



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS

Propuesta de creación del programa de

DOCTORADO EN CIENCIAS EN FÍSICA

Guadalajara, Jalisco, 9 de agosto de 2023

1. Datos del programa

a) Nombre del Programa:

Doctorado en Ciencias en Física

b) Líneas de Investigación:

- Física teórica
- Física experimental
- Astrofísica y gravitación

c) Centro universitario que lo impartirá:

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías

d) Tipo de programa:

Investigación

e) Modalidad en que se impartirá:

Escolarizada

f) Duración del programa:

El Doctorado en Ciencias en Física en su modalidad de Doctorado Directo (a partir de una Licenciatura) tendrá una duración de 10 semestres. El tiempo se contará a partir del ingreso al programa, excluyendo los períodos de licencia que sean autorizados. Si el alumno ha obtenido el grado de Maestro en Ciencias en Física del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, o alguna Maestría afín de cualquier Institución Nacional o Extranjera, el alumno podrá ser admitido al Doctorado en Ciencias en Física en su modalidad Doctorado Tradicional y en ese caso la duración será de 8 semestres.

g) Número de alumnos y promoción:

El programa de doctorado se abrirá con un número mínimo de 1 alumno y un máximo de 10 alumnos, siempre que el núcleo académico tenga la capacidad para dirigirlos y sea avalado por la Junta Académica. La promoción de este programa se realizará de manera semestral.

2. Fundamentación del Proyecto

La ciencia en su conjunto desempeña un papel fundamental en la comprensión y desarrollo de las sociedades modernas. Su impacto en la humanidad es evidente a través del avance tecnológico y la creación de dispositivos, aparatos y maquinarias de gran envergadura que agilizan y mejoran diversas actividades en la industria, la agricultura, las zonas urbanas, el ámbito educativo y las comunidades locales. Este impacto resulta ser una de las formas más significativas de contribución que la ciencia ofrece al progreso y bienestar de la sociedad. Observamos constantemente cambios en la tecnología mundial, con nuevos desarrollos que transforman nuestro entorno rápidamente. Países con una larga tradición científica implementan estrategias académicas, industriales y económicas para materializar los avances teóricos y experimentales de sus científicos.

En este contexto, la economía globalizada requiere que países como México aporten sus capacidades locales al desarrollo científico y tecnológico mundial. Por lo tanto, el gobierno federal ha expresado su interés a través del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, que promueve la investigación científica y tecnológica, apoyando a estudiantes y académicos con becas y otros estímulos para mejorar las condiciones de desarrollo y aplicación del conocimiento [1].

Nuestra Universidad es consciente de la necesidad de formar a jóvenes científicos y promover la ciencia en sus instalaciones con investigadores afiliados. Este compromiso se refleja en el Plan de Desarrollo Institucional (PDI) 2019-2025 Visión 2030, donde se establece el propósito sustantivo "Investigación y transferencia tecnológica y del conocimiento" [2].

En los últimos años, el Departamento de Física del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías ha incrementado su personal científico de calidad en diversas áreas. Estos

reconocimientos provienen de organizaciones y sociedades tanto locales como internacionales. Por un lado, el Sistema Nacional de Investigadores evalúa rigurosamente a los científicos del país, y el Departamento de Física ha aumentado el número de investigadores con niveles I, II o III. Por otro lado, el número de aspirantes a la Licenciatura en Física en nuestro Centro Universitario ha aumentado considerablemente, pasando de un promedio de 61.6 aspirantes entre los ciclos 2009A y 2012A a 262 entre los ciclos 2019A y 2022A. Además, el puntaje mínimo también ha aumentado de 138.5 a 153.6 durante los períodos mencionados. Como resultado el número de egresados ha experimentado un incremento notable. En este contexto, muchos de estos graduados están contemplando la posibilidad de continuar sus estudios a nivel de posgrado. Entre las diversas alternativas evaluadas, la Maestría en Ciencias en Física de la Universidad de Guadalajara se posiciona como una de las opciones de preferencia.

Cuando un aspirante a un posgrado aún tiene dudas sobre el área de la Física en la que le gustaría trabajar, bajo la guía de qué profesor le gustaría estudiar o qué tipo de problemas quisiera abordar, ingresar a una maestría es una buena opción. Esto permite que el alumno conozca mejor a la planta académica y se relacione con los diferentes temas y proyectos de investigación que se desarrollan. Por lo general, el alumno cursa dos años en la Maestría en Ciencias en Física y cuatro años en el Doctorado en Ciencias en Física, en su modalidad de Doctorado Tradicional, para finalizar sus estudios. Sin embargo, es común que la preparación cuidadosa de los temas de investigación, la escritura de la tesis y los cambios sugeridos por los revisores, o la recopilación de documentos para la defensa, extiendan el tiempo para titularse. Dado que el 59% de los alumnos del Doctorado en Ciencias en Física proviene de la Maestría en Ciencias en Física, el tiempo total invertido en obtener el Doctorado es de al menos seis años, con al menos un semestre adicional en muchos casos. Además, muchos estudiantes que ingresan a la Maestría en Ciencias en Física no continúan con el Doctorado en Ciencias en Física debido a que los trámites para pasar de la Maestría al Doctorado desaniman a aquellos que no los pueden completar de inmediato, lo que resulta en la pérdida de un número significativo de vocaciones científicas en la transición de la Maestría al Doctorado.

A pesar de esto, tanto la Universidad de Guadalajara en general como la Licenciatura en Física en particular, han implementado estrategias para acercar a los estudiantes tempranamente a la investigación. Uno de los enfoques universitarios es el Programa de

Apoyo a la Mejora de las Condiciones de Producción de Miembros del SNI y del SNCA, que incluye la incorporación de ayudantes de investigación. Esto otorga a los estudiantes una beca para trabajar en investigación durante unos meses. En la Licenciatura en Física, los estudiantes deben presentar tres proyectos modulares durante sus estudios. Estos proyectos permiten a los estudiantes interactuar rápidamente con los investigadores, quienes los guían gradualmente hacia los temas de investigación que desarrollan. Las prácticas profesionales y la elaboración de una tesis de licenciatura permiten a los alumnos decidir el área de la Física en la que les gustaría desarrollarse durante sus estudios de posgrado y como futuros investigadores, así como el profesor o grupo de investigación que los guiaría en sus estudios y dirección de tesis.

