estadística, DCF201 (Curso Electivo III – Materia Condensada)</b>
<b>Descripción del curso</b>	En el curso de Tópicos Avanzados para Física de Materiales se revisan herramientas avanzadas de Mecánica Estadística y Análisis de Datos, desde una perspectiva tanto teórica como computacional. Se examinan formalismos de mecánica estadística generalizada como estadística de Tsallis y superestadística, métodos computacionales como Monte Carlo Metropolis y simulación Wang-Landau, y elementos de aprendizaje computacional (machine learning). En el desarrollo de esta asignatura se espera que el estudiante sea capaz de dominar los principios que sustentan la simulación Monte Carlo, el concepto de ensemble generalizado y sus aplicaciones, los fundamentos de la teoría superestadística y la estadística de Tsallis, los principios detrás de técnicas de aprendizaje computacional (machine learning) tales como clasificación y regresión supervisadas y, el concepto de deep learning a través de redes neuronales.
<b>Objetivos</b>	Generar instancias que permitan a los estudiantes adquirir conceptos físicos, matemáticos y computacionales para entender las herramientas más recientes utilizadas tanto para construir y validar teorías como para analizar datos experimentales y de simulación, en el contexto de Física de Materiales; dominar las bases conceptuales detrás de la simulación Monte Carlo, entender la idea de superestadística, su origen y justificación, así como también comprender y aplicar métodos de aprendizaje computacional (machine learning) al análisis de datos.
<b>Contenidos</b>	<b>1. Teoría de probabilidad e inferencia</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Probabilidad frecuentista y bayesiana</li><li>• Distribuciones discretas y continuas</li><li>• Expectación</li><li>• Estimación de parámetros</li><li>• Comparación de modelos</li></ul> <b>2. Simulación Monte Carlo</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Integración numérica usando números pseudoaleatorios</li><li>• La ley de los grandes números</li><li>• Algoritmo de Metropolis</li></ul> <b>3. Aprendizaje computacional (machine learning)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aprendizaje supervisado y no supervisado</li><li>• Reducción de dimensionalidad (principal component analysis)</li><li>• Entrenamiento y testeo para clasificación</li><li>• Redes neuronales y deep learning</li></ul> <b>4. Mecánica Estadística Generalizada</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ensembles generalizados</li><li>• Estadística de Tsallis</li><li>• Superestadística</li></ul> <b>5. Simulación Monte Carlo</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Algoritmo de Wang-Landau</li><li>• Algoritmos tipo Replica Exchange</li></ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 Prueba escrita: 25%</li><li>• 3 Tareas de resolución de ejercicios: 75% (25% c/u)</li></ul>
<b>Bibliografía</b>	<b>Básica:</b>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gould, H., Tobochnik, J., &amp; Christian, W. (2017). <i>An introduction to computer simulation methods</i>. 3era edición. CreateSpace Independent Publishing Platform.</li> <li>• Murphy, K. P. (2012). <i>Machine Learning: A probabilistic perspective</i> (2<sup>nd</sup> ed.). MIT</li> <li>• Naudts, J. (2011). <i>Generalised Thermostatistics</i>. Springer.</li> </ul>
	<p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deisenroth, M. P. (2020). <i>Mathematics for Machine Learning</i>. Cambridge University Press.</li> <li>• Artículos científicos recientes publicados en revistas de corriente principal en el campo de la mecánica estadística.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Teoría Cuántica de Campos en Materia Condensada, DCF201 (Curso Electivo III – Materia Condensada)</b>
<b>Descripción del curso</b>	Este es un curso avanzado que trata de la física de muchos cuerpos y fenómenos colectivos en física de la materia condensada. Introduce conceptos y metodologías para describir sistemas de electrones interactuantes y transiciones de fase en la materia. El curso familiariza al estudiante con técnicas matemáticas avanzadas para describir y resolver sistemas fermiónicos y bosónicos de muchos cuerpos, para brindarle experiencia en su aplicación para describir fenómenos físicos como magnetismo y superconductividad. En el desarrollo de esta asignatura se espera que el estudiante sea capaz de dominar conceptos fundamentales en teoría cuántica de campos y herramientas matemáticas avanzadas de campos continuos, segunda cuantización, integral funcional, diagramas de Feynman, funciones de Green, y grupo de renormalización; aplicar metodologías matemáticas avanzadas como bosonización, teoría diagramática de perturbaciones y grupo de renormalización para resolver el espectro de un sistema electrónico de muchos cuerpos, calcular observables y describir transiciones de fases; y formular y resolver Hamiltonianos microscópicos que describan fenómenos físicos colectivos.
<b>Objetivos</b>	Profundizar las bases conceptuales de la teoría cuántica de campos en el contexto de la física de la materia condensada y ciencia de materiales e introducir metodologías avanzadas para describir sistemas electrónicos de muchos cuerpos, sus interacciones, y los fenómenos físicos que originan. Este curso le permitirá al estudiante entender comportamientos colectivos de electrones en materiales utilizando herramientas matemáticas avanzadas, dominar los conceptos fundamentales de teoría cuántica de campos, aplicar técnicas avanzadas de muchos cuerpos para obtener observables de sistemas interactuantes, describir transiciones de fases en sistemas electrónicos a nivel microscópico y, entender fenómenos como magnetismo y superconductividad.
