



Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires
Ministerio de Educación e Innovación



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

PROGRAMA DE CONTINUIDAD PEDAGÓGICA EN CONTEXTO DE LA PANDEMIA MUNDIAL DEL COVID-19 -2021-

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

Nivel: Terciario

Carrera: Profesorado de Educación Superior en Física

Eje: Campo Formación específica

Bloque: Física Contemporánea

Instancia curricular: Mecánica Cuántica

Cursada: anual

Carga horaria: 3 horas cátedra semanales

Profesor: Horacio Daniel Rinaldi

Año: 2021

Fundamentación

Para la formación de los futuros profesores en Física en sus áreas fundamentales (clásica: mecánica-óptica-termodinámica-electromagnetismo y contemporánea: relatividad-cuántica) es necesario tener en cuenta, por un lado, los continuos avances que en el campo de la investigación tiene la disciplina y por el otro, los profundos cambios que la investigación educativa ha introducido en la enseñanza de las ciencias naturales en los últimos veinte años.

Si se tiene en cuenta la situación actual del campo disciplinar específico, importa más contribuir a la formación de criterios de apropiación de contenidos (que se renuevan y se modifican a un ritmo vertiginoso) y a la comprensión de los diferentes paradigmas epistemológicos que a la adquisición de un conjunto de saberes definitivos sobre el cual debe basarse la práctica docente. En consecuencia, pasan a un primer plano capacidades y procesos que la enseñanza de la física en particular y las ciencias naturales en general atendían sólo a medias o simplemente no atendían.

Los aprendizajes significativos que se facilitan a través de la resolución de problemas, los trabajos prácticos de laboratorio, las lecturas que permiten analizar cómo y cuándo aparecieron históricamente determinados contenidos y las transformaciones que en el mundo introdujeron su desarrollo, los cambios de paradigmas científicos y filosóficos impuestos por la relatividad y la mecánica cuántica, el uso de la informática para la realización de trabajos de laboratorio, enriquecen y determinan de manera contundente el perfil del futuro egresado.

De igual manera, las relaciones entre el lenguaje propio de la física y la lengua en general se vuelven presupuestos fundamentales para el conocimiento adquiriendo un protagonismo en la tarea del aula, ya que contribuyen a una mejor comunicación y participación de los diversos actores en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Atento a esto, es que la selección de contenidos que se propone y su secuencia particular, están orientadas hacia la apropiación de criterios prácticos y metodológicos que permiten generar un tratamiento concreto y productivo del objeto de estudio. Se pretende: evaluar las implicancias de los marcos conceptuales vigentes para dar cuenta de la complejidad de los modelos atómicos, molecular y del universo; desarrollar criterios para la selección y análisis de los ejes de contenidos; valorar el patrimonio cultural que subyace y reflexionar los contenidos para que se construyan en el futuro profesor, las bases que le permitan adquirir un goce estético por hacer física y por enseñarla.

En particular, la selección y secuenciación de los contenidos que se trabajarán en la materia Mecánica Cuántica se realizó dentro del marco de la fundamentación anterior y dado que la materia está concebida para ser la natural continuación del espacio curricular definido por Física IV, se

priorizarán los contenidos que tienen como conceptos transversales a las ideas de la Mecánica Cuántica Ondulatoria. La dualidad onda-partícula, el principio de incertidumbre, la ecuación de Schrödinger para resolver problemas unidimensionales de tipo conservativo, el átomo de hidrógeno, son algunos ejemplos de lo anterior. La materia también incluye la posibilidad de trabajar conceptualmente contenidos de Estadística Cuántica, Estado Sólido, Conducción eléctrica en conductores y semiconductores, Enlaces moleculares, Superconductividad y Elementos de Física de Partículas.

Objetivos / Propósitos

- Conocer los conceptos generales de la Física Cuántica.
- Comprender la necesidad de modificar el pensamiento ligado a la intuición y al sentido común utilizado en la Física Clásica.
- Evaluar la eficacia de los nuevos modelos utilizados para interpretar los fenómenos estudiados, reconociendo que los conceptos de la ciencia no son absolutos.
- Resolver situaciones problemáticas vinculadas con los temas desarrollados en el seminario.
- Desarrollar los aprendizajes independientes y significativos que se logran.
- Acceder a las distintas fuentes de información, que les permitirán la adecuada actualización en la enseñanza de la Física.

