



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA ESCUELA



PROFESIONAL DE FÍSICA



SILABO

ASIGNATURA: MATEMATICA PARA MECANICA CUANTICA

SEMESTRE ACADÉMICO: 2023-B

DOCENTE: Edward Alfredo Vilchez Canchucaja

CALLAO, PERÚ

2023-B



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA



SÍLABO

I. DATOS GENERALES:

1.1 Asignatura:	MATEMÁTICA PARA MECÁNICA CUÁNTICA
1.2 Código:	FI-303
1.3 Condición:	Obligatorio
1.4 Pre-Requisito:	FI-202
1.5 N.º de Horas de Clases:	Teoría: 04 horas semanales Practica: 02 horas semanales
1.6 N.º de Créditos:	05
1.7 Ciclo:	V ciclo
1.8 Semestre Académico:	2023-B
1.9 Duración:	17 semanas
1.10 Profesor:	Lic. Edward Alfredo Vilchez Canchucaja.
1.11 Modalidad:	Presencial

II. SUMILLA

Naturaleza: Asignatura teórico-práctica perteneciente al área de especialidad.

Propósito: Comprender el formalismo matemático de la mecánica cuántica, los conceptos básicos necesarios del álgebra lineal orientados al estudio de la mecánica cuántica. Extender los conceptos del álgebra lineal al entendimiento de los espacios de Hilbert donde se desarrolla la Mecánica Cuántica.

Contenido: El curso se organiza en dos unidades: (I) Espacios vectoriales y Algebra de Operadores; (II) Ecuación de Schrödinger. Los contenidos a desarrollar son los siguientes: Espacios vectoriales, Producto escalar, Espacios de Hilbert, Operadores lineales en un espacio de Hilbert. Operaciones con operadores lineales, operadores auto-adjuntos, operadores ortogonales, problema de autovalores, espacios normados, representación matricial de operadores lineales, generalización de base ortogonales, aplicación de valores propios. Ecuación de Schrödinger, función de onda. Postulados de la mecánica cuántica. Aplicaciones de la ecuación de Schrödinger

III. COMPETENCIAS DEL PERFIL DE EGRESO

3.1 COMPETENCIAS GENERALES CG1. Comunicación.

Transmite información que elabora para difundir conocimientos de su campo profesional, a través de la comunicación oral y escrita, de manera clara y correcta; ejerciendo el derecho de libertad de pensamiento con responsabilidad.

CG2. Trabaja en equipo.

Trabaja en equipo para el logro de los objetivos planificados, de manera colaborativa; respetando las ideas de los demás y asumiendo los acuerdos y compromisos.

CG3. Pensamiento crítico.

Resuelve problemas, plantea alternativas y toma decisiones, para el logro de los objetivos propuestos; mediante un análisis reflexivo de situaciones diversas con sentido crítico y autocritico y asumiendo la responsabilidad de sus actos.

3.2 COMPETENCIAS ESPECIFICAS Competencia de Unidad 1:

Explica en forma oral y escrita los fundamentos del formalismo matemático de la mecánica cuántica y su aplicación tecnológica. Explica los fundamentos y teoremas del algebra vectorial y de operadores.

(IF) Utiliza estrategias de investigación para mejorar el proceso y la calidad de su aprendizaje.

Competencia de Unidad 2:

Explica los postulados y principios de la mecánica cuántica. Explica la naturaleza de la ecuación de Schrödinger y metodología de resolución.

(IF) Utiliza estrategias de investigación para mejorar el proceso y la calidad de su aprendizaje

IV. CAPACIDADES

CAPACIDADES DE LA UNIDAD 01:

C1.- Capacidad de Enseñanza Aprendizaje (C1. E- A):

Comprende los fundamentos y teoremas del algebra lineal de vectores y operadores en el espacio de Hilbert.

C2.- Capacidad de Enseñanza Aprendizaje (C2. E- A):

Demuestra los fundamentos del algebra de vectores de estado y de los operadores lineales en la formulación de la mecánica cuántica.