<b>Contenidos</b>	<p><b>1. Introducción a la teoría de campos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principio Variacional</li> <li>• Cadena cuántica</li> <li>• Teorema de Noether</li> <li>• Segunda Cuantización</li> <li>• Transformación de Bogoliubov</li> </ul> <p><b>2. Integral funcional</b></p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integral de Camino</li> <li>Estados coherentes</li> <li>Integral funcional para sistemas de muchos cuerpos (bosones y fermiones)</li> <li>Frecuencias de Matsubara</li> </ul> <p><b>3. Teoría de perturbaciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Función de Green en plano complejo</li> <li>Diagramas de Feynman</li> <li>Ecuación de Dyson</li> <li>Gas de electrones interactuantes</li> </ul> <p><b>4. Fenómenos colectivos y rompimiento espontáneo de simetría</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Transformación de Hubbard-Stratonovich</li> <li>Fluctuaciones en torno a campo medio</li> <li>Superconductividad: Teoría de Ginzburg-Landau</li> <li>Superconductividad: Teoría de Bardeen-Cooper-Schrieffer</li> <li>Mecanismo de Anderson-Higgs</li> </ul> <p><b>5. Grupo de renormalización</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Flujo de renormalización y puntos críticos</li> <li>Exponentes críticos y transiciones de fase</li> <li>Ecuación de Gell-Mann-Low</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Prueba escrita: 25%</li> <li>3 Tareas de resolución de ejercicios: 75% (25% c/u)</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Altland, A. &amp; Simons, B. (2010). <i>Condensed Matter Field Theory</i>. Cambridge University Press.</li> <li>Coleman, P. (2016). <i>Introduction to Many-Body Physics</i>. Cambridge University Press.</li> <li>Mahan, G. D. (2000). <i>Many-Particle Physics</i>. Springer.</li> </ul> <p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fetter, A. L. and Walecka, J. D. (2003). <i>Quantum Theory of Many-Particle systems</i>. Dover.</li> <li>Abrikosov, A. A. (1975). <i>Methods of Quantum Field Theory in Statistical Physics</i>. Dover.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Mecánica Cuántica Relativista, DCF201 (Curso Electivo III – Materia Condensada)</b>
<b>Descripción del curso</b>	En el curso de Mecánica Cuántica Relativista se estudian desarrollos en la mecánica cuántica posteriores a su formulación original, principalmente debidos a Dirac y Feynman, como son el correcto tratamiento de la radiación electromagnética y la incorporación del principio de relatividad especial. Estos elementos y técnicas son usados ampliamente tanto en física de altas energías como en física de la materia condensada.
<b>Objetivos</b>	Proporcionar herramientas teóricas que permitan la comprensión de los fenómenos de mecánica cuántica más allá de la formulación no relativista, tales como la interacción de la radiación y la materia y sus consecuencias, y la unificación de la mecánica cuántica y la relatividad especial por medio de la ecuación de Dirac, mediante la cual es posible entender la existencia de las antipartículas y el spin. Así mismo, podrá

	analizar sistemas mediante la formulación de integrales de camino de Feynman.
<b>Contenidos</b>	<p><b>1. - Teoría clásica de campos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Naturaleza cuántica de la radiación.</li> <li>• Radiación de cuerpo negro.</li> <li>• Necesidad de teoría cuántica de la radiación con número de partículas no conservado.</li> <li>• Principio de acción y ecuaciones de Euler-Lagrange.</li> <li>• Campo escalar neutro y complejo cargado.</li> <li>• Invarianza de gauge.</li> <li>• El campo clásico de Maxwell.</li> <li>• Potencial magnético vectorial en mecánica cuántica.</li> </ul> <p><b>2. - Teoría cuántica de la radiación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Campos clásicos de radiación en el gauge de Coulomb.</li> <li>• Operadores de creación, aniquilación y número. Espacio de Fock.</li> <li>• Cuantización del campo electromagnético.</li> <li>• Teoría de perturbaciones dependiente del tiempo.</li> <li>• Emisión y absorción de fotones por átomos.</li> <li>• Fórmula de Kramers-Heisenberg.</li> <li>• Scattering de Rayleigh y de Thompson.</li> </ul> <p><b>3.- Mecánica cuántica relativista de partículas de espín <math>\frac{1}{2}</math></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La ecuación de Klein-Gordon.</li> <li>• La ecuación de Dirac.</li> <li>• El spin del electrón.</li> <li>• La teoría de Dirac para el electrón.</li> <li>• Soluciones de partícula libre a la ecuación de Dirac.</li> <li>• Covarianza de la ecuación de Dirac.</li> <li>• Covariantes bilineales.</li> <li>• Constantes de movimiento, velocidad en la teoría de Dirac.</li> <li>• Zitterbewegung y paradoja de Klein.</li> <li>• Cuantización de la función de onda de Dirac.</li> <li>• Operadores de creación y aniquilación para estados electrónicos y positrónicos.</li> </ul> <p><b>4.- Teoría de perturbaciones covariante.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matriz S.