



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
SECRETARÍA DOCENTE



“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Bellavista, 31 de enero, 2022

Señor(a):

RESOLUCIÓN CONSEJO DE FACULTAD N° 004-2022-CF-FCNM. - Bellavista, 31 de enero 2022.- EL CONSEJO DE FACULTAD DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

Visto, el acuerdo adoptado en sesión ordinaria de Consejo de Facultad de fecha 31 de enero del año 2022, vía reunión Meet, respecto a la realización de un evento académico denominado “INTRODUCCIÓN A LA RELATIVIDAD GENERAL Y TÓPICOS MODERNOS”

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a lo dispuesto en el Art. 13°, numeral 13.4° del Estatuto vigente de la Universidad Nacional del Callao, son fines de la universidad, “Promover, organizar y estimular la capacitación, perfeccionamiento permanente y competitividad de sus integrantes, formando personas libres en una sociedad justa y libre;

Que, de acuerdo con los Arts. 5.9°, 6.3° y 124° de la Ley Universitaria N° 30220, la responsabilidad social universitaria es la gestión ética y eficaz del impacto generado por la Universidad en la sociedad debido al ejercicio de sus funciones: académica, de investigación y de servicios de extensión y participación en el desarrollo nacional en sus diferentes niveles y dimensiones;

Que, específicamente uno de los objetivos de nuestra Universidad, es brindar formación académica especializada a los miembros de la Comunidad Universitaria para el logro de los fines institucionales; proyectando a la comunidad sus acciones y servicios para promover su cambio y desarrollo; visto el expediente 192-2022-MP-FCNM, presentado por los estudiantes a mesa de parte con fecha el 26 de enero 2022, solicita al Consejo de Facultad la realización del evento académico denominado: “INTRODUCCIÓN A LA RELATIVIDAD GENERAL Y TÓPICOS MODERNOS”; a desarrollarse del 19 de febrero al 03 de abril del año 2022;

Que, mediante D.S. N° 044-2020-PCM debido a la emergencia nacional por COVID-19 y frente a la medida de aislamiento social obligatorio (cuarentena), y al amparo del D.U. N° 026-2020 que autoriza modificar el lugar de prestación de servicios de los trabajadores para implementar el trabajo remoto, y en cumplimiento de la resolución N° 068-2020-CU del 25 de marzo de 2020 que aprueba la modificación del lugar de la prestación de servicios de docentes y administrativos de la Universidad Nacional del Callao;

Estando al documento del visto y lo glosado, con cargo a dar cuenta al Consejo de Facultad; y, en uso de las atribuciones le confiere el Artículo 189° del Estatuto de la Universidad Nacional del Callao y al numeral; 70.2 del Art. 70° de la Ley Universitaria, Ley N° 30220;

RESUELVE:

1°. APROBAR, el proyecto de evento académico: “INTRODUCCIÓN A LA RELATIVIDAD GENERAL Y TÓPICOS MODERNOS”; a desarrollarse del 19 de febrero al 03 de abril del año 2022.

2°. AUTORIZAR el proyecto taller “INTRODUCCIÓN A LA RELATIVIDAD GENERAL Y TÓPICOS MODERNOS”.

3°. APROBAR, el “PROYECTO TALLER”, el mismo que consta de ocho (15) páginas, formando parte integrante de la presente Resolución.

4°. DEMANDAR, al Comité Organizador, que al finalizar el evento académico denominado: “INTRODUCCIÓN A LA RELATIVIDAD GENERAL Y TÓPICOS MODERNOS”, presenten al Consejo de Facultad y al Decanato de la FCNM un informe académico.

5°. TRANSCRIBIR la presente Resolución a las Dependencias Académico Administrativas de la Facultad e interesados, para conocimiento y fines consiguientes.

Regístrese, comuníquese y archívese

Fdo. **Dr. JUAN ABRAHAM MÉNDEZ VELÁSQUEZ.** -Decano y Presidente del Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad Nacional del Callao.