C3.- Capacidad de Investigación Formativa (C3. I- F):

Hipotetiza sobre los fundamentos y principios básicos del algebra lineal de vectores y de operadores en el espacio complejo.

CAPACIDADES DE LA UNIDAD 02:

C1.- Capacidad de Enseñanza Aprendizaje (C1. E- A): Comprende los fundamentos de la correspondencia de las magnitudes físicas con los operadores lineales en el espacio complejo.

C2.- Capacidad de Enseñanza Aprendizaje (C2. E- A): Demuestra los fundamentos y principios de la mecánica cuántica en su formulación básica.

C3.- Capacidad de Investigación Formativa (C3. I- F): Hipotetiza sobre los fundamentos y principios básicos de la ecuación de Schrödinger.

V ORGANIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE

PRIMERA UNIDAD: Algebra Vectorial y de Operadores en el espacio de Hilbert

DURACIÓN: Semanas: 1ra, 2da., 3ra., 4ta., 5ta., 6ta, 7ma y 8va.

FECHA DE INICIO: 21/08/2023 FECHA DE TÉRMINO: 13/10/23

LOGRO DE APRENDIZAJE: Al finalizar la unidad el estudiante Aplica correctamente los fundamentos y teoremas del algebra vectorial en el espacio de Hilbert. Resuelve problemas sobre vectores de estado, a partir de las sesiones de aprendizaje y la información proporcionada por el profesor durante el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Capacidad:

C1.- Capacidad de Enseñanza Aprendizaje (C1. E- A): Analiza los vectores de estado o función de onda en el espacio de Hilbert.

C2.- Capacidad de Enseñanza Aprendizaje (C2. E- A): Explica los algoritmos del cálculo y análisis de operaciones con vectores de estado y de operadores lineales.

C3.- Capacidad de Investigación Formativa (C3. I- F): Hipotetiza sobre los fundamentos y teoremas del algebra de vectores y operadores en el espacio de Hilbert. Aplica a situaciones físicas los conceptos vertidos, presentando un informe de indagación de problemas.

Producto de aprendizaje: Resumen, Propuesta de investigación, Solucionario de problemas, Práctica calificada.

SEMANA Y NUMERO DE SESION DE HORAS LECTIVAS	TEMARIO-ACTIVIDAD	INDICADORES DE LOGRO	INSTRUMENTOS DE EVALUACION
Semana N° 01 Sesión N° 01	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción. • Espacios vectoriales. • Propiedades de los espacios vectoriales. 	Explica oral y críticamente los conocimientos fundamentales del álgebra lineal aplicado a vectores de estado por medio de un resumen. Resuelve problemas aplicando los conceptos tratados	Rubrica
Semana N° 02 Sesión N° 02	<ul style="list-style-type: none"> • Producto escalar. • Propiedades del producto escalar. • Espacio de Hilbert. • Elementos del espacio de Hilbert. 	Explica oral y críticamente los teoremas del álgebra vectorial y de operadores por medio de un resumen. Resuelve problemas aplicando los conceptos tratados.	Rubrica
Semana N° 03 Sesión N° 03	<ul style="list-style-type: none"> • Bases ortonormales en espacios de Hilbert. • Operadores lineales en un espacio de Hilbert. 	Explica oral y críticamente los fundamentos del álgebra de vectores y operadores en el espacio de Hilbert por medio de un resumen. Resuelve problemas aplicando los conceptos tratados	Rubrica
Semana N° 04 Sesión N° 04	<ul style="list-style-type: none"> • Operaciones con operadores lineales. • Operador adjunto. Representación matricial. 	Explica oral y críticamente los procedimientos en la resolución de problemas con operadores. Evaluación del primer trabajo de investigación	Rubrica Cuestionario
Semana N° 05 Sesión N° 05	<ul style="list-style-type: none"> • Operador adjunto. • Operadores unitarios. • Cambio de bases 	Elabora un informe técnico sobre la teoría de los espacios de Hilbert para representar los estados de un sistema cuántico.	Rubrica
Semana N° 06 Sesión N° 06	<ul style="list-style-type: none"> • Proyectores ortogonales. • Espectro puntual. • Autovalores y autovectores 	Elabora un informe técnico sobre la ecuación que representa el cambio de base de un espacio de estados a otro. Sustenta exponiendo oralmente los resultados.	Rubrica
Semana N° 07 Sesión N° 07	<ul style="list-style-type: none"> • Vectores no normalizables. • Delta de Dirac. • La transformación de Fourier. 	Elabora un informe técnico sobre los Formula las reglas para la normalización de vectores.	Rubrica
	<ul style="list-style-type: none"> • Bases ortonormales generalizadas. • Espectro continuo. 		
Semana N° 08	Examen Parcial	Desarrolla el Examen	Cuestionario