Cuando el alumno ha estudiado sus materias con dedicación, ha mantenido una motivación constante durante la carrera y ha desarrollado habilidades académicas bajo la guía personalizada de un investigador, es posible allanar su camino hacia la obtención del grado de doctor mediante un programa de Doctorado directo a partir de una Licenciatura. Esto es coherente con la estrategia "Mejorar los mecanismos para identificar talento y programas para su incorporación en proyectos de investigación y procesos de gestión institucional" del área temática 3 "Formación e incorporación de talentos para la investigación" del propósito sustantivo "Investigación y transferencia tecnológica y del conocimiento" del PDI 2019-2025 Visión 2030 [2].

Varias instituciones nacionales e internacionales han implementado programas de Doctorado directo, con el propósito de una inmersión inmediata y personalizada en la investigación, sin descuidar las materias de formación general y optativa. Una vez dentro del programa, el investigador brinda un seguimiento detallado de los avances del alumno, orientándolo en las estrategias necesarias para demostrar alta competencia y, en muchos casos, manteniendo el impulso que se logró durante la licenciatura, ampliando la perspectiva del alumno en su área elegida. Esto se refleja en su producción científica.

El Doctorado directo también ofrece una ventaja temporal, ya que su duración es de cinco años en lugar de los seis años que se requerirían si se cursaran maestría y doctorado de manera separada, en el caso ideal. Además, evita complicaciones administrativas, ya que es común que el estudiante de maestría retrase sus estudios debido a la duración de los trámites administrativos para pasar de la maestría al doctorado. Esto podría implicar una

interrupción en el desarrollo de la investigación del alumno. El Doctorado directo elimina esta complicación por completo.

Como se ha demostrado, la formación de científicos requiere asesoramiento académico continuo, cercano e individualizado por parte de investigadores con trayectoria consolidada. El esquema del Doctorado directo permite a los alumnos ingresar a un ambiente donde pueden recibir este tipo de orientación desde el inicio, ya que tienen sus intereses bien definidos antes de su ingreso al posgrado.

Dada las ventajas que ofrece el estudio de un Doctorado directo, su implementación se ha llevado a cabo en varias instituciones educativas del país y en diferentes áreas científicas. La institución que ofrece este tipo de programa en Física es:

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV): El Departamento de Física ofrece el Programa de Doctorado Directo en Ciencias. Para el ingreso, es necesario ser pasante o estar titulado de una licenciatura en física o áreas afines. Este programa permite obtener el título de Maestro en Ciencias con la escritura, defensa y aprobación de una tesis de maestría durante el quinto semestre.

Cabe mencionar que el formato de Doctorado directo es aceptado y promovido por el gobierno federal a través del CONAHCyT, ya que está entre los "Tipos de doctorado aceptados por el Programa de Becas Nacionales".

3. Antecedentes

Los programas de Maestría y Doctorado en Ciencias en Física fueron aprobados el 19 de enero de 1996 bajo el número 393. Estos programas tuvieron su origen en la Maestría en Física Teórica, que se estableció previamente en 1994. El dictamen de aprobación contempló el desarrollo de la Física Teórica en áreas como Relatividad General y Teoría del Campo, Óptica Cuántica y Caos Cuántico, así como la parte experimental enfocada en Espectroscopía Láser.

La inclusión de un grupo de académicos capacitados en las áreas de Física de Materiales y Astrofísica amplió las líneas de investigación del programa de posgrado. Esto respondió a

las sugerencias y recomendaciones emitidas por CONACYT (oficio PACIME D99/1656, con fecha 29 de julio de 1999) y CIEES (Documentos CIEES/CCN y E/REP.CUCEI-U. de G., con fecha de marzo de 2001).

Debido a la creciente diversidad de líneas de investigación y los cursos necesarios para respaldar estas áreas, el plan de estudios fue revisado y la modificación correspondiente fue aprobada por el H. Consejo General Universitario el 26 de julio de 2002 (dictamen No. I/2002/234, que implicó la reestructuración del Programa de Posgrado en Ciencias en Física).

Posteriormente, en el año 2006, se aprobó la actualización del Programa de Doctorado en Ciencias en Física (Dictamen I/2006/256). Esta actualización incluyó la adopción del sistema de créditos y la incorporación de las disposiciones establecidas en el Reglamento General de Posgrado de la Universidad de Guadalajara (Dictamen No. I/2004/184-Bis del H. Consejo General Universitario), emitido el 29 de junio de 2004. Además, esta actualización dividió la Maestría y el Doctorado, que previamente estaban unidos en el Posgrado en Ciencias en Física.

En el año 2018, se aprobó la última modificación del dictamen del Doctorado en Ciencias en Física (Dictamen No. I/2018/1552), con su implementación a partir del ciclo escolar 2019A.

La presente propuesta tiene como objetivo establecer un nuevo programa de Doctorado en Ciencias en Física, afiliado al Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Este programa estará disponible en dos modalidades: Directa (a partir de una Licenciatura), con una duración de 5 años, y Tradicional (a partir de una Maestría), con una duración de 4 años. Su propósito fundamental es brindar a estudiantes sobresalientes en áreas afines a la Física una formación excepcional y de calidad superior.

4. Estudio de Pertinencia y Factibilidad

4.1 Pertinencia Institucional

Al analizar el Plan de Desarrollo Institucional (PDI) 2019-2025 Visión 2030, se evidencia que tanto el Doctorado en Ciencias en Física en su modalidad directa como tradicional resultan

altamente pertinentes [2]. A continuación, se destacan aspectos de relevancia:

Innovación: El Doctorado en Ciencias en Física contribuye a impulsar la flexibilidad curricular para promover la movilidad de estudiantes y profesores entre centros universitarios, además de identificar tempranamente a talentos investigadores para una formación de excelencia.

Gestión de la Innovación: Las políticas transversales se benefician a través de la colaboración de la planta académica con diversos actores sociales, económicos y académicos, tanto nacional como internacionalmente.