Fdo. **Mg. GUSTAVO ALBERTO ALTAMIZA CHÁVEZ.** -Secretario Académico

Lo que transcribo a usted para los fines pertinentes.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

Dr. Juan Abraham Méndez Velásquez
Decano

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA



Mg. Gustavo Alberto Altamiza Chávez
Secretario Académico



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
DECANATO



PROVEÍDO N°-029A-2022-D-FCNM

Ref.: OFICIO de fecha 26.01.22
Centro de Estudiantes F.C.N.M.
Proyecto de Formación Académica
Expediente N° 192.2022-MP-FCNM (15 folios)

=====

DERÍVESE el documento de la referencia, a la Secretaría Académica de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, para que se sirva considerarlo para la próxima Sesión de Consejo de Facultad.

B.27.01.22

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA



Dr. Juan A. Méndez Velásquez
Decano

sr/

c.c.: Archivo

Callao, 26 de enero del 2022

Dr. Juan Abraham Mendez Velasquez
Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática.
Universidad Nacional del Callao

Presente. -

De mi consideración:

A través del presente le expresamos nuestros cordiales saludos, asimismo para alcanzarle el proyecto de formación académica llamado **“Introducción a la relatividad general y tópicos modernos”**.

El centro de estudiantes y en apoyo de algunos estudiantes externos al gremio nos hemos propuesto iniciar con el taller de “Introducción a la relatividad general y tópicos modernos”.

La Relatividad General es un campo de múltiple utilidad en teorías actuales como lo es la teoría de cuerdas, teorías de gauge/gravedad y entre otros. Este taller es necesario para las publicaciones futuras en áreas de Física de altas energías de nuestros estudiantes y compañeros de la Facultad de ciencias naturales y matemáticas.

Con el uso de los conocimientos adquiridos en el taller, los estudiantes desarrollaran su capacidad investigadora para resolver problemas que involucren la Relatividad General y las teorías modernas, y para la conexión social, cultural y científica dentro y fuera del aula de la universidad con el profesor a cargo.

Consideramos que esta clase de talleres nos permite estar actualizados en el quehacer diario del avance de la ciencia, y en el crecimiento integral del estudiante. El taller será realizado de acuerdo a lo expuesto en el proyecto líneas abajo.

Por lo que solicitamos se sirva poner en consideración, en la sección despacho, para que sea aprobado en la sesión ordinaria, en el próximo Consejo de Facultad a desarrollarse.

Sin otro particular, quedamos a usted.



ALEX VICTOR RIOS CUSI
Presidente del Centro de estudiantes
ante el Consejo de Facultad de la FCNM



YEMER ENCARNACION ROSALES
Miembro del Centro de estudiantes
ante el Consejo de Facultad de la FCNM

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
CENTRO DE ESTUDIANTES FCNM
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”



PROYECTO TALLER
“INTRODUCCIÓN A LA RELATIVIDAD GENERAL Y TÓPICOS
MODERNOS”
Callao, 2022

Comité organizador:

Presidente:

- Alex Victor Rios Cusi

Miembros:

- Yemer Encarnación Rosales
- Fernando Flores Quiliche.
- Marilyn Vanessa Enciso Garcia.
- Jose Elias Rojas Camarena.

Identificación:

Título del proyecto: Introducción a la relatividad general y tópicos modernos.

Dependencia: Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad Nacional del Callao.

Curso: Introducción a la relatividad general y tópicos modernos.

Periodo de realización: 19 de febrero al 03 de abril.