SEGUNDA UNIDAD: Ecuación de Schrödinger.

DURACIÓN: Semanas: 9na, 10ma., 11ava, 12ava., 13ava, 14ava, 15ava, 16ava y 17 ava. Semana.

FECHA DE INICIO: 16/10/23 **FECHA DE TÉRMINO:** 15/12/23

CAPACIDADES DE LA UNIDAD:

LOGRO DE APRENDIZAJE: Aplica correctamente los postulados de la mecánica cuántica en la resolución de sistemas cuánticos sencillos (modelos). Aplica los algoritmos básicos de la resolución de la ecuación de Schrödinger estacionaria.

CAPACIDAD:

- **C1.- Capacidad de Enseñanza Aprendizaje (C1. E- A):** Conoce el concepto de función de onda y sus implicancias en la formulación de la teoría cuántica. Conoce la naturaleza de la ecuación de Schrödinger
- **C2.- Capacidad de Enseñanza Aprendizaje (C2. E- A):** Explica los algoritmos básicos de resolución de la ecuación de Schrodinger.
- **C2: de IF (Investigación Formativa)** Redacta un Ensayo para ser sustentado en clase, sobre los postulados de la mecánica cuántica.

Producto de aprendizaje: Resumen, Propuesta de investigación, Solucionario de problemas, Práctica calificada.

SEMANA Y NÚMERO DE SESIÓN DE HORAS LECTIVAS	TEMARIO-ACTIVIDAD	INDICADORES DE LOGRO	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
Semana N° 09 Sesión N° 09	<ul style="list-style-type: none">• Descripción de los sistemas físicos. Estados y observables.• Probabilidad en las medidas de observables.	Explica oral y críticamente los postulados de la mecánica cuántica por medio de un resumen. Resuelve problemas aplicando los conceptos tratados	Rubrica Cuestionario
Semana N° 10 Sesión N° 10	<ul style="list-style-type: none">• Reducción del estado cuántico.• Compatibilidad. Relación de incertidumbre generalizada.• El espacio de los estados de una partícula con espín	Explica oral y críticamente el colapso de la función de onda por medio de un resumen. Resuelve problemas aplicando los conceptos tratados.	Rubrica