</li> <li>• Scattering y estados asintóticos. La hipótesis adiabática.</li> <li>• Expansión de la matriz S en potencias del Hamiltoniano de interacción.</li> <li>• Scattering de Mott (scattering de un electrón por un campo EM externo clásico).</li> <li>• Procesos de segundo orden.</li> <li>• Propagador de Feynman.</li> <li>• Diagramas de Feynman.</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 Pruebas escrita: 60% (20% c/u)</li> <li>• Tareas de resolución de ejercicios: 30%</li> <li>• Trabajos en grupos: 10%</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sakurai, J. J. (2013). <i>Advanced Quantum Mechanics</i>. Pearson.</li> <li>• Bjorken, J. D. &amp; Stanley D. D. (1964), <i>Relativistic Quantum Mechanics</i>. McGraw-Hill.</li> <li>• Schwabl, F. (2008). <i>Advanced Quantum Mechanics</i> (4<sup>th</sup> ed). Springer.</li> </ul>



	<p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Greiner, W. (2000) <i>Relativistic quantum mechanics. Wave equations</i>, Vol. 8 (3<sup>rd</sup> ed). Springer.</li> <li>• Greiner, W. &amp; Reinhardt, J. (1993). <i>Field quantization</i>, Vol. 9. Springer.</li> <li>• Shankar, R. (1994). <i>Principles of Quantum Mechanics</i>. Springer.</li> </ul>
--	---

<b>Nombre del curso</b>	<b>Física de Partículas Experimental, DCF201 (Curso Electivo III – Partículas)</b>
<b>Descripción del curso</b>	<p>Durante de este curso los estudiantes recibirán una visión amplia de instrumentación, técnicas de adquisición, caracterización y análisis de datos, empleados en el área de Física de Partículas.</p> <p>Además de clases teóricas, se presenta al estudiante un problema práctico que pueda abordar en el lapso de un semestre y que debe ser realizado como un trabajo independiente con supervisión del profesor. En algunos casos las tareas a desarrollar involucran el diseño de piezas y partes a ser empleadas en el sistema experimental</p>
<b>Objetivos</b>	Generar espacios que permitan a los estudiantes conocer, aplicar y practicar métodos y técnicas experimentales avanzadas de Física de Partículas.
<b>Contenidos</b>	<p><b>1. Conceptos básicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceleradores de partículas</li> <li>• Interacciones de partículas y radiación con materia.</li> <li>• Detectores.</li> </ul> <p><b>2. Detectores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades características de los detectores</li> <li>• Fuentes de la radiación y su medición</li> <li>• Los fenómenos físicos usados en detectores de partículas</li> <li>• Calorímetros en experimentos con aceleradores de partículas</li> <li>• Detectores de traza (track detectors)</li> </ul> <p><b>3. Recolección, procesamiento y análisis de datos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de adquisición de datos</li> <li>• Procesamiento de señales</li> <li>• Ruido electrónico</li> <li>• Pulse Shaping</li> <li>• Electrónica digital</li> <li>• Identificación de partículas</li> <li>• Análisis de datos y métodos computacionales</li> </ul> <p><b>4. Experimentos de bajo ruido</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detectores de neutrino</li> <li>• Detectores de Materia oscura</li> <li>• Laboratorios subterráneos</li> </ul> <p><b>5. Aplicaciones fuera de la física de partículas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicaciones medicas</li> <li>• Aplicaciones industriales y en minería</li> <li>• Aplicaciones geológicas</li> <li>• Seguridad ambiental, etc.</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tareas teóricas : 20%</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo laboratorio : 40%</li> <li>• Examen oral final : 40%</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<b>Básica:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupen, C. &amp; Shwartz, B. (2008). <i>Particle detectors</i> (2<sup>nd</sup> ed.). Cambridge Univ Press.</li> <li>• Leo, W.R. (1987). <i>Techniques for nuclear and particle physics experiments</i>. Springer.</li> <li>• Cahn, R.H. &amp; Goldhaber, G. (2009). <i>Experimental Foundations of Particle Physics</i>. Cambridge University Press.</li> </ul>
	<b>Recomendada:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bettini A. (2008) <i>Introduction to Elementary Particle Physics</i>. Cambridge University Press.</li> <li>• Povh, B.; Rith, K.; Scholz, C.; Zetsche, F. &amp; Lavelle, M. (2008). <i>Particles and Nuclei</i>. Springer.</li> <li>• Martin, B. &amp; Shaw, G.P. (2008) <i>Particle Physics</i> (3<sup>rd</sup> ed.) Wiley.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Teoría de Partículas Avanzada, DCF201 (Curso Electivo III – Partículas)</b>
<b>Descripción del curso</b>	Se estudian los fundamentos de la descripción contemporánea de la Física de Partículas. Se construye y analiza el Modelo Estándar. Se presentan sus éxitos experimentales y problemas teóricos. Además, se presentan posibles extensiones al Modelo Estándar. Se discute la búsqueda experimental de nueva física utilizando colisionadores de partículas como el LHC, experimentos subterráneos, así como datos astrofísicos y cosmológicos.
