

Programa de Estudio por Competencias

1. IDENTIFICACIÓN DEL UNIDAD DE APRENDIZAJE

TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS

ESPACIO ACADÉMICO : Facultad de Ciencias							
PROGRAMA EDUCATIVO: Físico				Área de docencia: Física Teórica			
Aprobación por los H.H. Consejos Académico y de Gobierno		Fecha: Agosto del 2003		Programa elaborado por: Germán Izquierdo Sáez Programa revisado por: Germán Izquierdo Sáez			
Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Teoría cuántica de campos						Fecha de elaboración: Febrero 2016	
Clave	Horas de teoría	Horas de práctica	Total de horas	Créditos	Tipo de Unidad de Aprendizaje	Carácter de la Unidad de Aprendizaje	Núcleo de formación
L31645	4	2	6	10	Curso	Optativa	Integral
Prerrequisitos		Unidad de Aprendizaje Antecedente			Unidad de Aprendizaje Consecuente		
Unidades de aprendizaje antecedentes		<ul style="list-style-type: none"> - ecuaciones diferenciales ordinarias - ecuaciones diferenciales parciales - Álgebra lineal - Introducción a la física cuántica - Física cuántica 			<ul style="list-style-type: none"> • Cosmología • Ecuaciones diferenciales no lineales • Métodos numéricos 		
Programas académicos en los que se imparte: Licenciatura en Física							



II. PRESENTACIÓN

La gravitación emerge como una teoría geométrica para explicar los procesos donde el efecto de la interacción gravitacional es dominante sobre las demás interacciones de la naturaleza: el Cosmos y sus estructuras. La cosmología moderna, toma como plataforma a la Relatividad General de Einstein para explicar los procesos por los cuales nuestro universo es como es, dadas las observaciones actuales. Los métodos matemáticos desarrollados, análisis tensorial, cálculo variacional, etc. hacen que la gravitación la podamos ver como una teoría de campos, y de norma. Aún cuando existen otras teorías, donde la gravitación se recupera a bajas energías, las observaciones dejan todavía como un candidato viable para explicar al universo la Relatividad General de Einstein, dado que no hay experimentos en esas otras teorías que las validen.

Las competencias que se pretenden desarrollar en este curso son las de investigar, modelar, aplicar y divulgar.

III. LINEAMIENTOS DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

DOCENTE	DISCENTE
<ul style="list-style-type: none">- Cubrir el programa en su totalidad.- 100% de asistencia.- Puntualidad.	<ul style="list-style-type: none">- Asistencia al 90% del curso- Puntualidad.- Cumplimiento en las tareas encomendadas.



IV. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Al término del curso, el estudiante manejará las herramientas matemáticas que se emplean en la Teoría cuántica de campos. Adquirirá conocimientos más avanzados de la Teoría cuántica de campos y Modelo estándar de partículas.

El alumno tendrá la capacidad de plantear y resolver problemas fundamentales de la física de partículas. Se asomará a los problemas de frontera que hay hoy día en esta disciplina.

V. COMPETENCIAS GENÉRICAS

- Investigar
- Modelar
- Aplicar
- Divulgar

VI. ÁMBITOS DE DESEMPEÑO PROFESIONAL

- Salón de clases.
- Instituciones de Educación Superior (IES).
- Instituciones de Investigación.
- Industria.



VII. ESCENARIOS DE APRENDIZAJE

Aula

VIII. NATURALEZA DE LA COMPETENCIA (Inicial, entrenamiento, complejidad creciente, ámbito diferenciado)

- **Entrenamiento**
- **Complejidad creciente.**
- **Ámbito diferenciado.**

IX. ESTRUCTURA DEL UNIDAD DE APRENDIZAJE

Unidad I. Introducción a la Teoría cuántica de campos

1. Notación, unidades y convenciones
- 2 Representaciones tensoriales y espinoriales
- 3 Campos escalares, Campos de Weyl, Dirac y Majorana, Campos vectoriales
- 4 Representaciones sobre estados de una partícula

Unidad II Teoría de Campos clásicos

- 1 Ecuación de Klein-Gordon
- 2 Campos espinoriales
- 3 Campo electromagnético
- 4 Ecuaciones de Maxwell y Acoplamiento mínimo con la materia



Unidad III CUANTIZACIÓN DE CAMPOS LIBRES

- 1 Campos escalares complejos. Antipartículas.
- 2 Campos de espín $1/2$
- 3 Campo de Dirac y Campo de Weyl sin masa
- 4 Campo electromagnético y cuantizaciones en el gauge de radiación y covariante
- 5 C, P, T