Semana N° 11 Sesión N° 11	<ul style="list-style-type: none"> • Evolución temporal de los estados cuánticos. • Evolución temporal relativa a los observables. • Relación de incertidumbre energía-tiempo. • Observables posición y momento. • Ecuaciones de Ehrenfest 	Explica oral y críticamente el concepto de función de estado y el principio de incertidumbre por medio de un resumen. Resuelve problemas aplicando los conceptos tratados	Rubrica
Semana N° 12 Sesión N° 12	<ul style="list-style-type: none"> • La función de ondas en la representación de posiciones. • La función de ondas en la representación de momentos. • Propiedades generales de las autofunciones de la energía 	Explica oral y críticamente las propiedades de la función de onda, sus representaciones, transformaciones y sus propiedades. Evaluación del segundo trabajo de investigación	Rubrica Cuestionario
Semana N° 13 Sesión N° 13	<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades de las funciones de onda. • Ecuación de Schrödinger independiente del tiempo. 	Elabora un informe técnico sobre la naturaleza de la ecuación de Schrodinger independiente del tiempo.	Rubrica
Semana N° 14 Sesión N° 14	<ul style="list-style-type: none"> • Espectro de energía. • El pozo cuadrado infinito. • Estados ligados en pozos cuadrados finitos. • El oscilador armónico. 	Sustenta exponiendo oralmente la resolución de la ecuación de Schrodinger para el oscilador armónico. Elabora un algoritmo de resolución.	Rubrica
Semana N° 15 Sesión N° 15	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición de temas de investigación. 	Elabora un informe y sustenta oralmente los resultados de su investigación formativa. Evaluación del tercer trabajo de investigación	Rubrica Cuestionario
Semana N° 16	Examen Final	Desarrolla el examen final de la asignatura.	Cuestionario
Semana N° 17	Entrega de notas y actas.	Desarrolla el examen sustitutorio	Cuestionario

VI. METODOLOGIA

La Universidad Nacional del Callao, Licenciada por la SUNEDU tiene como fin supremo la formación integral del estudiante, quien es el eje central del proceso educativo de formación profesional; es así como el Modelo Educativo de la UNAC implementa las teorías educativas constructivista y conectivista, y las articula con los componentes transversales del proceso de enseñanza – aprendizaje, orientando las competencias genéricas y específicas. Este modelo tiene como propósito fundamental la formación holística de los estudiantes y concibe el proceso educativo en la acción y para la acción. aprendizaje significativo en el marco de la construcción cooperativa del conocimiento y toma en cuenta los saberes previos de los participantes con la finalidad que los estudiantes fortalezcan sus conocimientos y formas de aprendizaje y prosperen en la era digital, en un entorno cambiante de permanente innovación, acorde con las nuevas herramientas y tecnologías de información y comunicación

La Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la UNAC, en cumplimiento con lo dispuesto en la Resolución Viceministerial N°085-2020-MINEDU del 01 de abril de 2020, de manera excepcional y mientras duren las medidas adoptadas por el Gobierno con relación al estado de emergencia sanitario, se impartirá educación remota no presencial haciendo uso de una plataforma virtual educativa: espacio en donde se imparte el servicio educativo de los cursos, basados en tecnologías de la información y comunicación (TICs).

La plataforma de la UNAC es el Sistema de Gestión Académico (SGA-UNAC) basado en Moodle, en donde los estudiantes, tendrán a su disposición información detallada de la asignatura: el sílabo, recursos digitales, guía de entregables calificados, y los contenidos de la clase estructurados para cada sesión educativa. El SGA será complementado con las diferentes soluciones que brinda Google Suite for Education y otras herramientas tecnológicas multiplataforma.

Las estrategias metodológicas didáctica para el desarrollo de las sesiones teóricas y prácticas permiten dos modalidades de aprendizaje en los estudiantes:

6.1 Herramientas metodológicas de comunicación síncrona (videoconferencia)

La modalidad asíncrona es una forma de aprendizaje basado en el uso de herramientas que permiten la comunicación no presencial y en tiempo real entre el docente y los estudiantes. Dentro de la modalidad sincrónica, se hará uso de:

Clases dinámicas e interactivas (virtuales): el docente genera permanentemente expectativa por el tema a través de actividades que permiten vincular los saberes previos con el nuevo conocimiento, promoviendo la interacción mediante el diálogo y debate sobre los contenidos.

Talleres de aplicación (virtuales): el docente genera situaciones de aprendizaje para la transferencia de los aprendizajes a contextos reales o cercanos a los participantes que serán retroalimentados en clase.

Tutorías (virtuales): Para facilitar la demostración, presentación y corrección de los avances del informe final de investigación.

(Si la asignatura desarrolla laboratorios presenciales, el docente precisará las estrategias a emplear).