Contenidos / Unidades temáticas

Unidad 1:

Repaso de los problemas unidimensionales: escalón de potencial, barrera de potencial y pozo de potencial. Problema de la caja de potencial tridimensional

Unidad 2:

El espacio de Hilbert. Vectores y operadores en el espacio de Hilbert. Funciones de cuadrado integrable. Principios de la Mecánica Cuántica. Los observables en la Mecánica cuántica. Elementos de la teoría cuántica de la medición. Evolución temporal del estado cuántico. Superposición de estados.

Unidad 3:

El átomo de hidrógeno. Los números cuánticos. El efecto Zeeman normal. El experimento de Stern-Gerlach. El efecto Zeeman anómalo. La estructura fina. El spin del electrón. Ideas elementales sobre el tratamiento cuántico de átomos multieletrónicos. La tabla periódica.

Unidad 4:

Enlaces moleculares. Energía molecular. Espectroscopía molecular.

Unidad 5:

Elementos de estadística Cuántica. Probabilidad termodinámica. Funciones de onda simétricas y antisimétricas. Bosones y fermiones.

Unidad 6:

El estado sólido. La estructura cristalina. Difracción de rayos X. El enlace metálico. La conducción eléctrica en metales y semiconductores. Teoría de bandas. Los potenciales periódicos.

Unidad 7:

Teoría cuántica de campos. Electrodinámica cuántica. Cromodinámica cuántica. El modelo Estándar. Supersimetría. Teoría de cuerdas. Superconductividad.

Bibliografía específica

Libros de divulgación científica.

- F. A. Schaposnik – *Qué es la física cuántica* – Paidós, 2014.
- J. Baker – *50 cosas que hay que saber sobre Física Cuántica* – Ariel, 2013.
- K. Wilber - *Heisenberg, Schrödinger, Einstein, Jeans, Planck, Pauli, Eddington. Cuestiones cuánticas* – Kairós, 2012.
- J. A. Caballero Carretero – *Dirac. La antimateria. El reflejo oscuro de la materia* – RBA, 2013.
- J. Navarro - *Niels Bohr. El átomo cuántico. Pasaporte cuántico a otro estado* – RBA, 2012.
- B. Rosenblum y F. Kuttner – *El enigma cuántico. Encuentros entre la física y la conciencia* – Fábula Tusquets Editores, 2012.
- A. T. Pérez Izquierdo – *Max Planck. La teoría cuántica. La revolución de lo muy pequeño* – RBA, 2012.
- J. Navarro Faus – *Heisenberg. El principio de incertidumbre. ¿Existe el mundo cuando no lo miras?* – RBA, 2012.

- M. A. Sabadell – *Feynman. La electrodinámica cuántica. Cuando un fotón conoce a un electrón* – RBA, 2012.
- D. B. Laserna – *Schrödinger. Las paradojas cuánticas. El universo está en la onda* – RBA, 2012.
- P. Bombara y A. Valenzuela – *Ciencia y superhéroes* – Siglo Veintiuno, 2013.
- Colección de libros de R. Piccioni. Kindle Edition, 2015:
 Quantum Mechanics 1: Particles and Waves (Everyone's Guide Series Book 3)
 Quantum Mechanics 2: Uncertainty, Reality & Schrödinger's Cat (Everyone's Guide Series Book 11)
 Quantum Mechanics 3: Wavefunctions, Superposition, & Virtual Particles (Everyone's Guide Series Book 15)
 Quantum Mechanics 4: Spin, Lasers, Pauli Exclusion & Barrier Penetration (Everyone's Guide Series Book 21)
 Quantum Mechanics 5: Entanglement, EPR, Teleportation, & Advanced Topics (Everyone's Guide Series Book 26)

Libros de texto

- A. P. French – *Introducción a la Física Cuántica* – Editorial Reverté, 1982.
- R. Eisberg y R. Resnick – *Física cuántica* – Limusa, 2006.
- R. Serway, C. Moses y C. Moyer – *Física Moderna* – Thomson, 2006.
- R. Eisberg – *Fundamentos de Física Moderna* – Wiley, 1961.
- McGervey – *Introducción a la Física Moderna* – Trillas, 1975.