Unidad IV INTERACCIONES DE CAMPOS Y DIAGRAMAS DE FEYNMAN

- 1 La matriz S
- 2 La fórmula de reducción de LSZ
- 3 Teoría de perturbaciones
- 4 Propagador de Feynman. Causalidad
- 5 Teorema de Wick
- 6 Diagramas de Feynman. Reglas de Feynman
- 7 Observables, Anchura de desintegración y Sección eficaz
- 8 Ejemplos: Teoría $\Lambda\text{-}\phi^4$ y Teoría $\Lambda\text{-}\phi^3$
- 9 El lagrangiano y las reglas de Feynman de QED

Unidad V MODELO ESTÁNDAR DE PARTÍCULAS

- 1 Interacciones fundamentales
- 2 Partículas fundamentales, cargas conservadas
- 3 QED: leptones y neutrinos
- 4 QCD: Hadrones
- 5 Bosón de Higgs



XI. DESARROLLO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

UNIDAD DE COMPETENCIA I	ELEMENTOS DE COMPETENCIA			
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes	Valores
Introducción a la Teoría cuántica de campos	Matemáticas sobre tensores y sus propiedades	Capacidad de análisis, deducción y síntesis.	-Interés -Disciplina -Perseverancia -Orden -Limpieza.	- Honestidad Responsabilidad Disponibilidad para el trabajo individual y en equipo, Disciplina y orden
Estrategias Didácticas: Expositiva, discusión grupal, tareas individuales y en equipo, lecturas guiadas.		RECURSOS REQUERIDOS Pizarrón, proyector de acetatos, computadora, cañón, bibliografía, copias fotostáticas.		TIEMPO DESTINADO:11 hrs.
CRITERIOS DE DESEMPEÑO I	EVIDENCIAS			
	DESEMPEÑO	PRODUCTOS	CONOCIMIENTOS	
El estudiante realizará una tarea escrita para reforzar los conocimientos adquiridos.	- Manejará las herramientas matemáticas sobre tensores - Elaborará programas algebraicos para usar en software especializado	Tarea escrita.	Segunda cuantización, interacciones entre los campos,	



El estudiante realizará una discusión en donde desarrollara el aprendizaje individual y en equipo. Parte del primer examen parcial para ver el dominio que tiene el estudiante de los conceptos vertidos en esta unidad.	El estudiante realizará una exposición corta individual o en equipo ante el grupo sobre un tema complementario	Exposición oral. Parte del primer examen parcial	Ecuación de Schrödinger no lineal
--	--	--	-----------------------------------

UNIDAD DE COMPETENCIA II	ELEMENTOS DE COMPETENCIA			
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes	Valores
Teoría de Campos clásicos	Deducción de las ecuaciones de Einstein como un código de ecuaciones diferenciales parciales no lineales, escritas en forma condensada.	Capacidad de análisis, deducción y síntesis	Rigor en el razonamiento Perseverancia Disciplina Interés Orden Limpieza	Honestidad Responsabilidad Disponibilidad para el trabajo individual y en equipo, Disciplina y orden
Estrategias Didácticas: Expositiva, discusión grupal, tareas individuales y en equipo, lecturas guiadas, ejercicios y problemas a resolver.		RECURSOS REQUERIDOS Pizarrón, proyector de acetatos, computadora, cañón, bibliografía, copias fotostáticas.	TIEMPO DESTINADO: 14 hrs.	



CRITERIOS DE DESEMPEÑO II	EVIDENCIAS		
	DESEMPEÑO	PRODUCTOS	CONOCIMIENTOS
El estudiante realizará una tarea escrita para practicar los conocimientos adquiridos.	Realizará los cálculos necesarios para llegar al código de las ecuaciones de Einstein.	Tarea escrita	Conocimiento de las ecuaciones de Klein-Gordon, Dirac y Maxwell
El estudiante realizará una discusión en donde desarrollara el aprendizaje individual y colectivo. Parte del primer examen parcial	El estudiante realizará una exposición individual o en equipo ante el grupo para determinar si maneja en forma clara los conceptos. Analizará un artículo de investigación	Exposición oral, parte del primer examen parcial	Campos escalares, espinores y fotones libres

UNIDAD DE COMPETENCIA III	ELEMENTOS DE COMPETENCIA			
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes	Valores
CUANTIZACIÓN DE CAMPOS LIBRES	Dada la funcional para relatividad, obtención de las ecuaciones de Einstein mediante un principio variacional	Aplicación y manejo de los conocimientos hasta ahora adquiridos en forma eficiente.	Rigor en el razonamiento Perseverancia Disciplina Interés Orden Limpieza	Honestidad Responsabilidad Disponibilidad para el trabajo individual y en equipo, Disciplina y orden
Estrategias Didácticas: Expositiva, discusión grupal, tareas y ejercicio individuales y en equipo, lecturas guiadas.		RECURSOS REQUERIDOS Pizarrón, proyector de acetatos, computadora, cañón, bibliografía, copias fotostáticas.		TIEMPO DESTINADO: 11 hrs



CRITERIOS DE DESEMPEÑO III	EVIDENCIAS		
	DESEMPEÑO	PRODUCTOS	CONOCIMIENTOS
El estudiante realizará una tarea escrita para practicar los conocimientos adquiridos.	Deducirá mediante las técnicas variacionales, las ecuaciones de Einstein para un modelo en particular	Tarea escrita	Segunda cuantización de los campos clásicos; representación de partículas y antipartículas
El estudiante realizará una discusión en donde desarrollara el aprendizaje individual y colectivo. Parte del segundo examen parcial	El estudiante realizará una exposición individual o en equipo ante el grupo, Analizará un artículo de investigación	Exposición oral, parte del segundo examen parcial	Conservaciones de carga y flujos de carga.