6.2 Herramientas metodológicas de modalidad asíncrona

Forma de aprendizaje basado en el uso de herramientas que posibilitan el intercambio de mensajes e información entre los estudiantes y el docente en tiempo diferido y sin interacción instantánea.

Dentro de la modalidad asincrónica se hará uso de metodologías colaborativas tales como:

- Aprendizaje Orientado a Proyectos - AOP: Permite que el estudiante adquiriera conocimientos y competencias mediante la ejecución de su proyecto de investigación, para dar respuesta a problemas del contexto.
- Portafolio de Evidencias Digital: Permite dar seguimiento a la organización y presentación de evidencias de investigación y recopilación de información para poder observar, contrastar, sugerir, incentivar, preguntar.
- Foro de investigación: se realizarán foros de debate, a partir de un reactivo sobre el tema de la sesión de aprendizaje.
- Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).
- Aula Invertida y Retro alimentación.

INVESTIGACIÓN FORMATIVA

Es realizada por los estudiantes en las asignaturas que determine cada escuela profesional de la Universidad Nacional del Callao, en función de los contenidos de las asignaturas que tengan relación directa con los objetivos de la investigación formativa.

Redacción de ejemplo: se promueve la búsqueda de artículos de investigación que sirven para elaborar una monografía sobre la aplicación de las herramientas matemáticas en la investigación en Ingeniería de Alimentos. La exposición grupal de dicho trabajo permitirá conocer el nivel de desarrollo de las habilidades investigativas que ha logrado el estudiante. (Sólo si corresponde a la asignatura).

RESPONSABILIDAD SOCIAL

La Universidad Nacional del Callao, dentro del ámbito educativo, hace frente a su función social respondiendo a las necesidades de transformación de la sociedad a nivel regional y nacional mediante el ejercicio de la docencia, la investigación y la extensión.

VII. MEDIOS Y MATERIALES (RECURSOS)

Se usará fundamentalmente pizarra, tiza, plumones, multimedia y proyector, PC. También es posible usar los siguientes medios y materiales:

MEDIOS INFORMÁTICOS	MATERIALES DIGITALES
<ul style="list-style-type: none">• Computadora• Internet• Correo electrónico• Plataforma virtual• Software educativo• Pizarra digital	<ul style="list-style-type: none">• Diapositivas de clase• Texto digital• Videos• Tutoriales• Enlaces web• Artículos científicos

VIII. SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA

Evaluación diagnóstica: se debe realizar al inicio de ciclo para determinar los diferentes niveles de conocimientos previos con los que el estudiante llega al curso. Se sugiere usar un cuestionario en línea en base a bancos de preguntas. No es considerada en el promedio de la asignatura.

Evaluación formativa: es parte importante del proceso de enseñanza aprendizaje, es permanente y sistemático y su función principal es recoger información para retroalimentar y regular el proceso de enseñanza aprendizaje. Para garantizar el desarrollo de competencias, se sugiere usar recursos e instrumentos mixtos cuantitativos y cualitativos. Se debe trabajar en base a productos, como proyectos, análisis de casos, portafolios, ensayos, recursos audiovisuales, informes, guías, entre otros. Además, se sugiere usar como instrumentos de evaluación rúbricas, listas de cotejo, fichas de indagación, fichas gráficas, instrumentos de evaluación entre pares y entre otros.

Evaluación sumativa: se establece en momentos específicos, sirve para determinar en un instante específico, el nivel del logro alcanzado, por lo general se aplica para determinar el nivel de conocimientos logrados. Para este tipo de evaluación, se aplica mayormente cuestionarios y pruebas objetivas en cualquier formato. Se sugiere usarse en un porcentaje mínimo dado que solo permiten la medición cuantitativa de los conocimientos.

La evaluación de los aprendizajes se realizará por unidades. Se obtiene mediante la evaluación de productos académicos por indicador de logro de aprendizaje, cada producto tendrá un peso respecto a la nota de la unidad. Habrá tantas notas parciales como unidades tenga la asignatura. La nota final de la asignatura se obtiene promediando las notas de las unidades.