Bibliografía general

- Alonso-Finn – *Física Volumen III* – Addison Wesley, 1970.
- A. Beiser – *Conceptos de Física Moderna* – Mc Graw Hill, 1975.
- R. Feynman, R. Leighton y M. Sands – *Lecturas de Física, Vol.III Mecánica Cuántica* – Addison Wesley, 1965.
- S. Holzner – *Quantum Physics for Dummies* – John Wiley & Sons, 2013.

- E. Hawkins – *Quantum Mechanics for the 99% (but not for Dummies)* – Kindle Edition, 2014.

Libros de texto avanzados.

- E. Merzbacher – *Quantum Mechanics* – Wiley, 1970.
- P. Dirac – *Quantum Mechanics* – Oxford Univ. Press, 1958.
- A. Messiah – *Quantum Mechanics* – Wiley, 1959.

Modalidad de trabajo

Se propone desarrollar la materia de tres formas: tradicional, en forma de seminario y divulgativa. Considerando 32 semanas de clase, se propone lo siguiente:

- Forma tradicional: 18 semanas aproximadamente

Las tres primeras unidades se desarrollarán en una forma tradicional. Esto implica la presentación y discusión de los temas teóricos y la realización de un conjunto de problemas. Estas tres unidades, en función del nivel de matemática y física que tienen los alumnos del profesorado son las únicas que se pueden desarrollar en forma más completa y de igual manera que un posible estudiante de ciencias. Igualmente se deberán hacer las simplificaciones adecuadas para que los temas a discutir no superen los alcances de un alumno de estudios terciarios.

- Forma de seminario: 10 semanas

Las unidades 4, 5 y 6 se discutirán en forma sintética y simplificada ya que el completo desarrollo de las mismas supera ampliamente el nivel matemático y físico de los alumnos. Por otra parte, un análisis detallado de esos temas queda fuera de los saberes de un alumno del profesorado.

- Forma divulgativa: 4 semanas

La unidad 7 se piensa sólo en términos divulgativos.

Dadas las características de trabajo en forma virtual las clases se desarrollarán según los siguientes lineamientos.

- Se trabajará con el libro Física Moderna - R. Serway – C. Moses – C. Moyer y el libro Física Cuántica - R. Eisberg y R. Resnick. Estos libros se encuentran en Internet en forma libre y gratuita. Para aquellos alumnos/as que no tengan la posibilidad de contar con una buena

conectividad, se les ofrecerá una fotocopia papel de los capítulos que se utilizarán durante la cursada. La manera de que los alumno/as se contacten con ese material se resolverá en forma particular con los alumnos/as que presenten la dificultad mencionada.

- Todas las semanas y exclusivamente en los horarios y días de la semana asignados a la materia se enviará un email a todos los alumnos que cursan. En ese email se les informará la actividad a realizar con el libro, compatible con la que se desarrollaría en el caso de una actividad semanal presencial.
- El alumno podrá realizar online todas las consultas que resulten de la actividad planteada enviando un email con sus dudas. Estas consultas deberán ser realizadas exclusivamente en el horario y día de la semana asignado a la materia.
- La devolución, con las aclaraciones y respuestas adecuadas a las consultas realizadas, también se realizará vía email en los días y horarios asignados a la materia.
- Si todos los alumnos/as tienen una adecuada conectividad (sólo si todos los alumnos/as tienen Internet en su casa) se les dará a realizar actividades con páginas de Internet adecuadas.
- Algunas de las actividades propuestas, obligará a los alumnos/as a entregar material escrito sobre la correspondiente actividad. El material se entregará vía email. Para los alumnos/as que no tengan buena conectividad se instrumentará en forma particular como se podrá realizar esa entrega.

Está planificado que los alumnos resuelvan para las unidades 1,2 y 3 un conjunto de problemas; los problemas resueltos deberán ser presentados cuando el docente oportunamente lo solicite a través del envío de un email. En particular, antes de finalizar el año y en fecha a determinar se tendrán que presentar obligatoriamente todos los problemas resueltos.