<b>Objetivos</b>	Generar espacios que permitan a los estudiantes conocer los conceptos y métodos avanzados de la Física de Partículas.
<b>Contenidos</b>	<p><b>1. Estructura de hadrones e interacciones fuerte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementos de teoría de grupos.</li> <li>• Grupos SU(2) y SU (3) como simetrías de los hadrones.</li> <li>• Sus representaciones irreducibles y modelo de quarks</li> <li>• Aplicaciones al calculo de características de hadrones.</li> </ul> <p><b>2. Cromodinámica cuántica (QCD)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• QCD y libertad asintótica</li> <li>• Hadrones a alta energía y Modelo de partones</li> <li>• Funciones de estructura.</li> <li>• Simetría quiral de interacciones fuertes</li> <li>• Su rompimiento espontaneo y el teorema de Goldstone</li> <li>• Conservación parcial de la corriente axial (PCAC) y teoremas de piones suaves.</li> </ul> <p><b>3. Modelo estándar (SM)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interacciones débiles: corrientes cargadas y neutras, matriz de CKM y violación de CP.</li> <li>• Modelo estándar de interacciones electrodébiles.</li> <li>• Rompimiento espontaneo de la simetría electrodébil y el mecanismo de Higgs. Renormalizabilidad.</li> <li>• Propiedades de los bosones de Gauge.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades del bosón de Higgs</li> </ul> <p><b>4. Más allá del modelo estándar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oscilaciones de neutrino y espectro de masas de neutrino. Necesidad de extensión del SM.</li> <li>• ¿Por que son tan livianos? Neutrinos de Majorana o Dirac.</li> <li>• Modelos de masa de neutrino. Ejemplos simples.</li> <li>• Problema de jerarquía de escalas.</li> <li>• Gran Unificación</li> <li>• Supersimetría subplanckiana y su fenomenología</li> <li>• Manifestaciones posibles de Física BSM (colisionadores, astro-, cosmo-, subterráneo...)</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 Pruebas escritas : 60% (30% c/u)</li> <li>• Tareas : 10%</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cheng, T. P. &amp; Li, L. F. (2000) <i>Gauge Theory of Elementary Particles Physics</i>. Oxford Univ. Press.</li> <li>• Langacker, P. (2017) <i>The Standard Model and Beyond</i>. CRC Press, Taylor &amp; Francis Group.</li> <li>• Sarkar, U. (2008) <i>Particle and Astroparticle Physics</i>. Taylor &amp; Francis Group, LLC</li> </ul>
	<p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mohapatra, R.N. (2003) <i>Unification and supersymmetry, the frontiers of quark-lepton physics</i> (3<sup>rd</sup> ed.), Springer.</li> <li>• Giunti, C. &amp; Chung, W. K. (2007). <i>Fundamentals of Neutrino Physics and Astrophysics</i>. Oxford University Press.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Física de Radiaciones y Dosimetría, DCF201 (Curso Electivo III – Plasmas)</b>
<b>Descripción del curso</b>	En el curso de Física de Radiaciones y Dosimetría se revisan los conceptos fundamentales la física que permiten explicar los mecanismos de generación de radiación tanto ionizante como no ionizante y su interacción con la materia. En el desarrollo de esta asignatura se espera que el estudiante sea capaz de dominar los principios detrás de la generación de radiaciones, los mecanismos de interacción de la radiación ionizante con la materia, los principios y métodos de detección de radiaciones y las diferentes clases de detectores de radiación y el concepto de dosis y los principios básicos detrás de las técnicas dosimétricas.