Dentro de los propósitos sustantivos del PDI, el Doctorado en Ciencias en Física encaja en:

Docencia e Innovación Académica:

- **Área temática 1 - Formación Integral y Global:** Los estudiantes contribuirán al indicador de movilidad anual mediante estancias académicas. Además, el programa es congruente con estrategias para impulsar un modelo educativo centrado en el estudiante, mantener actualizada la oferta educativa y fomentar el pensamiento crítico.
- **Área temática 3 - Innovación y Gestión de la Docencia:** Se promueven ambientes innovadores y flexibles, así como la movilidad intra e interuniversitaria.

Investigación y Transferencia Tecnológica y del Conocimiento:

- **Área temática 1 - Investigación de Frontera con Impacto Social:** El programa contribuirá al aumento de investigaciones apoyadas por convocatorias, dada la trayectoria de los profesores. También busca incrementar la matrícula de estudiantes nacionales e internacionales.
- **Área temática 3 - Formación e Incorporación de Talentos para la Investigación:** El Doctorado Directo impactará significativamente aquí, al detectar y atraer talentos a campos emergentes de la física. Se espera abonar a indicadores como la tasa de variación de matrícula de nivel posgrado y porcentaje de posgrados con reconocimiento externo de calidad.

Extensión y Responsabilidad Social:

- **Área temática 2 - Extensión de Servicios Universitarios:** A través de laboratorios especializados, el programa puede contribuir a difundir servicios universitarios a la comunidad.
- **Área temática 3 - Integración con Sectores Público, Social y Privado:** La colaboración de la planta académica con instituciones internacionales apoya la perspectiva internacional en acciones de vinculación.

Difusión de la Cultura:

- **Área temática 2 - Patrimonio Cultural e Infraestructura Física:** La planta académica y los estudiantes pueden contribuir a la difusión del patrimonio material e inmaterial universitario, además de realizar actividades de retribución a la sociedad mediante la divulgación científica.

La creación del programa de Doctorado Directo en Ciencias en Física está en línea con las metas y estrategias del PDI, consolidando una oferta académica que promueve la innovación, investigación y responsabilidad social.

4.2. Pertinencia Científica y Social del Programa

El Doctorado Directo en Ciencias en Física se posiciona como un programa crucial para la formación de físicos altamente competentes, tanto a partir de una Licenciatura como de una Maestría en áreas de Física fundamental, ya sea teórica o experimental. Los profesores involucrados en el programa son experimentados académicos-físicos que trabajan en el Estado de Jalisco y son parte del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Un 46% de ellos ostentan el nivel 1, el 39% el nivel 2 y el 15% el nivel 3, con un 23% habiendo obtenido su Doctorado en la Universidad de Guadalajara.

Este programa no solo se beneficia de una sólida planta docente, sino que también cuenta con diversas líneas de investigación, infraestructura propia para docencia e investigación, productos académicos originales y relevantes, así como proyectos respaldados por financiamiento externo. La conjunción de estos elementos asegura un desarrollo sostenido

dentro de la Universidad de Guadalajara.

Por otro lado, el fortalecimiento y equipamiento de las líneas de investigación en Física Experimental posibilitan que los graduados especializados en este campo orienten sus carreras hacia la industria de alta tecnología, como la electrónica, aeronáutica, automotriz y farmacéutica, además de la docencia. El Plan de Estudios incorpora esta especialización, brindando a los estudiantes sólida formación en Física del Estado Sólido, Mecánica de Fluidos y Biofísica, enfocados en la parte experimental. Esto, en consideración, abre la puerta al desarrollo de tecnologías propias adaptadas a las necesidades locales.

En la línea de investigación de Física Teórica, aparte de la aplicación directa de la Mecánica Cuántica en sistemas mesoscópicos, se trabaja en Información Cuántica, un campo prometedor y poco explorado a nivel nacional, que tiene aplicaciones prometedoras. Además, se enfoca en Sistemas Complejos, aplicables a diversos fenómenos, donde las habilidades adquiridas permiten a los egresados desempeñarse en múltiples ámbitos laborales, como programadores, simuladores y analistas de toma de decisiones.

Por último, considerando que los avances tecnológicos suelen ser impulsados por la exploración del Universo, la línea de Astrofísica y Gravitación se alinea con los desarrollos científicos y sociales. Los egresados, además de investigadores independientes altamente cualificados en métodos numéricos, pueden abordar análisis de big data y aprendizaje automático. Esto se alinea con las crecientes oportunidades laborales en el mundo y la región, lo cual refleja un crecimiento significativo en los últimos años.

4.3. Estudio de Factibilidad y Empleabilidad

Un estudio de factibilidad y empleabilidad se realizó a través de una encuesta por correo electrónico y en Facebook, durante los meses de octubre a diciembre de 2021. La encuesta alcanzó a 126 participantes con edades comprendidas entre 18 y 46 años, con una media de 22.4 años y una mediana de 21 años. El 83.4% de los encuestados procede de Jalisco, mientras que otras entidades federativas participantes incluyen Chiapas (6.3%), Michoacán (2.4%), Nayarit (1.6%), Yucatán (1.6%) y Baja California Sur (1.6%); el resto no especificó su ubicación.

En relación con los niveles de educación, el 68.3% actualmente cursa una licenciatura, el 15.9% tiene una licenciatura, el 8.7% un bachillerato, el 4% posee una maestría y el 3.2% está cursando una maestría. Del total, el 95.2% tiene formación en Física, el 3.2% en Matemáticas y el 0.8% en Medicina e Ingeniería.

El 96.8% de los encuestados tiene la intención de estudiar un posgrado. Entre ellos, el 54.8% muestra interés en el Doctorado en Ciencias en Física en su modalidad de Doctorado Directo, el 37.3% está interesado en la Maestría en Ciencias en Física, seguido por el Doctorado en Ciencias en Física (en la modalidad de Doctorado Tradicional) con el 4.8%, y finalmente, el 3.2% no tiene interés en realizar un Posgrado en Ciencias en Física.

El motivo principal para buscar un posgrado es el interés personal (50.8%), seguido de la mejora en la trayectoria personal (33.3%) y el aumento salarial (15.9%). Además, el 92.1% de los encuestados afirma que definitivamente aumentaría su interés si se les otorgara una beca de CONAHCyT, mientras que el 7.1% cree que tal vez su interés aumentaría y solo el 0.8% no estaría interesado a pesar de una beca.