UNIDAD DE COMPETENCIA IV	ELEMENTOS DE COMPETENCIA			
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes	Valores
INTERACCIONES DE CAMPOS Y DIAGRAMAS DE FEYNMAN	Perturbando la métrica, obtener las ecuaciones tipo Newtonianas. Surgimiento de una ecuación de onda: ondas gravitatorias.	Capacidad de análisis, deducción y síntesis.	-Interés -Disciplina -Perseverancia -Orden -Limpieza.	- Honestidad Responsabilidad Disponibilidad para el trabajo individual y en equipo, Disciplina y orden



Estrategias Didácticas: Expositiva, discusión grupal, tareas individuales y en equipo, lecturas guiadas.		RECURSOS REQUERIDOS Pizarrón, proyector de acetatos, computadora, cañón, bibliografía, copias fotostáticas.	TIEMPO DESTINADO: 14hrs.
CRITERIOS DE DESEMPEÑO IV	EVIDENCIAS		
	DESEMPEÑO	PRODUCTOS	CONOCIMIENTOS
El estudiante realizará una tarea escrita para reforzar los conocimientos adquiridos.	Calculará los parámetros de la teoría de Einstein bajo la perturbación a primer orden en la métrica	Tarea escrita.	Diagramas de Feynman de procesos de la teoría Λ - ϕ^4 , cálculo de secciones eficaces de diferentes procesos.
El estudiante realizará una discusión en donde desarrollara el aprendizaje individual y en equipo. Parte del segundo examen parcial	El estudiante realizará una exposición individual ante el grupo. Analizará un artículo de investigación	Exposición oral. Y parte del segundo examen parcial	

UNIDAD DE COMPETENCIA V	ELEMENTOS DE COMPETENCIA			
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes	Valores
MODELO ESTÁNDAR DE PARTÍCULAS	Métrica de Schwarzschild y otras métricas sobre agujeros negros	Capacidad de análisis, deducción y síntesis.	-Interés -Disciplina -Perseverancia -Orden -Limpieza.	- Honestidad Responsabilidad Disponibilidad para el trabajo individual y en equipo, Disciplina y orden



Estrategias Didácticas: Expositiva, discusión grupal, tareas individuales y en equipo, lecturas guiadas.		RECURSOS REQUERIDOS Pizarrón, proyector de acetatos, computadora, cañón, bibliografía, copias fotostáticas.	TIEMPO DESTINADO: 14hrs.
CRITERIOS DE DESEMPEÑO V	EVIDENCIAS		
	DESEMPEÑO	PRODUCTOS	CONOCIMIENTOS
El estudiante realizará una tarea escrita para reforzar los conocimientos adquiridos.	Dominio de las diferentes métricas que modelan agujeros negros.	Tarea escrita.	Conocimiento de las interacciones fundamentales del modelo estándar, las cargas conservadas, simetrías y bosones de gauge.
El estudiante realizará una discusión en donde desarrollara el aprendizaje individual y en equipo. Parte del tercer examen parcial	Exposición ante el grupo de manera grupal, sobre los conceptos mas importantes del colapso gravitacional. Analizará un artículo de investigación	Exposición oral., parte del tercer examen oral.	Conocimiento del mecanismo de Higgs.



XII. EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

Se realizarán tres evaluaciones parciales:

- 1ª. Evaluación (Unidad I y II): examen, tareas y exposiciones.
- 2ª. Evaluación (Unidad III y IV): examen, tareas y exposiciones.
- 3ª. Evaluación (Unidad V, VI y VII): examen de investigación, tareas y exposiciones.

Nota:

Los exámenes tienen un peso del 70 % de la calificación total, las tareas un 20 % y un portafolio de evidencias 10 %.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Quantum Field Theory of Point Particles and Strings (Frontiers in Physics) B. Hartfield Perseus Books, (1998).
2. An Introduction to Quantum Field Theory, Michael E. Peskin y Daniel V. Schroeder, Westview Press (1995).
3. The Quantum Theory of Fields, Volume 1: Foundations, Steven Weinberg, Cambridge University Press (2005).
4. Quantum Field Theory and the Standard Model, Matthew D. Schwartz, Cambridge University Press (2014).
5. Artículos científicos de la base arXiv