<b>Objetivos</b>	Generar espacios que permitan a los estudiantes dominar los conceptos físicos y matemáticos para entender las técnicas de detección activas y pasivas de radiaciones producto de procesos nucleares, siendo capaces de dominar las bases conceptuales detrás de la interacción de la radiación con la materia, conocer y comprender el principio básico de funcionamiento de las distintas clases de detectores de radiación y las ideas centrales de la dosimetría en el contexto de radiación nuclear
<b>Contenidos</b>	<p><b>1. Interacción de la radiación con la materia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partículas cargadas</li> <li>• Radiación gamma y neutrones</li> </ul> <p><b>2. Estadística de conteo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propagación de errores</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimización de experimentos de conteo</li> </ul> <p><b>3. Propiedades generales de detectores de radiación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo de detectores</li> <li>Espectro de altura de pulsos y resolución de energía</li> <li>Eficiencia de detección</li> <li>Tiempo muerto de detección</li> </ul> <p><b>4. Tipos de detectores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo de detectores</li> <li>Espectro de altura de pulsos y resolución de energía</li> <li>Eficiencia de detección</li> <li>Tiempo muerto de detección</li> </ul> <p><b>5. Dosimetría</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cámara de ionización</li> <li>Contador proporcional</li> <li>Detector por centelleo y Fotomultiplicadores</li> <li>Detectores diodos semiconductores</li> <li>Detectores de neutrones</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Prueba escrita: 25%</li> <li>3 Tareas: 75% (25% c/u)</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Knoll, G. F. (2000). <i>Radiation detection and measurement</i> (3<sup>rd</sup> ed.). John Willey &amp; Sons.</li> <li>Attix, F. H. (1991). <i>Introduction to radiological physics and radiation dosimetry</i>. Wiley-VCH.</li> <li>Smith, F. A. (2000). <i>A primer in applied radiation physics</i>. World Scientific Publishing Co.</li> </ul>
	<p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Turner, J. E. (2007). <i>Atoms, radiation, and radiation protection</i>. (3<sup>rd</sup> ed.) Verlag GmbH &amp; Co. KGaA.</li> <li>Lilley, J. S. (2001). <i>Nuclear Physics: Principles and Applications</i>. John Willey &amp; Sons.</li> <li>Tanarro, A. (1970). <i>Instrumentación Nuclear</i>. Ediciones J. E. N.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Laboratorio Avanzado en Física de Plasmas, DCF201 (Curso Electivo III – Plasmas)</b>
<b>Descripción del curso</b>	En el curso de Laboratorio Avanzado de Física de Plasma se tratarán los conceptos y elementos claves para el diseño de dispositivos generadores de plasmas que se usan en diversos tipos de investigaciones, tanto en física de plasmas como interdisciplinarias. En el desarrollo de esta asignatura se espera que el estudiante sea capaz de dominar el concepto de potencia pulsada eléctrica y sus realizaciones; los principios básicos detrás de la operación de generadores de plasma continuos y pulsados; la fenomenología común a los distintos plasmas generados en descargas tipo Z-pinch, capilares y X-pinch; y la física detrás de las reglas de escala que aplican al diseño de generadores pulsados tipo Z-pinch.
<b>Objetivos</b>	Ofrecer a los estudiantes herramientas que les permitan adquirir los conocimientos, tanto teóricos como prácticos, para el efectivo diseño y

	<p>construcción de generadores de plasma de régimen pulsado y continuo y el diseño de los componentes y subsistemas relacionados; así como también conocimientos prácticos del funcionamiento y la construcción de distintos generadores de plasma, tanto pulsados como continuos, que les permitan dominar las principios conceptuales que subyacen a las reglas prácticas de diseño y construcción.</p>
<b>Contenidos</b>	<p><b>1. Descarga de gases</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descargas Corona, Glow y Arc</li> <li>• Transición de descarga Glow a descarga Arc y su control</li> </ul> <p><b>2. Generadores de plasmas continuos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plasma RF</li> <li>• Plasmas atmosféricos</li> <li>• Descarga de arco DC</li> <li>• Descarga de barrera dieléctrica</li> <li>• Diseño de una antorcha de plasma y dispositivo RF</li> <li>• Aplicaciones de diagnósticos fundamentales para plasmas continuos de baja densidad y temperatura: diagnósticos eléctricos, sondas de Langmuir, diagnósticos espectroscópicos</li> </ul> <p><b>3. Dispositivos pulsados de plasmas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tópicos fundamentales de potencia pulsada: dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica (capacitivos e inductivos)</li> <li>• Interruptores de alto voltaje, generador Marx, líneas de formación de pulsos</li> <li>• Aplicaciones de la potencia pulsada</li> <li>• Plasmas densos pulsados de alta temperatura: Z-pinch, Z-pinch dinámico, X-pinch</li> <li>• El plasma focus como descarga Z-pinch dinámica</li> <li>• El plasma focus en fusión nuclear</li> <li>• Aplicaciones de diagnósticos fundamentales para plasmas densos pulsados: diagnósticos eléctricos, diagnósticos ópticos-refractivos, diagnósticos de rayos X y neutrones.</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 informes de Laboratorio: 25% c/u</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pai, S. T. &amp; Zhang, Q. (1995). <i>Introduction to High Power Pulse Technology</i>. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.</li> <li>• Bluhm, H. (2006). <i>Pulsed Power Systems Principles and Applications</i>. Springer.</li> <li>• Raizer, Y. P. &amp; Allen, J. E. (1997). <i>Gas discharge physics (Vol. 2)</i>. Berlin: Springer.</li> </ul> <p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meek, J. M. &amp; Craggs, J. D. (1978). <i>Electrical breakdown of gases</i>. Wiley</li> <li>• Nottingham, W; Good Jr., R.H.; Muller, E.; Kollath, R.; Weissler, G.L.; Allis, W.P.; Loeb, L.B.; von Engel, A. &amp; Little, P.F. (1956). <i>Ionization in gases by electrons in electric fields. In Electron-Emission Gas Discharges I/Elektronen-Emission Gasentladungen I</i>. Springer Berlin Heidelberg.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Tópicos Avanzado en Física de Plasmas, DCF201 (Curso Electivo III – Plasmas)</b>
<b>Descripción del curso</b>	En el curso de Tópicos Avanzados de Física de Plasma se estudian conceptos avanzados en la física del plasma con base en el formalismo de la mecánica estadística, e incluyendo elementos de simulación computacional modernos, tales como particle-in-cell y simulación Monte Carlo. En el desarrollo de esta asignatura se espera que el estudiante sea capaz de dominar las ecuaciones que describen la dinámica de un plasma a distintos niveles: Vlasov, ecuaciones de dos fluidos, magnetohidrodinámica; el origen de las condiciones de equilibrio y estabilidad de un plasma, de especial importancia para el problema de confinamiento estático o dinámico; y los principios detrás de la implementación de un código de simulación computacional de plasmas en términos de fluidos o partículas.