En cumplimiento del modelo educativo de la universidad, el sistema de evaluación curricular del silabo, consta de cinco criterios (Según Resolución N° 102-2021-CU del 30 de junio del 2021).

1. Evaluación de conocimientos **40%** (Parcial, final y prácticas calificadas)
2. Evaluación de procedimientos **30%** (Programas y algoritmos)
3. Evaluación actitudinal **10%**.
4. Evaluación de investigación formativa **15%** (Resumen)
5. Evaluación de proyección y responsabilidad social universitaria **5%**

Las ponderaciones de estos cinco criterios de evaluación se aplican solo a los sílabos de las asignaturas que contemplan Investigación Formativa y responsabilidad social universitaria.

En los casos de asignaturas que no incluyen Investigación Formativa, la ponderación del criterio de evaluación de conocimientos será de 55%.

En los casos de asignaturas que no incluyen responsabilidad social universitaria, la ponderación del criterio de evaluación de conocimientos será de 55%.

La fórmula para obtener el promedio final es la siguiente:

$$\mathbf{NF = EP*0.15 + EF*0.15 + PPC*0.10 + EPROC*0.30 + EACT*0.10 + EIF*0.15 + EPRSU*0.05}$$

Donde:

NF: Promedio final,

EP: Examen parcial,

EF: Examen final,

PPC: Promedio de prácticas calificadas,

EPROC: Evaluación de procedimientos,

EACT: Evaluación actitudinal,

EIF: Evaluación de investigación formativa,

EPRSU: Evaluación de proyección y responsabilidad social universitaria.

REQUISITOS PARA APROBAR LA ASIGNATURA

De acuerdo con los reglamentos de estudios de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Callao, se tendrá a consideración lo siguiente:

- Participación en todas las tareas de aprendizaje.
- Asistencia mínima del 70%.
- La escala de calificación es de 0 a 20.
- El estudiante aprueba si su nota promocional es mayor o igual a 11.

La evaluación del aprendizaje se adecua a la modalidad presencial, considerando las capacidades y los productos de aprendizaje evaluados descritos para cada unidad. Se evalúa antes, durante y al finalizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, considerando la aplicación de los instrumentos de evaluación pertinentes.

IX. FUENTES DE INFORMACIÓN

9.1 BIBLIOGRÁFICAS

Básica:

- Seymour Lipschutz: Algebra Lineal. Editorial McGraw-Hill. 1971.
- Nouredine Zettili, Quantum Mechanics. Wiley.
- Claude Cohen Quantum Mechanis, Vol I Cap.2.
- Robert Eisberg y Robert Resnick. Física Cuántica. Editorial Limusa. 1979.

Complementaria

- Bernard Kolman. Algebra Lineal. Editorial Prentice Hall. 1999.
- Franklin, Joel Teoría de matrices. Editorial Shaum. Mac Hill.
- J.D Jackson. Mathematics for Quantum Mechanics. Editorial- W. A. Benjamin.
- Richard Feynman y Robert Leighton. Física Cuántica Editorial Addison Wesley- 1971.

9.2 Hemerográficas:

- Physical Review Letter (PRL): <https://journals.aps.org/prl/>
- <https://arxiv.org/archive/quant-ph>

9.3 Cibernéticas

- <http://home.tiscali.nl/physis/HistoricPaper/Schroedinger/Schroedinger1926c.pdf>
- <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/quantum/Scheq.html>
- <https://archive.org/details/principlesofquan0000dira>

X. NORMAS DEL CURSO

• Cuidar tener una buena educación en el aula, en la universidad y la red. Utilice buena redacción y gramática para redactar tus comunicaciones por los correos. Utilizar un lenguaje apropiado para no vulnerar los derechos de tus compañeros.

- Normas de convivencia:
 1. Respeto.
 2. Asistencia.
 3. Puntualidad.
 4. Presentación oportuna de los solicitados.

Bellavista, 21 de agosto del 2023.