



Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires

Ministerio de Educación



*Instituto Superior del Profesorado
"Dr. Joaquín V. González"*

2023

**INSTITUTO SUPERIOR DEL PROFESORADO "DR. JOAQUÍN V.
GONZÁLEZ"**

Nivel: Terciario

Carrera: Profesorado de Educación Superior en Física/ Profesorado de Educación Secundaria en Física.

Campo: Formación específica

Bloque: Física Moderna

Materia: Física Teórica I-A

Cursada: anual

Carga horaria: 6 (seis) horas cátedra semanales

Profesor: Jorge Mario Gianfelice

1. FUNDAMENTACIÓN.

La Física Teórica es considerada una ciencia eminentemente deductiva. A diferencia de la Física Experimental, la Física Teórica se estructura en forma de teoremas matemáticos que se demuestran lógicamente a partir de las premisas. Pero va más allá que una simple estructura formal y sintáctica, estos teoremas y proposiciones en último lugar deben someterse al insoslayable juez de la realidad de nuestra naturaleza. Es decir, todos los enunciados, sean del tenor que sean, además de estar de acuerdo con la esencia el método axiomático deben garantizar su validez con la observación o la realidad. Este escenario de la física teórica se remonta a los griegos, quienes pueden considerarse sus descubridores; método que usaron para desarrollar la geometría y el álgebra sistemáticamente. El método axiomático consiste en aceptar “sin demostración” ciertas proposiciones como axiomas o postulados (por ej.: el axioma en geometría euclidiana, que dice que dos puntos distintos determinan una única recta) y luego deduciendo de estos axiomas, en forma puramente lógica las proposiciones de la teoría en cuestión. Los axiomas constituyen los fundamentos de la teoría, los teoremas se obtienen a partir de los axiomas por el uso exclusivo de los principios lógicos. Así, el éxito de la formulación axiomática de la mecánica newtoniana llamó la atención de matemáticos y pensadores de todas las épocas; y en consecuencia fue una cuestión natural tratar la axiomatización en todo su alcance. Esto fue en esencia la consolidación del programa mecanicista fundado por René Descartes.

En la presente propuesta, para el dictado de esta signatura, y en base a lo ya expuesto, se presentarán los problemas tanto teóricos como empíricos que condujeron de una nueva reinterpretación formalista de la mecánica newtoniana. Reinterpretación que, en esta materia Física Teórica 1-A, está basada en las consideraciones de George Berkeley y Ernest Mach. Se comenzará con el estudio de las variables cinemáticas y dinámicas y los teoremas de conservación de una partícula material. Se tomará como eje la física de Newtoniana y se extenderá hasta la concepción de Mach. Finalmente, y como consecuencia de este trabajo, se procederá a acercar al estudiante, por un lado, a la física relativista clásica, y por el otro a los movimientos oscilatorios.

Asimismo, para esta asignatura, que está destinada tanto para estudiantes de nivel secundario como superior, será de fundamental importancia, como se enmarca en la currícula, la articulación vertical, no solo son importantes los niveles de las físicas precedentes sino también las asignaturas tales como álgebra II, análisis I y II. Esto merece mucha atención, dado que en estas asignaturas se adquieren los conceptos centrales de derivación e integración vectorial, infinitésimos, infinitos, análisis vectorial, operadores lineales, ecuaciones diferenciales, transformaciones lineales y diagonalización. También es importante destacar la articulación horizontal con de matemática superior A, donde se adquieren los conocimientos de ecuaciones diferenciales de orden superior aplicadas, análisis de Fourier y análisis complejo.

Finalmente es importante destacar que el centro de esta asignatura son los modelos físicos que a través de las ecuaciones diferenciales permiten explicar, no solo, los hechos de la mecánica, sino también, dar cuenta de las predicciones empíricas en diferentes campos de estudio. Tales modelos son montados por ecuaciones diferenciales, y la solución de estas integran los procesos de explicación y predicción. Este proceso es el corazón de toda la física teórica, que en la actualidad se puede complementar muy bien con simuladores matemáticos y procedimientos numéricos

computacionales. Este complemento, se presentará a los estudiantes una vez afianzados los conceptos en cada unidad del programa.

2. OBJETIVOS.

En este apartado voy a delimitar por un lado los objetivos generales de esta asignatura y por el otro los objetivos específicos que comprenden al área de selección elegida y fundamentada anteriormente.