<b>Objetivos</b>	Entregar a los(as) estudiantes las herramientas matemáticas que permiten describir la fenomenología observada en los plasmas a un nivel microscópico y de mecánica estadística, tanto en la naturaleza como aquellos generados en laboratorios. Al final del curso el/la estudiante será capaz de dominar las bases conceptuales detrás de la descripción de Vlasov, Boltzmann o Fokker-Planck del plasma, entender el plasma como un sistema complejo con interacciones de largo alcance y comprender los principios detrás de las técnicas de simulación computacional aplicables a plasmas.
<b>Contenidos</b>	<p><b>1. Modelos de la dinámica de plasmas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ecuación de Vlasov</li> <li>● Modelos de dos fluidos, un fluido</li> <li>● Magnetohidrodinámica como una aproximación de la teoría de Vlasov</li> </ul> <p><b>2. Termodinámica de plasmas en equilibrio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ecuación de estado de un plasma</li> <li>● Correlaciones de pares</li> </ul> <p><b>3. Mecánica estadística de sistemas con interacciones de largo alcance</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Aditividad y Extensividad</li> <li>● Estadística de Tsallis</li> <li>● Superestadística</li> </ul> <p><b>4. Equilibrio y estabilidad en un plasma</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Presión magnética y tensión</li> <li>● Equilibrio estático y dinámico</li> <li>● Difusión en plasmas</li> <li>● Ecuación de Fokker-Planck para colisiones Coulombianas</li> </ul> <p><b>5. Propiedades de transporte y colisiones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ecuación de Boltzmann</li> <li>● Ecuación de Fokker-Planck</li> </ul> <p><b>6. Simulación computacional</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Métodos numéricos para la solución de ecuaciones de fluidos</li> <li>● Métodos explícitos de simulación de partículas: Particle-In-Cell (PIC)</li> <li>● Algoritmo de Monte Carlo Metropolis</li> </ul>

<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Prueba escrita: 25%</li> <li>• 3 Tareas: 75% (25% c/u)</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<b>Básica:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bellan, P. M. (2006). <i>Fundamentals of Plasma Physics</i>. Cambridge University Press.</li> <li>• Birdsall, C. K. &amp; Langdon, A. B. (2004). <i>Plasma Physics via Computer Simulation</i>. CRC Press.</li> <li>• Naudts, J. (2011). <i>Generalised Thermostatistics</i>. Springer.</li> </ul>
	<b>Recomendada:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Krall, N. A., &amp; Trivelpiece, A. W. (1986). <i>Principles of Plasma Physics</i>. San Francisco Press.</li> <li>• Soto, R. (2016). <i>Kinetic theory and transport phenomena</i>. Oxford University Press.</li> <li>• Tsallis, C. (2009). <i>Introduction to Nonextensive Statistical Mechanics: Approaching a Complex World</i>. Springer.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Tópicos Avanzados en Óptica Experimental, DCF201 (Curso Electivo III – Plasmas)</b>
<b>Descripción del curso</b>	En el curso de Tópicos Avanzados en Óptica Experimental y Aplicada se estudian de manera práctica los fundamentos y las técnicas ópticas más usadas, tanto en la aplicación a otros campos de la ciencia como también aplicaciones industriales, las bases matemáticas de la teoría óptica ondulatoria desde el análisis de Fourier y teoría de sistemas lineales. En el desarrollo de esta asignatura se espera que el estudiante sea capaz de dominar las bases conceptuales de la óptica geométrica y ondulatoria y la naturaleza de la coherencia en fuentes luminosas; los principios detrás de técnicas ópticas como interferometría y espectroscopía y poseer un manejo práctico de ellas; y las bases conceptuales de la holografía e interferometría holográfica en el marco de la óptica de Fourier y poseer un manejo práctico de ellas.