Este estudio de factibilidad y empleabilidad demuestra un interés significativo en el Doctorado en Ciencias en Física, especialmente en su modalidad de Doctorado Directo, y sugiere que la oferta de becas podría aumentar aún más la demanda del programa.

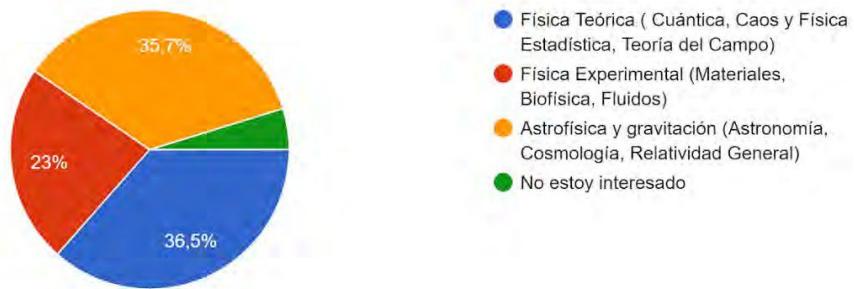
En caso de estar interesado en estudiar un Posgrado en Ciencias en Física elegiría:
126 respuestas



Respecto a las líneas de investigación, encontramos equilibrio, el 38.3% muestra interés en la Física Teórica, el 37.5% en Astrofísica y Gravitación, y el 24.2% en Física Experimental.

El Doctorado Directo en Ciencias en Física, contempla las siguientes líneas de investigación elija la de su preferencia:

126 respuestas



4.4. Impacto de las Opiniones de Expertos

Las recomendaciones de expertos han sido consideradas para mejorar el programa. Una sugerencia es la posibilidad de obtener el grado de Maestro en Ciencias en Física para estudiantes inscritos en la modalidad de Doctorado Directo. Según la opinión de estos expertos, el Doctorado Directo puede ser un paso "abrupto" para un estudiante de licenciatura, quien por lo general no tiene los conocimientos, experiencia ni habilidades técnicas necesarias para afrontar los desafíos del Doctorado. Por lo tanto, se sugiere que el Doctorado Directo incluya una opción de "salida inmediata" para aquellos estudiantes que no estén seguros de completar con éxito el programa doctoral.

Por otro lado, siguiendo estas recomendaciones, el Comité Tutorial estará compuesto por al menos tres miembros, lo que permitirá resolver posibles conflictos mediante una mayoría simple. Esta medida asegura una orientación más sólida para los estudiantes y aborda las preocupaciones planteadas por los expertos en relación con la formación y el apoyo adecuados para los estudiantes en el programa de Doctorado.

5. Objetivos del Proyecto

El proyecto tiene los siguientes objetivos:

- Ofrecer las modalidades Directa y Tradicional del Doctorado en Ciencias en Física.

- Diseñar un Plan de Estudios que abarque tanto materias básicas como especializadas, asegurando una formación excepcional en física teórica, experimental y astrofísica.

6. Objetivos del Programa

El programa busca lograr los siguientes objetivos:

- Formar profesionales altamente capacitados en el campo de la Física, capaces de realizar investigaciones, difusión y vinculación en áreas específicas de la disciplina, y contribuir al desarrollo científico y tecnológico de la región.
- Implementar un Plan de Estudios riguroso y flexible que brinde a los estudiantes diversas opciones de especialización en diferentes áreas de la Física.

7. Metas

El Doctorado en Ciencias en Física se ha establecido con las siguientes metas centrales, en línea con sus objetivos de ofrecer modalidades Directa y Tradicional para formar recursos humanos altamente capacitados y prevenir la deserción de vocaciones científicas:

- Facilitar el Proceso de Obtención del Grado: Permitir a estudiantes sobresalientes con Licenciaturas en Física u otras disciplinas afines obtener el título de Doctor en Ciencias en Física en un período de 5 años, en comparación con el tiempo promedio de 7 años requerido para completar una Maestría y un Doctorado de forma independiente.
- Reducción de Deserción: Reducir significativamente la tasa de deserción entre jóvenes recién graduados que muestran interés en la investigación científica. Proporcionar un ambiente de apoyo y formación sólida para asegurar que los estudiantes permanezcan comprometidos y continúen en el programa.
- Tasa de Graduación del 80%: Establecer como meta que al menos el 80% de los estudiantes inscritos en cada generación del programa de Doctorado en Ciencias en Física culminen con éxito sus estudios y obtengan el grado de Doctor. Esto refleja el compromiso de garantizar una alta tasa de finalización.
- Fomentar Estancias de Investigación: Incentivar y facilitar la realización de estancias

de investigación en instituciones de renombre tanto nacionales como internacionales, para al menos el 50% de los estudiantes en cada generación. Esto ampliará su exposición a diferentes enfoques, colaboraciones y recursos en el campo de la Física.

- Evaluación y Mejora Continua: Realizar una evaluación exhaustiva del plan de estudios al finalizar la primera generación del programa de Doctorado. Utilizar los resultados obtenidos para realizar los ajustes y mejoras necesarias en el plan de estudios, asegurando así su pertinencia y eficacia en la formación de futuros físicos altamente capacitados.

Estas metas reflejan el compromiso del programa de Doctorado en Ciencias en Física en formar a profesionales altamente competentes y en asegurar que los estudiantes cuenten con las herramientas y el apoyo necesario para alcanzar sus objetivos académicos y de investigación.

8. Perfil de ingreso y egreso

El perfil de ingreso al programa de Doctorado en Ciencias en Física se adapta a las dos opciones de ingreso, Doctorado Directo (desde Licenciatura) y Doctorado Tradicional (con Maestría previa), y se caracteriza por las siguientes cualidades:

➤ Para la opción de Doctorado Directo:

- Estudiantes sobresalientes en el campo de la física o áreas relacionadas.
- Poseer un título de Licenciatura en Física o carreras afines.
- Capacidad para llevar a cabo proyectos de investigación bajo la supervisión de investigadores reconocidos.
- Compromiso de dedicar tiempo completo a las actividades académicas del programa.
- Claridad en los objetivos académicos y profesionales.
- Convicción sobre la relevancia del trabajo científico y su impacto en la sociedad.
- Habilidad para participar, organizar y dirigir equipos de estudio y trabajo académico.
- Conocimiento de al menos un idioma extranjero para acceder a la literatura

científica más actualizada.