Generales

Se espera que al finalizar la programación curricular los futuros docentes logren:

- ◆ Incorporar la discusión de posturas y de bibliografía como parte de una práctica destinada a la fundamentación de la disciplina en estudio.
- ◆ Proyectar los temas de base, para la resolución de nuevas situaciones problemáticas y de aprendizaje.
- ◆ Aplicar todos los conceptos adquiridos en los encuentros, en la resolución de problemas que surjan respecto a la interpretación de los principios teóricos.
- ◆ Conservar las formas básicas que permiten la sistematización de toda la matemática como base de la Física teórica
- ◆ Organizar un espacio compartido de debate producto de las investigaciones y de la labor cotidiana.
- ◆ Integrar procedimientos y saberes en una práctica de interpretación profunda que se pueda hacer extensiva a otros ámbitos del conocimiento y a su enseñanza.

Específicos.

- ◆ Desarrollar los diferentes sistemas de coordenadas adecuados para basar las leyes de Newton.
- ◆ Expresar las magnitudes cinemáticas y dinámicas en diferentes sistemas de coordenadas.
- ◆ Comprender las leyes de Newton como base de la mecánica clásica y elemento central de la física teórica.
- ◆ Derivar la interpretación de Ernest Mach de la formulación newtoniana de la mecánica.
- ◆ Desarrollar de los conceptos de fuerzas, fuerzas centrales y potenciales mecánicos.
- ◆ Estudiar las ideas relativistas, tanto en magnitudes cinemáticas como dinámicas, basadas en la filosofía de Mach.
- ◆ Aplicar las ideas relativistas al problema de un cuerpo sometido a la acción de un planeta (por ejemplo, la Tierra).
- ◆ Abordar el estudio de los osciladores (libres y forzados) tanto amortiguados como no amortiguados.
- ◆ Extender el concepto de transformación lineal y diagonalización matricial a la solución de modos normales en una oscilación
- ◆ Aplicación de operadores matemáticos a la resolución de problemas de resonancia.

3. TEMAS POR UNIDAD.

UNIDAD N° 1: Revisión de bases algebraicas en el plano y espacio. Mecánica de una partícula. Sistemas de coordenadas cartesianas y polares. Magnitudes cinemáticas en coordenadas cartesianas, polares, cilíndricas y esféricas. Momento lineal y momento cinético de una partícula. Las leyes de Newton expresadas en ecuaciones diferenciales en derivadas segundas. Soluciones y condiciones de iniciales y contorno.

UNIDAD N° 2: Revisión de integrales curvilíneas. Movimiento general de la partícula. Sistema referencial general. Fuerzas conservativas y no conservativas. Fuerzas de vínculo y fuerzas externas. Trabajo para fuerzas conservativas y no conservativas. Principio de conservación de la energía. El problema de los dos cuerpos, tratamiento teórico.

UNIDAD N° 3: Inconsistencias empíricas en las leyes de Newton. Masa inercial y masa gravitatoria. Consideraciones relativas del obispo George Berkeley. Reinterpretación de las leyes de Newton: Principio de Ernest. Interacciones macroscópicas conservativas y no conservativas. Mach y las experiencias ideales con dos cuerpos. Los casos de las interacciones gravitatorias, elásticas y de fricción. Teoremas de conservación e integrales de movimiento.

UNIDAD N° 4: Movimientos relativos. Problemas filosóficos y consecuencias en los movimientos relativos clásicos. Movimiento relativo de los sistemas de referencia. Derivada absoluta y relativa. Teorema de la derivada relativa. Magnitudes cinemáticas y dinámicas en los movimientos relativos clásicos. El caso del movimiento de un cuerpo respecto a un planeta.

UNIDAD N° 5: Introducción a los movimientos oscilatorios. El caso del oscilador libre con y sin amortiguamiento. Oscilador libre no amortiguado con impulsión armónica. Oscilador libre con amortiguamiento de fricción, viscoso y estructural. Oscilador subamortiguado, sobreamortiguado y críticamente amortiguado. Comparaciones.

UNIDAD N° 6: El oscilador forzado excitado sinusoidalmente. Método del exponente complejo. Oscilaciones forzadas con amortiguamiento. Fuerza oscilante aplicada. Resonancia en amplitud y en energía. Transmisibilidad de fuerza, de desplazamiento y relativa. Medición. Aislación de oscilaciones. Oscilaciones en muelles. Diagonalización del problema. Modos normales.

4. METODOLOGÍA

Es imperioso destacar que la física teórica, no solo actúa como bisagra entre las teorías subyacentes demarcadas por el mecanicismo, sino que permite hacer extensivas

sus afirmaciones a otras áreas de la física, como es el caso de la Física moderna. Asimismo, la tecnología actual permite el uso de una gran variedad de técnicas experimentales para someter sus afirmaciones y hechos de los que da cuenta. Por esta razón, es que para que el estudiante pueda lograr los objetivos enunciados, se incorporaran en esta propuesta, no solo los procedimientos y técnicas experimentales en cada bloque del programa, sino que además se utilizarán los recursos tecnológicos para asistir con diferentes softwares a dichas técnicas.