<b>Objetivos</b>	Facilitar herramientas que le permitan a los estudiantes adquirir conocimientos fundamentales en óptica geométrica y ondulatoria con un enfoque experimental, basado en trabajo de laboratorio. Capacitar al alumno para desarrollar montajes ópticos complejos en que se apliquen diversos conceptos aprendidos en el curso, aplicándolos en técnicas de medición y diagnóstico en distintos campos de la ciencia y tecnología actual. Así mismo, entregar los fundamentos matemáticos y físicos para introducir al estudio de la Óptica de Fourier, holografía y sus aplicaciones
<b>Contenidos</b>	<b>1. Fundamentos de óptica</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentos de óptica geométrica</li> <li>• Fundamentos de óptica ondulatoria</li> <li>• Interferencia, difracción y coherencia</li> </ul> <b>2. Fuentes luminosas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuentes luminosas incoherentes, semicoherentes y coherentes</li> <li>• Medición de coherencia</li> </ul> <b>3. Óptica de Fourier y holografía</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de Fourier en dos dimensiones</li> <li>• Óptica de Fourier</li> <li>• Holografía</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Holografía digital y aplicaciones</li> </ul> <p><b>4. Diseño y construcción de montajes ópticos experimentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Formación de imágenes</li> <li>Filtrado espacial</li> <li>Interferómetros y espectrómetros</li> <li>Atrapamiento óptico</li> </ul>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 Informes de Laboratorio: 25% c/u</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Born, M. &amp; Wolf, E. (2013). <i>Principles of optics: electromagnetic theory of propagation, interference, and diffraction of light</i>. Elsevier.</li> <li>Hetch, E. (2000). <i>Óptica</i> (3<sup>ra</sup> ed.). Addison Wesley Iberoamericana.</li> <li>Goodman, J. (2005). <i>Introduction to Fourier Optics</i> (3<sup>rd</sup> ed.). Robert &amp; Company Publisher.</li> </ul>
	<p><b>Recomendada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lipson, A.; Lipson, S. G. &amp; Lipson, H. (2010). <i>Optical Physics</i>. Cambridge University Press.</li> <li>Ostrovsky, Y. I.; Butusov, M. M. &amp; Ostrovskaya, G. V. (2013). <i>Interferometry by holography (Vol. 20)</i>. Springer.</li> <li>Kreis, T. (2005). <i>Handbook of Holographic Interferometry (Optical and Digital method)</i>. Wiley-VCH.</li> <li>Schnars, U. &amp; Jueptner W. (2005). <i>Digital Holography</i>. Springer.</li> </ul>

<b>Nombre del curso/actividad</b>	<b>Taller de Comunicación y Ética, DCF200</b>
<b>Descripción del curso</b>	Este curso comprende la elaboración y preparación de seminarios que aborden temas contemporáneos de la física, ofrecido por los estudiantes del programa a sus pares, profesores y público general. Estos temas deberán ser publicaciones relevantes en la línea de investigación que el alumno esté desarrollando en su proyecto de tesis. Durante estos seminarios, los profesores a cargo deberán orientar a los estudiantes sobre la forma correcta de presentar resultados de otros autores, en un contexto que considere claramente el problema físico abordado, su origen y consecuencias, mostrando evidencias que justifiquen las conclusiones. Además, el alumno debe responder a las consultas realizadas por el público. El objetivo de esta asignatura es ofrecer a los estudiantes un espacio para desarrollar habilidades de comunicación científica, teniendo en cuenta los elementos éticos, para la presentación de su proyecto de tesis y exposiciones futuras
<b>Objetivos</b>	Ofrecer a los estudiantes un espacio para desarrollar habilidades de comunicación científica, teniendo en cuenta los elementos éticos, para la presentación de su proyecto de tesis y exposiciones futuras.
<b>Contenidos</b>	Los contenidos corresponderán a desarrollos recientes y relevantes de la física extraída de artículos científicos o artículos de revisión escogidos por el/la estudiante con la aprobación del profesor a cargo de la actividad.
<b>Modalidad de evaluación</b>	Esta actividad será evaluada por los profesores asistentes a la presentación y considerará la claridad de los temas expuestos, el

	<p>dominio de los conceptos de física subyacentes y las respuestas a las preguntas del público asistente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dos presentaciones orales: 50% cada una</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	N/A

<b>Nombre del curso/actividad</b>	<b>Examen de Calificación, DCF106</b>
<b>Descripción del curso</b>	El examen de calificación es una prueba escrita que evalúa los conocimientos en física fundamental que los alumnos del programa deben poseer previo a la realización del trabajo de tesis. Está constituido por cuatro pruebas de nivel de licenciatura en física de las materias: Mecánica Cuántica, Física Estadística, Mecánica Clásica y Electrodinámica Clásica. Las pruebas deberán ser tomadas en cuatro días consecutivos, en lo posible. El examen de calificación podrá ser realizado en tres oportunidades, siendo la primera de estas de carácter preparatorio no sujeto a evaluación formal. La reprobación del examen de calificación en dos oportunidades o la no presentación a este resultará en eliminación del programa por motivos académicos.
<b>Objetivos</b>	El objetivo de esta actividad es comprobar dominio de los conocimientos fundamentales de física de los alumnos previos a la realización de la tesis.
<b>Contenidos</b>	N/A
<b>Modalidad de evaluación</b>	El criterio de aprobación será la obtención de un puntaje promedio mayor o igual al 60% del puntaje máximo del examen de calificación y de un puntaje mínimo mayor o igual al 40% en cada una de las pruebas de las materias específicas. La modalidad de evaluación es: Aprobado o Reprobado.