➤ Para la opción de Doctorado Tradicional:

- Alumnos destacados en el campo de la física.
- Contar con un título de Maestría en un área afín, evaluado por la Junta Académica.
- Compromiso de dedicar tiempo completo a las actividades académicas del programa.
- Objetivos académicos y profesionales claros y definidos.
- Convicción sobre la relevancia del trabajo científico y su impacto en la sociedad.
- Habilidad para participar, organizar y dirigir equipos de estudio y trabajo académico.
- Conocimiento de al menos un idioma extranjero para acceder a la literatura científica más actualizada.

El perfil de egreso del programa de Doctorado en Ciencias en Física abarca las siguientes competencias y habilidades:

- Compromiso con el desarrollo sustentable a nivel humano, global, nacional y local.
- Capacidad para llevar a cabo labores de producción, transmisión, organización y planeación en el campo de generación del conocimiento y desarrollo de la física, con énfasis en su área de especialización.
- Amplio conocimiento de los campos de estudio y los avances más significativos en el área de la física elegida.
- Habilidad para llevar a cabo investigación original y de frontera.
- Aptitud para identificar y evaluar problemas de investigación y estrategias para su resolución.
- Habilidad para organizar y dirigir grupos de investigación con iniciativa propia.
- Capacidad de intervenir en programas educativos y formación de recursos humanos.
- Habilidad para difundir el conocimiento en áreas relacionadas y gestionar ante instituciones pertinentes.
- Preparación para mantenerse actualizado mediante el manejo de diversas fuentes

de información especializadas.

En resumen, el programa de Doctorado en Ciencias en Física busca formar profesionales altamente capacitados con una sólida base de conocimiento, habilidades de investigación y competencias para la enseñanza, la difusión y la gestión, todo ello en consonancia con los objetivos y metas del programa.

9. Plan de estudios

El plan de estudios del Doctorado en Ciencias en Física, en su modalidad de Doctorado Directo, es en gran medida la integración de los planes de estudios de la Maestría en Ciencias en Física y el Doctorado en Ciencias en Física vigentes en el Departamento de Física del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara, lo cual se evidencia en el Anexo I. Dicho plan de estudios contiene cuatro áreas de formación definidas, con un valor de créditos asignados a cada materia y un total de créditos global que deben ser completados por los alumnos. Además, se estructura de acuerdo con el siguiente esquema:

DOCTORADO DIRECTO (INGRESO CON NIVEL LICENCIATURA)

Áreas de Formación	Créditos	%
Área de Formación Básica Obligatoria	52	22.2
Área de Formación Obligatoria Selectiva	26	11.1
Área de Formación Optativa Abierta	52	22.2
Área de Formación Especializante Obligatoria	104	44.5
Número mínimo de créditos para obtener el grado:	234	100

El plan de estudios del Doctorado en Ciencias en Física en su modalidad de Doctorado Tradicional es el mismo que está vigente en la actualidad y se implementó a partir del ciclo 2019A. La única modificación consistió en la ampliación del catálogo de materias optativas disponibles:

DOCTORADO TRADICIONAL (INGRESO MAESTRÍA PREVIA)

Áreas de Formación	Créditos	%

Área de Formación Obligatoria Selectiva	26	15.3
Área de Formación Optativa Abierta	39	23.1
Área de Formación Especializante Obligatoria	104	61.5
Número mínimo de créditos para obtener el grado:	169	100

La lista de asignaturas correspondientes al Área de Formación Básica Obligatoria para Doctorado es:

Asignatura	Clave	Tipo	Horas	Horas trabajo individual	Horas total	Créditos
Mecánica clásica	IF516	C	68	140	208	13
Electrodinámica clásica	IF518	C	68	140	208	13
Mecánica cuántica	IG248	C	68	140	208	13
Física Estadística	IG283	C	68	140	208	13

La lista de asignaturas correspondientes al Área de Formación Obligatoria Selectiva es:

Asignatura	Clave	Tipo	Horas	Horas trabajo individual	Horas total	Créditos	Pre- requisitos
Métodos de Física Experimental I	IH552	L	85	123	208	13	
Métodos de Física Experimental II	IH607	L	85	123	208	13	Métodos de Física Experimental I
Métodos Matemáticos de Física Teórica	IH608	S	85	123	208	13	
Tópicos de Física Teórica Contemporánea	IH609	S	85	123	208	13	

Astrofísica I	IH553	S	85	123	208	13	
Astrofísica II	IH610	S	85	123	208	13	Astrofísica I

La lista de asignaturas correspondientes al Área de Formación Especializante Obligatoria es:

Asignatura	Clave	Tipo	Horas	Horas Trabajo Individual	Horas total	Créditos	Pre-requisitos
Seminario de Tesis de Doctorado I	IG742	S	68	140	208	13	
Seminario de Tesis de Doctorado II	IH554	S	68	140	208	13	Seminario de Tesis de Doctorado I
Seminario de Tesis de Doctorado III	IH611	S	68	140	208	13	Seminario de Tesis de Doctorado II
Seminario de Tesis de Doctorado IV	IH612	S	68	140	208	13	Seminario de Tesis de Doctorado III
Seminario de Tesis de Doctorado V	IH613	S	68	140	208	13	Seminario de Tesis de Doctorado IV
Seminario de Tesis de Doctorado VI	IH614	S	68	140	208	13	Seminario de Tesis de Doctorado V

Seminario de Tesis de Doctorado VII	IH615	S	68	140	208	13	Seminario de Tesis de Doctorado VI
Seminario de Tesis de Doctorado VIII		S	68	140	208	13	Seminario de Tesis de Doctorado VII

Nota: La evaluación de los seminarios de tesis se efectuará, de igual forma que el resto de los cursos, en apego al artículo 65 del Reglamento General de Posgrado.