Resumen

En este mini curso introduciremos los conceptos fundamentales de la relatividad general: espacio-tiempo y simetrías, para luego, con las herramientas matemáticas, formalizar las ideas básicas de la teoría de gravitación de Einstein, introducida hace más de cien años, con el fin de darle al estudiante de pregrado las bases necesarias para continuar los cursos completos de relatividad general. La segunda parte del minicurso corresponderá a un salto hacia la actualidad, donde la relatividad general no solo forma parte de estudios astrofísicos, sino que intenta ser parte de nuestra comprensión de la naturaleza a escalas diminutas. Estudiaremos, de manera introductoria, las formulaciones modernas de las que es parte la gravitación de Einstein y sus diferentes variaciones; siendo una de ellas la teoría de cuerdas y la correspondencia gauge/gravedad, que relaciona una teoría de campos a una de/con gravedad. Con esto, el estudiante estará al tanto de las recientes investigaciones en física teórica, que motivarán su interés en futuras investigaciones propias.

CONTENIDO

1. Introducción y justificación
2. Metas y resultados esperados.
3. Desarrollo del evento.
4. Cronograma.
5. Silabus del curso de “Introducción a relatividad general y tópicos modernos”.

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Según la ley universitaria N°30220, nos dice que la universidad como comunidad académica orientada a la investigación y a la docencia, brindando formación humanística, científica y tecnológica para la sociedad aplicando a la realidad nacional, siendo su finalidad principal difundir el conocimiento universal en beneficio de la humanidad.

Es por eso que la Universidad Nacional del Callao como función prioritaria es fomentar la investigación en todo campo de estudio que existen, así mismo debe realizar actividades que conecten social y científicamente a la comunidad estudiantil a fin de confraternizar un vínculo científico entre estudiantes, egresados y docentes.

Las tecnologías actuales nos permiten interactuar virtualmente, por medio de plataformas como Google Meet, Zoom, y Teams, entre otros. Estas plataformas ayudan a entablar la conexión necesaria tanto a nivel social y cultural como también científico.

Introducción a la relatividad general y tópicos modernos está orientado en los alumnos que cumplan con los requisitos de conocimientos previos que son descritos en este documento. Asimismo, la necesidad de realizar este minicurso es por la alta demanda de investigación relacionados con estos temas en estos tiempos en el campo de la Física de altas energías dentro del área de investigación de la Física teórica, como también la oportunidad de recibir el necesario conocimiento para los estudiantes de otras líneas de la FCNM.

METAS Y RESULTADOS ESPERADOS

Metas:

- Comprender el marco básico de la relatividad general: espacio, tiempo y espacio a lo largo de la historia.
- Entender la idea de gravedad desde el punto de vista de Einstein.
- Familiarizarse con las herramientas matemáticas de la relatividad general.
- Introducir la relatividad general en teorías modernas.

Resultados:

- Capacidad de explicar las actuales teorías físicas involucradas en teoría de cuerdas o simetrías con relatividad general.
- El estudiante será capaz de explicar y discutir conceptos básicos de relatividad general y teoría de campos.
- El estudiante conocerá las herramientas matemáticas necesarias para el estudio de la gravedad y teorías modernas.
- El estudiante será capaz de investigar de manera eficaz en artículos científicos recientes acerca de los diferentes temas discutidos.

DESARROLLO DEL EVENTO

Título: Introducción a la relatividad general y tópicos modernos.

Realización: Debido a la coyuntura actual, el curso a desarrollarse se realizará de forma virtual, a través de la plataforma Meet, que tendrá un único enlace generado desde el comité organizador y administrado por el docente a cargo del curso. Asimismo, el evento será transmitido vía Facebook desde la página del centro de estudiantes.

Periodo: Este curso tendrá una duración de febrero a abril. Sábados y domingos.

Composición: El desarrollo del curso tendrá una extensión de 6 semanas aproximadamente, será realizado por un doctor especialista.

Silabus: El curso de Introducción a la relatividad general y tópicos modernos tendrá un silabo firmado y sellado por la escuela profesional de Física.

Finalización del curso: Finalizado el curso se tendrá una ceremonia de cierre con el docente a cargo, los estudiantes y el comité organizador del curso.