Por otro lado, esta asignatura es ideal para desarrollar con los estudiantes métodos de simulación y experiencias con sensores, cuando se haga necesario modelar hechos empíricos donde se carece del material experimental necesario y así permitir una mejor visualización o comprensión del tema tratado.

De acuerdo con estas premisas, las actividades se desarrollarán de tres maneras diferentes. La primera apunta a los saberes conceptuales específicos donde será importante la discusión en las clases y las conclusiones obtenidas. (Clases teóricas)

La segunda persigue que los estudiantes puedan hacer uso, exploración y aplicación de los temas teóricos. (Clases prácticas) Estas clases se basarán en una guía de trabajos prácticos, una por cada unidad temática. Dicha guía incluirá distintas situaciones de aplicación en problemas prácticos concretos, y algunas experiencias de laboratorio. La misma se resolverá individual y grupalmente, siendo estas categorías complementarias, dado que cada una tiene su objetivo bien delimitado.

Es importante aclarar que en esta asignatura todo trabajo de laboratorio no es obligatorio, dado que no se contemplan acciones experimentales con docentes de trabajos prácticos asignados institucionalmente a tal fin. Solo se procederá en forma experimental desde el desarrollo teórico de la asignatura, para lo cual se utilizarán simuladores o en su defecto

Finalmente, , se propondrán un grupo de actividades vía internet. El docente formará un foro de discusión y consulta con él y entre los alumnos.

Estas actividades se dividirán en dos tipos.

- ***Para complementar los trabajos en el aula.***

- a) Consultas y discusiones, vía internet, entre pares y el docente.
- b) Búsqueda en la web de bibliografía y notas científicas sobre los temas de la asignatura.
- c) Chequeo de los programas computacionales que se disponen, de acuerdo con el programa conectar igualdad.

- ***Para complementar los trabajos en el laboratorio.***

- a) Uso de simuladores y sensores de laboratorios de física (donde no se disponga de materiales de laboratorio)
- b) Manejo de programas matemáticos para físicos, entregados en el programa conectar igualdad.

Cabe aclarar que el tiempo (días y horarios) destinado a estas actividades será acordado entre los estudiantes y el docente. Asimismo, si algún cursante necesita aclarar dudas o consultar sobre algún tema, el docente proveerá un correo electrónico para tal fin.

5. BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

UNIDAD N° 1:

Spagnolo, L. Zubcov, E. 2002. Mecánica Analítica. Buenos Aires. Ed. Nueva librería. Caps.1,2 y 3 y 4: Págs. 1-55

Roederer J. 1986. Mecánica elemental. Buenos Aires. Ed. Eudeba. Cap. 2: Págs.40-67

UNIDAD N° 2:

Vucetich, Héctor. 2008. Introducción a la Mecánica Analítica. Buenos Aires. Ed. Eudeba. Caps. 1 y 3. Págs. 15 - 40 y Págs.107 -120

UNIDAD N° 3:

Roederer, J. 1986. Mecánica elemental. Buenos Aires. Ed. Eudeba. Cáps. 3 y 4: Págs. 68-83, Págs. 91 -120 y Págs. 142 – 161.

Vucetich, Héctor. 2008. Introducción a la Mecánica Analítica. Buenos Aires. Ed. Eudeba. Cap1. Págs. 43 -52.

UNIDAD N° 4:

Roederer, J. 1986. Mecánica elemental. Buenos Aires. Ed. Eudeba. Cap. 3. Págs. 106 - 113.

Spagnolo, L. Zubcov, E. 2002. Mecánica Analítica. Buenos Aires. Ed. Nueva librería. Cap. 4: Págs. 61 - 88

UNIDAD N° 5:

Spagnolo, L. Zubcov, E. 2002. Mecánica Analítica. Buenos Aires. Ed. Nueva librería. Cap. 5. Págs. 95 – 150

French, A. P. 1998. Vibraciones y Ondas. Barcelona. Ed. Reverté. Caps. 2 y 3. Págs. 21 -80

UNIDAD N° 6:

Vucetich, Héctor. 2008. Introducción a la Mecánica Analítica. Buenos Aires. Ed. Eudeba. Cap 2. Págs. 57 -102.

French, A. P. 1998. Vibraciones y Ondas. Barcelona. Ed. Reverté. Caps. 4 y 5. Págs. 90 -222

A) BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA COMPLEMENTARIA

Marion, Jerry B. 2015. Dinámica clásica de las partículas y sistemas. Barcelona. Ed. Reverté.

Philip Edward Bertrand Jourdain. 2010. The Science of Mechanics: Ernst Mach. E.E.U.U. Ed. Nabu Press.

Ernst Mach. 1988. The Science of Mechanics: A Critical and Historical Account of its Development. Ed. Open Court Publishing Company.