<b>Bibliografía</b>	<p>Las materias evaluadas en el Examen de Calificación tienen las siguientes referencias bibliográficas:</p> <p><b>Mecánica Cuántica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sakurai, J. J. &amp; Napolitano, J. (2012) <i>Modern Quantum Mechanics</i> (3<sup>rd</sup> ed.) Cambridge University Press.</li> <li>• Griffiths, D. J. &amp; Schroeter, D. F. (2018) <i>Introduction to Quantum Mechanics</i> (3<sup>rd</sup> ed.) Cambridge University Press.</li> </ul> <p><b>Mecánica Clásica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Goldstein, H.; Poole, C. &amp; Safko, J. (2014) <i>Classical Mechanics</i> (3<sup>rd</sup> ed.) Pearson.</li> <li>• Landau, L. D. &amp; Lifshitz, E. M. (1976). <i>Mechanics: Vol. 1 (Course of Theoretical Physics S)</i>. Butterworth-Heinemann.</li> </ul> <p><b>Mecánica Estadística</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kittel, C. &amp; Kroemer, H. (1980) <i>Thermal Physics</i>, W. H. Freeman</li> <li>• Pathria, R.K. &amp; Beale, P.D. (2011) <i>Statistical Mechanics</i>, (3<sup>rd</sup> ed.), Academic Press.</li> </ul> <p><b>Electrodinámica Clásica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jackson, J.D. (1999). <i>Classical electrodynamics</i> (3<sup>rd</sup> ed.). Wiley.</li> <li>• Melia, F. (2001). <i>Electrodynamics</i>. University of Chicago Press.</li> </ul>

<b>Nombre del curso</b>	<b>Proyecto de Tesis/Defensa del Proyecto de tesis, DCF202</b>
<b>Descripción del curso</b>	Asignatura que se enfoca en la presentación de un problema de investigación original en alguna de las líneas de investigación del programa. La propuesta de investigación debe plasmarse en un

	documento donde se detalla el estado del arte, la metodología a usar y el plan de trabajo de las actividades a desarrollar bajo la supervisión de un(a) Director(a) de Tesis. La defensa del proyecto de tesis es la actividad evaluativa de esta asignatura que se realiza en forma oral ante la Comisión de Evaluación de Tesis, quienes evaluarán la originalidad y viabilidad del proyecto, los conocimientos y destrezas del estudiante, considerando los aspectos teóricos o experimentales involucrados en el proyecto, además de su relación con los conocimientos básicos y avanzados adquiridos en las actividades de precandidatura
<b>Objetivos</b>	El objetivo de esta asignatura es proveer al estudiante de herramientas y un marco en el cual pueda generar una propuesta de trabajo de tesis doctoral bajo la supervisión de un académico del Claustro que actúa como director/a de tesis.
<b>Contenidos</b>	Los contenidos específicos serán definidos de común acuerdo entre el/la estudiante y el director/a de tesis.
<b>Modalidad de evaluación</b>	Esta actividad será evaluada por la Comisión de Tesis siguiendo la rúbrica establecida donde se evalúan: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuesta escrita del proyecto de Tesis</li> <li>• Exposición oral del Proyecto de Tesis</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	La bibliografía tanto básica como recomendada será sugerida por el/la supervisor/a y complementada por el estudiante.

<b>Nombre del curso/actividad</b>	<b>Tesis Doctorales I, II, III, IV y V DCF203, DCF300, DCF301, DCF400 y DCF401</b>
<b>Descripción del curso</b>	Las actividades Tesis Doctoral I-V comprenden el trabajo semestral de investigación realizado por el candidato en el desarrollo su Tesis en una de las áreas de investigación del programa. Este trabajo será supervisado por un académico perteneciente al Claustro que actuará como Director(a) de tesis. La evaluación de los cursos Tesis Doctoral I-V lo realiza la Comisión de Evaluación de Tesis. Los cursos Tesis Doctoral II y IV concluyen con la elaboración de un documento que plasma el estado de avance del trabajo realizado por el estudiante, su relación con los antecedentes previos, su proyección y el aporte que hace al conocimiento en el área específica de la investigación.
<b>Objetivos</b>	El objetivo principal de esta actividad es formar al estudiante como investigador, fortaleciendo su autonomía y otorgándole herramientas para que pueda desarrollar una investigación original y de carácter científico en el área de estudios.
<b>Contenidos</b>	Los contenidos específicos serán definidos de común acuerdo entre el/la estudiante y el/la director/a de tesis.
<b>Modalidad de evaluación</b>	El informe escrito y la exposición oral serán evaluada por la Comisión de Tesis, donde se evalúan: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe escrito mostrando avance de la investigación</li> <li>• Exposición oral y respuestas a las preguntas de la Comisión de Tesis.</li> </ul>
<b>Bibliografía</b>	La bibliografía tanto obligatoria como recomendada provendrá de desarrollos previos en el tema de tesis que el/la estudiante encuentre en su investigación, la que será verificada por el/la directora/a de tesis.