Certificados: Se otorgará certificados de organización por parte de la FCNM al:

- Comité organizador
- Ponente o instructor del curso
- Certificados de participación por parte de la FCNM a: Asistentes que se hayan registrado y culminado en su totalidad el curso.

CRONOGRAMA

El evento se realizará siguiendo los temas descritos en el Silabus y tendrá los días siguiente de clase:

Dia	Hora de inicio	Hora final
Sábado 19	8:00 pm	10:00 pm
Domingo 20	8:00 pm	10:00 pm
Sábado 5	8:00 pm	10:00 pm
Domingo 6	8:00 pm	10:00 pm
Sábado 12	8:00 pm	10:00 pm
Domingo 13	8:00 pm	10:00 pm
Sábado 19	8:00 pm	10:00 pm
Domingo 20	8:00 pm	10:00 pm
Sábado 26	8:00 pm	10:00 pm
Domingo 27	8:00 pm	10:00 pm
Sábado 2	8:00 pm	10:00 pm
Domingo 3	8:00 pm	10:00 pm

SILABUS: “INTRODUCCIÓN A LA RELATIVIDAD GENERAL Y TOPICOS MODERNOS”

SÍLABO

I. DATOS GENERALES:

1.1 Curso	:	Introducción a la relatividad general y tópicos modernos	
1.2 Código	:	-----	
1.3 Condición	:	Libre	
1.4 Requisitos	:	FI-504, FI-602.	
1.5 N° de Horas de Clase	:	02	
		Teoría	: 02 hora semanal
		Práctica	: 02 horas semanal
1.6 N° de Créditos	:	Certificado	
1.7 Ciclo	:	Cualquier ciclo	
1.8 Semestre Académico	:	2022-V	
1.9 Duración	:	06 semanas	
1.10 Profesor	:	Dr. José Renato Sánchez Romero	

II. SUMILLA:

- ✓ **Naturaleza:** Asignatura teórica introductoria al curso de relatividad general y al área de investigación en física teórica.
- ✓ **Propósito:** Introducir al estudiante a los conceptos básicos de la relatividad general y tópicos actuales relacionados con ella.
- ✓ **Contenido:** Presentación de conceptos como espacio, tiempo y espacio-tiempo. Revisión de los principios de la relatividad general. La idea de la simetría. Introducción a los vectores, tensores y geometría de Riemann. Formulación covariante de las teorías físicas. Discusión.

III. COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA

COMPETENCIAS GENERALES

- Se familiariza con los conceptos básicos de la relatividad general.
- Entiende la necesidad de formular las teorías físicas de forma covariante.

COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

- Se familiariza y aplica las herramientas matemáticas de la relatividad general para formular teorías en el espacio tiempo.
- Introduce las simetrías en términos de grupos.
- Formula una teoría simple en un espacio tiempo curvado.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS, CAPACIDADES Y ACTITUDES

COMPETENCIAS	CAPACIDADES	ACTITUDES
<ul style="list-style-type: none"> • Entiende los conceptos de espacio, tiempo y espaciotiempo. • Comprende la necesidad de formular las teorías físicas de forma covariante en el espaciotiempo. • Diferencia entre simetrías espaciotemporales e internas. • Escribe una teoría simple en un espaciotiempo curvo. 	<p>C1: De Enseñanza-Aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprende y explica los conceptos básicos de la relatividad especial y general: espacio, tiempo y espaciotiempo. • Comprende los principios de la relatividad general. • Conoce las herramientas matemáticas de la relatividad general. • Conoce algunos tópicos modernos sobre relatividad general y teorías en espaciotiempos curvados. <p>C2: De investigación Formativa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deduce la forma de una teoría física en un espaciotiempo curvo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Participa en las sesiones y fomenta discusión. • Muestra interés en los temas discutidos. Trae nueva información como aporte. • Resuelve los problemas propuestos en las sesiones o propone ideas para su solución • Demuestra interés para formar grupos de discusión.