Por otra parte, el desarrollo de estas unidades obliga a que ciertos temas muy importantes e interesantes, qué, si bien se encuentran vinculados con los contenidos conceptuales, no son centrales, no puedan ser explicados en su totalidad. La idea es qué, a partir de cuestionarios, los alumnos puedan obtener de libros o de Internet la información complementaria de esos temas. Los cuestionarios también deberán ser presentados conjuntamente con las guías de problemas al finalizar el año en fecha a determinar con el envío de un email.

Las semanas de trabajo en la forma de seminario es para que los alumnos con los temas presentados en clase puedan elaborar una breve monografía en donde ampliarán alguno de los temas

desarrollados en las unidades 4,5 y 6. La defensa de ese trabajo se dará en la fecha de examen final conjuntamente con la evaluación de la parte tradicional.

La parte divulgativa de la materia es para que el alumno tome conciencia de cuáles son los problemas actuales que se estudian, en donde el conocimiento de la física cuántica es indispensable. Solo se darán charlas breves y de carácter divulgativo. Los alumnos deberán hacer entrega por email, durante el cursado de la materia, una breve nota teórica sobre alguno de los temas indicados en la unidad 7.

Cursada, evaluación y aprobación de las instancias curriculares

A través de las actividades que deben ser entregadas por los alumnos/as y cantidad de consultas realizadas se construirá una idea (claramente aproximada) del grado de compromiso del alumno/a con la materia, la comprobación de los logros alcanzados y las debilidades que presenta el alumno/a durante la cursada.

1.- Aprobación de la materia con Promoción.

La posibilidad de aprobación de la materia por promoción quedará resuelta por los trabajos que durante la cursada el alumno/a deberá entregar y con la realización de un examen realizados en forma sincrónica vinculado con las unidades 1,2 y3

El parcial deberá ser aprobado en forma sincrónica con una nota igual o superior a seis y sólo se podrá recuperar una vez. La recuperación también se realizará en forma sincrónica.

Con los alumnos/as que presentan problemas de conectividad y luego de establecer cuál es la dificultad que tienen se instrumentarán evaluaciones especiales (parcial y recuperatorio) y no sincrónicas que puedan suplir la realización del examen indicado. Si la dificultad no puede ser solucionada el alumno/a podrá aprobar la cursada y entrar en la condición de aprobación de la materia con examen final pero no podrá participar del proceso de promoción.

Aprobar la nota sobre un tema de la unidad 7.

Presentar un trabajo monográfico sobre alguno de los temas de las unidades 4,5 y 6 y en forma sincrónica realizar su defensa.

2.- Aprobación de la materia con examen final. Condiciones.

Sistemas de evaluación: Examen final

Condiciones para el sistema de Examen final:

- Cumplir con la asistencia mínima establecida: 60% y que la conectividad de los alumnos/as lo permita.
- Aprobar la evaluación parcial sincrónica, basada en la resolución de problema, durante el año en curso, es decir 2021. El parcial tendrá un único recuperatorio. El recuperatorio también tendrá que ser aprobado durante el curso lectivo 2021 en forma sincrónica. La condición para poder dar el examen final es aprobar las posibles presentaciones indicadas anteriormente.
- Tener completo el cuaderno de trabajos prácticos: problemas y preguntas correspondientes a las unidades 1,2 y 3. Estas condiciones son idénticas a las indicadas en el apartado 1: aprobación de la materia por promoción.
- Aprobar la nota sobre un tema de la unidad 7.
- Aprobar el examen final escrito, que se tomará en los turnos indicados por el Instituto, y con los protocolos establecidos con una nota mayor o igual a cuatro puntos vinculado con las unidades 1,2 y 3.
- Realizar la defensa oral del trabajo monográfico presentado sobre alguno de los temas de las unidades 4,5 y 6.

3.- Régimen para el alumno libre

- Presentar los trabajos indicados en el apartado modalidad de trabajo correspondientes a las unidades 1,2,3.
- Aprobar el examen final escrito, que se tomará en los turnos indicados por el Instituto, y con el protocolo correspondiente con una nota mayor o igual a cuatro puntos vinculado con las unidades 1, 2 y 3.
- Presentar una monografía sobre alguno de los temas de las unidades 4, 5 y 6 y realizar su respectiva defensa en la fecha del examen final
- Presentar oralmente dos de los temas de la unidad 7.

Horacio Daniel Rinaldi
Firma y aclaración del profesor