La lista de asignaturas del Área de Formación Optativa Abierta es:

Asignatura	Clave	Tipo	Horas	Horas trabajo individual	Horas total	Créditos
Matrices aleatorias: teoría y aplicaciones		C	68	140	208	13
Sistemas cuánticos abiertos		C	68	140	208	13
Relatividad general	IH619	C	68	140	208	13
Teoría de campo de gauge		C	68	140	208	13
Teoría de campo		C	68	140	208	13
Métodos de óptica cuántica		C	68	140	208	13
Métodos asintóticos		C	68	140	208	13
Teoría de espacio de fase y sus aplicaciones		C	68	140	208	13
Sistemas cuánticos discretos		C	68	140	208	13
Computación e Información cuántica	IH626	C	68	140	208	13
Física de materiales	IH627	CL	85	123	208	13

Métodos de caracterización de materiales	IG270	CL	85	123	208	13
Física de dispositivos semiconductores		CL	85	123	208	13
Espectroscopia	IG256	CL	85	123	208	13
Física de láseres	IG259	CL	85	123	208	13
Laboratorio de microscopía electrónica		L	85	123	208	13
Tecnología del vacío y sus aplicaciones	IH631	CL	85	123	208	13
Síntesis y procesamiento de materiales		CL	85	123	208	13
Métodos numéricos en diferencias finitas		C	68	140	208	13
Métodos numéricos en volúmenes finitos		C	68	140	208	13
Topología y geometría diferencial para físicos		C	68	140	208	13
Análisis de datos de ondas gravitacionales		C	68	140	208	13
Astrofísica relativista		C	68	140	208	13
Cosmología	IH633	C	68	140	208	13
Mecánica de fluidos		CL	85	123	208	13
Inestabilidades hidrodinámicas		CL	85	123	208	13
Ondas en los fluidos		CL	85	123	208	13
Interacción fluido-estructura		CL	85	123	208	13
Física estadística avanzada		C	68	140	208	13
Astrofísica extragaláctica		C	68	140	208	13
Astrofísica observational		CL	85	123	208	13

Astrofísica infrarroja		CL	85	123	208	13
Medio interestelar		C	68	140	208	13
Biofísica de canales iónicos		C	68	140	208	13
Biofísica molecular	IG253	CT	85	123	208	13
Laboratorio de Biofísica		L	85	123	208	13
Fenómenos críticos y sistemas complejos		C	68	140	208	13
Astrofísica estelar		C	68	140	208	13
Caos Cuántico	IG254	C	68	140	208	13
Métodos Computacionales simbólicos y numéricos	IG269	CL	85	123	208	13

Además de los cursos presentados, se aceptarán en este programa cursos que los estudiantes acrediten en otros programas de posgrado, ya sea de otros Centros Universitarios de la Universidad de Guadalajara o de otras Instituciones de Educación Superior Nacionales o Extranjeras, en equivalencia a cualquiera de las Áreas de Formación. Esta flexibilidad tiene como objetivo fomentar la movilidad estudiantil y la internacionalización de los planes de estudio.

La aprobación de estos cursos debe contar con la autorización de la Junta Académica correspondiente y, además, debe ser validada por la Comisión de Revalidación de Estudios del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías.

Mapa Curricular

DOCTORADO DIRECTO (INGRESO CON NIVEL LICENCIATURA)

Semestre	Actividad académica	Horas/semana	Créditos
1	Materias básicas obligatorias	8	18
	Investigación		
2	Materias básicas obligatorias	8	18
	Investigación		

3	Optativa	5	13
	Materias básicas obligatorias	4	9
	Seminario de Tesis I	4	13
	Investigación		
4	Obligatoria Selectiva	4	9
	Optativa	5	13
	Seminario de Tesis II		13
	Investigación		
5	Obligatoria Selectiva	4	13
	Seminario de Tesis III	4	13
	Optativa	5	13
	Investigación		
6	Optativa	5	13
	Seminario de Tesis IV	4	13
	Investigación		
7	Seminario de Tesis V	4	13
	Investigación		
8	Investigación		
	Seminario de Tesis VI	4	13
9	Investigación		
	Seminario de Tesis VII	4	13
10	Investigación		
	Seminario de Tesis VIII	4	13

DOCTORADO TRADICIONAL (INGRESO CON MAESTRIA PREVIA)

Semestre	Actividad académica	Horas/semana	Créditos
1	Obligatoria selectiva	5	13
	Seminario de Tesis I	4	13
	Investigación		

2	Obligatoria Selectiva	4	9
	Optativa	4 ó 5	13
	Seminario de Tesis II		13
	Investigación		
3	Seminario de Tesis III	4	13
	Optativa	4 ó 5	13
	Investigación		
4	Optativa	5	13
	Seminario de Tesis IV	4	13
	Investigación		
5	Seminario de Tesis V	4	13
	Investigación		
6	Investigación		
	Seminario de Tesis VI	4	13
7	Investigación		
	Seminario de Tesis VII	4	13
8	Investigación		
	Seminario de Tesis VIII	4	13

10. Opción de doble titulación

Se permite la opción de doble titulación en colaboración con instituciones educativas nacionales o extranjeras con las cuales existan los convenios vigentes correspondientes.

11. Modalidad de titulación

La modalidad para obtener el grado de Doctor es mediante la presentación de una tesis.

12. Requisitos de ingreso

El ingreso de estudiantes a este programa de Doctorado estará sujeto a lo establecido en el

Reglamento General de Ingreso de Alumnos a la Universidad de Guadalajara y a los artículos 49 al 55 del Reglamento General de Posgrado. Además de estos requisitos y según la modalidad elegida, se deben cumplir con los siguientes requisitos:

a) Con respecto al programa de procedencia

Para la opción de Doctorado Directo (ingreso con nivel licenciatura):

- Poseer un título o acta de titulación de una licenciatura afín al Doctorado. La definición de la afinidad de las carreras estará a cargo de la Junta Académica correspondiente.
- Alternativamente, estar inscrito en el cuarto semestre de la Maestría en Ciencias en Física y cumplir con los requisitos de egreso al finalizar el ciclo.

Para la opción de Doctorado Tradicional (ingreso con título de maestría):

- Haber obtenido el grado de maestría en un área afín. La determinación de la afinidad de las maestrías estará bajo responsabilidad de la Junta Académica correspondiente.