IV. PROGRAMACIÓN POR UNIDADES DE APRENDIZAJE:

PRIMERA UNIDAD: Bases I: Gravedad, espacio, tiempo y espaciotiempo.

DURACIÓN: 01 Semana: 1ra.

CAPACIDADES DE LA UNIDAD

C1: de Enseñanza-Aprendizaje: Entiende por separado la idea de tiempo, espacio y, luego, la necesidad de formular la física en el espaciotiempo.

C2: de Investigación Formativa: Discute un problema que le permite dibujar un diagrama espaciotemporal.

PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS

SEMANA	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES
1ra.	<p>Sesión 1 (2 horas)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción y contexto histórico • Presentación de los conceptos de espacio, tiempo y espaciotiempo. • Sistemas de referencia. • Covariancia en física. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición de los contenidos conceptuales propuestos. • Propiciar la participación de los estudiantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Participa y discute los conceptos introducidos. • Muestra interés en el desarrollo del tema como parte de su formación básica. • Sugiere ejemplos que involucran los conceptos tratados. 	<p>Sesión 2 (2 hora) Práctica dirigida N° 01.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resuelve problemas aplicando los conceptos tratados.

SEGUNDA UNIDAD: Bases II: Principios de la relatividad de Einstein y simetrías.**DURACIÓN: 01 Semana: 2da****CAPACIDADES DE LA UNIDAD**

C1: de Enseñanza-Aprendizaje: Comprende los principios de la relatividad general y la idea de simetría como ubicua en la física moderna. Diferencia las simetrías espaciotemporales de las internas.

C2: de Investigación Formativa: Calcula la variación covariante de una acción clásica.

PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS

SEMANA	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES
2da.	Sesión 3 (2 horas) <ul style="list-style-type: none"> Principios de la relatividad especial y general. Simetrías en física: espaciotemporales e internas. Formulación covariante de una teoría física general. 	<ul style="list-style-type: none"> Exposición de contenidos conceptuales propuestos. Propiciar la participación de los estudiantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Participa y discute los conceptos introducidos. Muestra interés en el desarrollo del tema como parte de su formación básica. Sugiere ejemplos que involucran los conceptos tratados. 	Sesión 4 (2 hora) <ul style="list-style-type: none"> Práctica dirigida N°02. Resuelve problemas aplicando los conceptos tratados.

TERCERA UNIDAD: Bases III: Geometría del espacio tiempo y un ejemplo simple.**DURACIÓN: 01 Semana: 3ra.****CAPACIDADES DE LA UNIDAD**

C1: de Enseñanza-Aprendizaje: Introduce la geometría de Riemann para formular teorías en el espacio tiempo.

C2: de Investigación Formativa: Deduce las ecuaciones de campo de una teoría en un espacio tiempo curvado.

PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS

SEMANA	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES
3ra.	Sesión 5 (2 horas) <ul style="list-style-type: none"> Espacio tiempo curvado. Introducir los conceptos de variedad y curvatura, vectores y tensores, derivada covariante y de Lie. Invariantes Ejemplo de teoría física en espacio curvado. 	<ul style="list-style-type: none"> Exposición de contenidos conceptuales propuestos. Propiciar la participación de los estudiantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Participa y discute los conceptos introducidos. Muestra interés en el desarrollo del tema como parte de su formación básica. Sugiere ejemplos que involucran los conceptos tratados. 	Sesión 6 (2 hora) <ul style="list-style-type: none"> Práctica dirigida N° 03. Resuelve problemas aplicando los conceptos tratados.

CUARTA UNIDAD: Tópicos modernos I: cosmología, gravedad cuántica y unificación.

DURACIÓN: 01 Semanas: 4ta

CAPACIDADES DE LA UNIDAD

C1: de Enseñanza-Aprendizaje: Introduce conceptos de agujero negro y soluciones de las ecuaciones de Einstein.

C2: de Investigación Formativa: Investiga, expone y discute un ejemplo simple de agujero negro y solución de las ecuaciones de Einstein.

PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS

SEMANA	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES
4ta.	Sesión 7 (2 horas) <ul style="list-style-type: none"> Los límites del espacio tiempo: agujeros negros Soluciones de las ecuaciones de Einstein. 	<ul style="list-style-type: none"> Exposición de contenidos conceptuales propuestos. Propiciar la participación de los estudiantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Participa y discute los conceptos introducidos. Muestra interés en el desarrollo del tema como parte de su formación básica. Sugiere ejemplos que involucran los conceptos tratados. 	Sesión 8 (2 hora) Práctica dirigida N° 04. <ul style="list-style-type: none"> Resuelve problemas aplicando los conceptos tratados.

QUINTA UNIDAD: Tópicos modernos II: cosmología, gravedad cuántica y unificación.

DURACIÓN: 01 Semanas: 5ta

CAPACIDADES DE LA UNIDAD

C1: de Enseñanza-Aprendizaje: Introduce conceptos modernos sobre gravedad.

C2: de Investigación Formativa: Investiga, expone y discute un ejemplo simple que involucre un aspecto moderno de la relatividad general.

SEMANA	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES
5ta.	Sesión 9 (2 horas) <ul style="list-style-type: none"> Entropía de un agujero negro. Principio holográfico. Dualidad gauge/gravedad 	<ul style="list-style-type: none"> Exposición de contenidos conceptuales propuestos. Propiciar la participación de los estudiantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Participa y discute los conceptos introducidos. Muestra interés en el desarrollo del tema como parte de su formación básica. Sugiere ejemplos que involucran los conceptos tratados. 	Sesión 10 (2 hora) Práctica dirigida N° 05. <ul style="list-style-type: none"> Resuelve problemas aplicando los conceptos tratados.

SEXTA UNIDAD: Tópicos modernos III: cosmología, gravedad cuántica y unificación.

DURACIÓN: 01 Semanas: 6ta

CAPACIDADES DE LA UNIDAD

C1: de Enseñanza-Aprendizaje: Introduce conceptos modernos sobre gravedad.

C2: de Investigación Formativa: Investiga, expone y discute un ejemplo simple que involucre un aspecto moderno de la relatividad general.

SEMANA	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES
6ta.	Sesión 11 (2 horas) <ul style="list-style-type: none"> Teoría de cuerdas. Gravedad cuántica Teoría unificada. 	<ul style="list-style-type: none"> Exposición de contenidos conceptuales propuestos. Propiciar la participación de los estudiantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Participa y discute los conceptos introducidos. Muestra interés en el desarrollo del tema como parte de su formación básica. Sugiere ejemplos que involucran los conceptos tratados. 	Sesión 12 (2 hora) Práctica dirigida N° 06. <ul style="list-style-type: none"> Resuelve problemas aplicando los conceptos tratados.

V. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Debido a la emergencia sanitaria COVID-19, el curso se desarrollará en la modalidad no presencial.

Con el objetivo de lograr un aprendizaje apropiado, serán empleadas las siguientes estrategias metodológicas:

a. **Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)**

En esta metodología se busca el aprendizaje, raciocinio e investigación utilizado por los estudiantes de modo que consigan soluciones ante un problema planteado por el profesor.

b. **Método Sincrónico**

En el proceso de comunicación de la sesión de clase, tanto el docente emisor y participantes receptores del mensaje operan en el mismo marco temporal, de modo que ambos elementos de la comunicación están presentes en el mismo momento. En dicho proceso se suministran conceptos fundamentales teórico-prácticos. El docente comunicador a cargo discutirá con los participantes los principales conceptos, sus relaciones y aplicaciones utilizando el lenguaje matemático para expresar los diferentes modelos explicativos de los fenómenos naturales y las teorías correspondientes, también se estimula la participación constante de los participantes, utilizándose Videoconferencias con la plataforma virtual Google Meet, whiteboard online, audio e imágenes, Internet, chat de voz y grupos de trabajo virtual.