Alonso, M.; Finn, E. J.: 1995. Campos y ondas. E.E.U.U. Ed Addison Wesley Iberoamericana. U.S.A.,

6. FORMAS DE EVALUACIÓN Y PROMOCIÓN

La idea de que las ciencias, "puesto que son materias objetivas" se pueden evaluar con objetividad y precisión, parece, en principio, bastante razonable. Se trata, sin embargo, que ha sido seriamente cuestionada por los estudiosos de decimología¹ que han mostrado como un mismo ejercicio de, por ejemplo, física o matemática, recibe puntuaciones muy diferentes cuando es evaluado por distintos profesores y también cuando es evaluado por los mismos profesores en momentos diferentes. Es por ello que se seguirá un esquema que se focalice principalmente en la evaluación formativa, teniendo en cuenta cada uno de los momentos en que se desarrollan. Esto permitirá tener continua información sobre las dificultades que los estudiantes presenten y además incorporar estrategias que permitan relevar acciones en la medida que sean necesarios.

Técnicamente esta evaluación se realizará como se detalla a continuación.

- a) Al comenzar el curso se considerará una evaluación inicial de revisión, no solo *diagnóstica*, sino también *integral* con temas centrales sobre el manejo de herramientas de informática y computación en general. (programas especiales, software, plataformas, etc.)
- b) En segunda instancia dará lugar a la evaluación *formativa* que se desarrollará a lo largo del curso será unidad por unidad como se indica en el cuadro grilla que se exhibió como parte de los recursos. Ahí se detalla qué y cómo se evaluará cada clase. De cada unidad el estudiante recibirá una calificación que tendrá peso en el momento de la acreditación final y promoción de la asignatura. Esta evaluación es muy importante porque tiene un doble objetivo. Por un lado, aporta una calificación parcial por cada unidad del programa para ser considerada como parte de la aprobación de la asignatura, pero por el otro, le permite al estudiante saber que competencias va alcanzando en cada momento, teniendo bien identificadas las variantes entre los logros individuales y grupales. De esta manera se irá midiendo en forma continua, tanto grupal como individualmente, el trabajo de los estudiantes. Asimismo, esta forma evaluativa deja de lado el individualismo y favorece, desde el trabajo en equipo, la medición integrada de conocimientos, que un mero examen parcial individual no permite medir.
- c) Por último, se considerará la evaluación *sumativa* que definirá en el estudiante la *acreditación y promoción* de la asignatura.

Acreditación y promoción

Se partirá de la asistencia obligatoria que se demarca en el reglamento vigente Institucional y del promedio de los resultados de las evaluaciones que los estudiantes realizaron por cada unidad del programa. Además, se tomará un examen individual que

¹ Hoyat (1962) *Les examens (Institut de l'Unesco pour l'Education)* Bourrelier Paris

estará compuesto por los temas en donde los estudiantes estuvieron más débiles. Es importante destacar que se construirá un examen para cada alumno para compensar las debilidades que tuvieron en esos contenidos. Así tendrá un verdadero valor el examen parcial individual, y hará honor a su nombre. En este examen tendrán más preponderancia los saberes prácticos centrados en problemas que los conocimientos teóricos. Así la calificación conjunta, que le permitirá al estudiante regularizar la asignatura, proviene del promedio anterior (obtenido por la evaluación por unidad) con el resultado del examen parcial individual. Promedio que no debe ser inferior a cuatro puntos. Es importante destacar que éste último tendrá una instancia de recuperación a acordar entre los estudiantes y el docente.

El mecanismo de acreditación y promoción se basará en dos alternativas:

- a) Con examen final: En una evaluación final, que es individual y presencial, requerirá un mayor grado de relación entre las distintas unidades del programa. Los temas pueden ser propuestos por los alumnos con aprobación del profesor, pero necesariamente deben involucrar aspectos correspondientes a más de una unidad. En esta evaluación final la calificación mínima para la acreditación es la que se encuadra en el reglamento vigente.
- b) Sin examen final: Si el estudiante no desaprobaba las evaluaciones por unidad, y el promedio entre éstas y el examen parcial individual es como mínimo de 8 puntos, entonces accede a la promoción directa sin examen final y dicha calificación es la definitiva. Además, deberá cumplir con el porcentaje de asistencia que se encuadra en el reglamento vigente para esta situación particular.

Otras formas de acreditación final contempladas en el reglamento Institucional

El reglamento institucional promueve la instancia del alumno libre.
Instancia que detalla a continuación:

El examen tiene dos partes, una escrita y otra oral, siendo la primera eliminatoria de la segunda. La aprobación se establece con la calificación mínima de cuatro puntos. Una vez aprobado el examen escrito en la instancia oral el estudiante deberá desarrollar cualquier tema teórico del programa. La calificación final del examen resulta del promedio de ambas instancias.

Jorge Gianfelice