- b) Acreditar un promedio mínimo de noventa con el certificado original del último grado de estudios o un documento equivalente. En caso contrario, acreditar un promedio mínimo de 80 con el certificado original del último grado de estudios o documento equivalente, y aprobar el examen de conocimientos realizado por el comité de admisión.
- c) Demostrar un dominio del idioma inglés equivalente al nivel B1 del marco europeo de referencia (CEFR) o su equivalente.
- d) Presentar una carta exponiendo los motivos por los cuales se tiene interés en cursar el programa, avalada por el profesor de la planta académica que será el Director o Co-director de tesis.
- e) Proporcionar cartas de recomendación de dos miembros de la comunidad científica afines al área de especialización del estudiante.
- f) Superar una entrevista con el comité de admisión designado por la Junta Académica.
- g) Comprometerse a dedicar tiempo completo a las actividades del Doctorado, o en caso contrario, presentar un documento avalado por la Junta Académica que permita la dedicación a tiempo parcial.
- h) Cumplir con los requisitos adicionales establecidos por la Junta Académica.

13. Revalidación de créditos

Para estudiantes procedentes de otras Maestrías o Doctorados afines, ya sea de la Universidad de Guadalajara u otras Instituciones de Educación Superior Nacionales o Extranjeras, la revalidación de materias se llevará a cabo a través de la Junta Académica, siguiendo la normativa establecida por el Reglamento de Revalidaciones, Establecimiento de Equivalencias y Acreditación de Estudios de la Universidad de Guadalajara.

14. Requisitos de permanencia

Los requisitos de permanencia se rigen por lo estipulado en los capítulos II y III del Reglamento General de Posgrado de la Universidad de Guadalajara. Para aquellos estudiantes de la Maestría en Ciencias en Física que decidan cambiar al Doctorado Directo, deberán defender su tesis de Maestría en un plazo no mayor a un año desde que se realizó dicho cambio.

15. Requisitos de titulación

Para obtener el grado de Doctor en Ciencias en Física, además de los requisitos establecidos en el artículo 77 del Reglamento General de Posgrado de la Universidad de Guadalajara, deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Aprobar los exámenes predoctorales establecidos por la junta académica. Los contenidos de los exámenes predoctorales serán definidos por la Junta académica en colaboración con el Comité Tutorial del alumno. En dicho examen, el estudiante demostrará las competencias adquiridas para la resolución técnica de problemas relacionados con su tema de tesis.
- b) Tener al menos dos publicaciones científicas reconocidas en el Journal Citation Reports con un factor de impacto igual o mayor a uno, producto de su trabajo de tesis doctoral. La evaluación del trabajo de tesis de cada alumno se llevará a cabo de acuerdo con el artículo 78 del Reglamento General de Posgrado de la Universidad de Guadalajara.
- c) Cumplir con cualquier otro requisito que la Junta Académica establezca.

16. Seguimiento a egresados y redes de egresados

Dado que se trata de un posgrado con un reducido número de estudiantes, el principal método para llevar a cabo el seguimiento de los egresados es el contacto directo a través de correo electrónico y teléfono móvil. Además, se llevará a cabo una encuesta anual mediante Google Forms, enviada por correo electrónico, con el fin de mantener el contacto y recopilar información actualizada de los egresados.

Con el propósito de fortalecer las redes de egresados, se organizará anualmente un encuentro que reunirá a profesores, egresados y estudiantes de una línea de investigación específica. El objetivo de este evento es fomentar la formación de redes de colaboración entre estudiantes, profesores y egresados. Para llevar a cabo este encuentro, se buscará financiamiento interno para proporcionar servicios como coffee break y comida de despedida en las instalaciones del Centro Universitario.

17. Cuerpos colegiados

Para brindar apoyo en el desarrollo y aplicación del programa, además del Coordinador del Programa, se requerirá la participación de los siguientes cuerpos colegiados:

Junta Académica del Doctorado en Ciencias en Física

La Junta Académica del Doctorado en Ciencias en Física se conformará de acuerdo con las directrices establecidas en los artículos 12 y 14 del Reglamento General de Posgrado: El Coordinador de cada programa presidirá la Junta Académica respectiva, siguiendo lo dispuesto en los artículos 16 y 17 del Reglamento General de Posgrado.

Además de las funciones establecidas en el Reglamento General de Posgrados, la Junta Académica del Doctorado tendrá las siguientes atribuciones:

- a) Resolver los conflictos académicos que puedan surgir entre profesores y estudiantes.
- b) Designar y supervisar las funciones y decisiones de los Comités de Admisión y Tutoriales.

- c) Avalar cursos de otros programas de posgrado que puedan ser acreditados a un alumno.
- d) Realizar la revalidación y establecer equivalencias de unidades de aprendizaje de Maestrías de otras Instituciones de Educación Superior Nacionales o Extranjeras.

La Junta Académica formará comités para apoyar el cumplimiento de sus funciones y atribuciones, entre los cuales se incluyen:

Comité de Admisión

Este comité estará conformado por al menos 3 profesores de la planta académica del Doctorado, incluyendo al Coordinador del Programa, quien lo presidirá. Los demás miembros serán designados por la Junta Académica. Este comité operará de acuerdo con las instrucciones de la Junta Académica y se regirá por lo establecido en los artículos 49-52 y 54 del Reglamento General de Posgrado.

Las responsabilidades y atribuciones del Comité de Admisión serán las siguientes:

- a) Verificar el cumplimiento de los criterios y requisitos de admisión.
- b) Diseñar, aplicar y evaluar los instrumentos de selección de candidatos.
- c) Proponer a la Junta Académica la admisión de los aspirantes.
- d) Realizar otras tareas asignadas por la Junta Académica relacionadas con la admisión de aspirantes.

Comités Tutoriales

La Junta Académica asignará a cada estudiante, desde su inscripción en el programa, un Comité Tutorial compuesto por al menos tres profesores, con al menos uno de ellos perteneciendo a la planta académica. El Comité Tutorial también incluirá al director o codirector de tesis. La responsabilidad de este comité concluirá con la titulación del estudiante o su baja administrativa. En caso de ser necesario, el estudiante puede solicitar la sustitución del director de tesis o del tutor a la Junta Académica, la cual evaluará y tomará la decisión correspondiente.