- **Clases magistrales:** referidas a sesiones teórico-prácticas semanales, donde se brindan los conceptos fundamentales del curso. El profesor a cargo discutirá los principales conceptos, sus relaciones y aplicaciones utilizando el lenguaje matemático para expresar los diferentes modelos explicativos de los fenómenos naturales y las teorías correspondientes, como técnica didáctica se hace uso del aprendizaje basado en problemas.
- **Prácticas dirigidas:** Los estudiantes desarrollarán, discutirán y analizarán, con la guía y orientación del profesor, casos relacionados a los temas tratados en las clases magistrales, permitiendo así la integración de los conceptos físicos y la aplicación de estos en situaciones concretas mediante la resolución de problemas.
- **Asesorías:** Son sesiones de consulta relacionadas a la asignatura, fuera de clase y en horario coordinado con los estudiantes, en este espacio los

estudiantes consultan cualquier duda que surja respecto a los temas desarrollados.

c. **Método Asincrónico**

En dicho proceso se transmite mensajes de modo que no están en el mismo tiempo Docente y participantes, por tal motivo son utilizadas como herramientas de trabajo: anuncios, e-mails, foros de discusión, tareas domiciliarias, audios, videos, etc.

VI. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDÁCTICOS

6.1. MATERIALES

Computadora, laptop, celulares, Tablet, audífonos. Material didáctico y de Ejercicios en PDF según avance silábico, Videos de las sesiones virtuales tanto teórica como práctica, videos online y textos complementarios.

6.2. MEDIOS

Plataforma de Aula Virtual SGA, Plataforma Virtual Classroom, Aplicaciones para video conferencias Meet, e-mails, WhatsApp, sites electrónicos relacionados a los temas abordados, etc.

VII. EVALUACIÓN

Instrumentos de Evaluación:

- **Sistema de calificación:** escala vigesimal (0 – 20).

Prácticas calificadas (PPC): Son evaluaciones practicas por su naturaleza, cargadas mediante archivo en la plataforma virtual del sistema, son correspondientes a los temas tratados en las prácticas dirigidas virtuales. Según la programación establecida serán aplicadas cuatro (04) prácticas calificadas (**PPC**), siendo estas una por cada semana.

Evaluación:

- Para aprobar la asignatura, el estudiante deberá alcanzar el promedio mínimo de **once (11)** en la nota final del curso y acreditar el 75% de asistencia a las sesiones virtuales. La fracción igual o mayor que 0.5 en el promedio final se considera a favor del estudiante.
- La nota final del curso (**NF**) se obtendrá de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{NF = PPC/6}$$

Donde:

PPC=Promedio de prácticas calificadas

VIII. BIBLIOGRAFÍA

8.1 BIBLIOGRÁFICAS

1. Sean Carroll, *Spacetime and Geometry*, Addison Wesley, 2004.
2. Robert M. Wald, *General Relativity*, University of Chicago Press, 1984.
3. [Steven Weinberg](#), *Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity*, Wiley, 1972
4. Stephen Hawking y George Ellis, *The Large Scale Structure of Space-Time*, Cambridge University Press, 1973.
5. [Kurt Sundermeyer](#), *Symmetries in Fundamental Physics*, Springer, 2014.
6. [Mikio Nakahara](#), *Geometry, Topology and Physics*, IOP Publishing Ltd 2003.

7. [Horațiu Năstase](#), *Introduction to AdS/CFT Correspondence*, Cambridge University Press, 2015.
8. [Martin Ammon](#) y [Johanna Erdmenger](#), *Gauge/Gravity Duality*, Cambridge University Press, 2015.

8.3 CIBERNÉTICAS

1. David Tong: Lectures on General Relativity, <http://www.damtp.cam.ac.uk/user/tong/gr.html>

Bellavista, enero del 2022.
Dr. Renato Sánchez