Las responsabilidades de cada Comité Tutorial serán las siguientes:

- a) Asesorar al estudiante en la elección de las materias a cursar en cada semestre.
- b) Informar por escrito a la Junta Académica sobre cualquier irregularidad en el desempeño académico del estudiante.

18. Plan de evaluación del programa

El programa se someterá a evaluaciones periódicas por organismos externos como CIIES y CONAHCyT, además de realizar procesos de autoevaluación para mantener los estándares de calidad establecidos en el Reglamento General de Posgrado. En particular, en el proceso de autoevaluación se consideran los siguientes aspectos:

- Mejorar la difusión del programa para atraer a estudiantes sobresalientes y aumentar la población estudiantil.
- Promover una alta movilidad estudiantil.
- Garantizar altas tasas de titulación.
- Mantener un alto nivel en la planta académica.
- Realizar estudios de seguimiento de egresados.
- Establecer y mantener vínculos con el sector productivo y social.

19. Planta académica y perfil de los profesores, incluyendo líneas de investigación

El Doctorado Directo en Ciencias en Física se centrará en la investigación y contará con una planta académica compuesta exclusivamente por profesores-investigadores con grado de doctor y la capacidad de supervisar tesis doctorales en sus áreas de competencia. Parte de la planta académica será compartida con el Doctorado en Ciencias en Física.

En la actualidad, la planta académica del Doctorado Directo en Ciencias en Física está compuesta por 13 investigadores (ver Tabla 1). Las líneas de investigación son las siguientes:

- Física Teórica, con sublíneas de estudio como:
- Óptica e información cuántica.
 - Sistemas complejos.
 - Métodos de la física-matemática.

➤ Astrofísica y Gravitación, con sublíneas como:

- Relatividad general y teoría del campo.
- Astrofísica.
- Gravitación.

➤ Física Experimental, que abarca sublíneas como:

- Física de materiales.
- Biofísica.
- Física de fluidos.

Todos los miembros de la planta académica del Doctorado son parte del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), y se destacan por sus numerosas publicaciones y amplia experiencia en investigación y formación de recursos humanos. El perfil deseado para los profesores incluye la obtención del grado de doctor en áreas de investigación afines a las que se desarrollan en el programa, la pertenencia al SNI y una producción académica sostenida en los últimos años.

Nombre	SNI	Perfil PRODEP	Línea de Investigación	Institución grado de Doctor	Posdoc
Andrei Klimov	3	Si	Física Teórica	Instituto de Física y Técnica de Moscú, Rusia	Instituto de Física, UNAM 1992-1993
Thomas Gorin	3	Si	Física Teórica	Technische Universitaet Dresden, Alemania	Instituto de Ciencias Físicas, UNAM, Cuernavaca 1999-2001. Universitaet Freiburg, Alemania 2001-2003. Max Plank Institute fuer die Physik Komplexer Systeme, Alemania 2004-2006.
José Luis Romerolbarra	1	Si	Física Teórica	Universidad de Guadalajara.	Instituto Real de Tecnología (KTH), Estocolmo, Suecia 2005-2006.

Isabel Sainz Abascal	1	Si	Física Teórica	Universidad de Guadalajara.	Instituto Real de Tecnología (KTH), Estocolmo, Suecia 2006-2008.
Soham Biswas	1	Sí	Física Teórica	University of Calcutta	Department of Theoretical Physics, TIFT, Mumbai, India 2012-2014 Instituto de Ciencias Físicas, UNAM, Cuernavaca 2014-2016.
Carlos Rafael Michel Uribe	2	Si	Física Experimental	Universidad Autónoma de Barcelona	
Armando PérezCenteno	1	Si	Física Experimental	Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del IPN	UNAM 2005-2007. BUAP 2007.
Anne Cros Faucheux	1	Si	Física Experimental	Université de la Méditerranée, Marseille, France	Universidade de São Paulo, Brasil 2003-2005. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México 2005-2006.
José Guadalupe Quiñones Galván	1	Si	Física Experimental	Centro de Investigaciones Y Estudios Avanzados del IPN	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, México
Alexander Nesterov	2	Si	Astrofísica y Gravitación	Universidad de la Amistad de los Pueblos, Moscú, Rusia	
Claudia Moreno González	2	Si	Astrofísica y Gravitación	Centro de Investigaciones Y Estudios Avanzados del IPN	Center for Gravitational Wave Physics, Penn State University 2003-2004. Center for Gravitational Wave Astronomy, University of Texas at Brownsville 2004-2005.

Gerardo RamosLarios	2	Si	Astrofísicay Gravitación	Universidad de Guadalajara.	Instituto de Astrofísica de Andalucía, Granada, España 2008-2009
Alberto Nigoche Netro	2	Si	Astrofísicay Gravitación	Universidad Complutense de Madrid, España	Instituto de Astrofísica de Canarias, 2009-2011 Instituto de Astrofísica de Andalucía, 2011-2012

Tabla 1. Planta académica del Doctorado Directo en Ciencias en Física.

20. Costo por inscripción y colegiatura

Los costos de inscripción y colegiatura serán determinados de acuerdo a las tarifas establecidas por la Coordinación General de Control Escolar de la Universidad de Guadalajara.

21. Recursos financieros para su operación

Los recursos financieros necesarios para llevar a cabo las actividades académicas de los estudiantes, tales como asistencia a congresos, estancias de investigación en otras instituciones educativas, adquisición de equipo de cómputo y consumibles para laboratorios, provienen principalmente de la propia institución. Estos recursos son otorgados a través de convocatorias del Programa de Fortalecimiento del Posgrado (PFP), que actualmente asigna un monto de 150,000.00 pesos a cada programa inscrito en el Sistema Nacional de Posgrados.

Adicionalmente, para el apoyo a la movilidad de estudiantes, se cuenta con el Programa de Apoyo Económico para la Movilidad Estudiantil de la Coordinación de Internacionalización, así como becas proporcionadas por la Secretaría Académica del Centro Universitario.

En lo que respecta al apoyo a las actividades del personal académico, se contempla su participación en diversos programas específicos de la Universidad de Guadalajara, así como su involucramiento en proyectos con financiamiento externo,

tanto a nivel nacional como internacional.

Bibliografía

[1] Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024 (2019).

[2] Plan de Desarrollo Institucional 2019 – 2025, Universidad de Guadalajara (2019).