



**UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO**

**CAMPUS GUANAJUATO**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS**

**DOCTORADO EN CIENCIAS (ASTROFÍSICA)**

Modalidad: Doctorado Tradicional

Grado: Doctor en Ciencias (Astrofísica)

***Modificación Curricular***

Guanajuato, Gto., junio de 2018.

## **DIRECTORIO**

Universidad de Guanajuato  
Campus Guanajuato  
División de Ciencias Naturales y Exactas

Dr. Luis Felipe Guerrero Agripino  
**Rector General**

Dr. Héctor Efraín Rodríguez de la Rosa  
**Secretario General**

Dr. Raúl Arias Lovillo  
**Secretario Académico**

Mtro. Jorge Alberto Romero Hidalgo  
**Secretario de Gestión y Desarrollo**

Dra. Teresita de Jesús Rendón Huerta Barrera  
**Rectora del Campus Guanajuato**

Dr. Agustín Ramón Uribe Ramírez  
**Director de la División de Ciencias Naturales y Exactas**

Dr. Carlos Alanías Rodríguez Rico  
**Director del Departamento de Astronomía**

Dr. César Augusto Caretta  
**Coordinador del Posgrado en Ciencias (Astrofísica)**

**ELABORADORES DEL PLAN DE ESTUDIOS, MAYO 2004.**

Dr. Héctor Bravo Alfaro

Dra. René Kraan-Korteweg

Dr. Víctor Migenes

**ACTUALIZACIONES AL PLAN DE ESTUDIOS, FEBRERO 2012.**

Dr. Miguel Angel Trinidad Hernández

Dr. Héctor Bravo Alfaro

Dr. Juan Pablo Torres Papaqui

Dr. Solai Jeyakumar

Dr. Erick Nagel Vega

M. en C. René Alberto Ortega Minakata

**ELABORACIÓN DE LA MODIFICACIÓN CURRICULAR, JUNIO 2018.**

Dr. César Augusto Caretta

Dr. Carlos Alanías Rodríguez Rico

Dr. Heinz Andernach

Dr. Roger Coziol

Dr. Philippe Eenens

Dr. Klaus-Peter Schröder

Dr. Juan Pablo Torres Papaqui

M. en C. Lauren Melissa Flor Torres

L.A.E. Laura Patricia Salas Monrreal

## INDICE

### Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN .....	6
ANTECEDENTES.....	7
FASE I. DIAGNÓSTICO.....	9
1. NECESIDADES SOCIALES Y VIABILIDAD DEL PROGRAMA.....	9
1.1. Diagnóstico de los contextos macro y micro del programa educativo.....	9
1.2. Avance disciplinar y/o área del conocimiento .....	12
1.3. Tendencias ocupacionales a nivel nacional.....	13
1.4. Tendencias en el desempeño profesional.....	15
1.5. Oferta Educativa .....	17
1.6. Demanda Educativa .....	19
2. CONGRUENCIA DEL PROGRAMA EDUCATIVO CON LA PLANEACIÓN EDUCATIVA .....	23
3. IMPACTO DEL PROGRAMA EDUCATIVO .....	39
4. CONCLUSIONES DE LA FASE I.....	43
FASE II. DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN CURRICULAR .....	44
5. MARCO CONCEPTUAL DE LA PROFESIÓN.....	44
6. PRINCIPIOS PEDAGÓGICOS DE APRENDIZAJE .....	46
7. COMPETENCIA CURRICULAR.....	52
8. ORIENTACIÓN DEL PROGRAMA .....	53
9. SISTEMA DE DOCENCIA .....	54
10. PERFIL DE EGRESO .....	55
11. PERFIL DE INGRESO .....	59
12. PERFIL DEL PROFESOR .....	61
13. NUCLEO ACADÉMICO BÁSICO .....	64
14. PLAN DE ESTUDIOS.....	68
14.1 Descripción del plan de estudios.....	69
14.2 Identificación de coitenidos.....	73
14.3 Contribución de las unidades de aprendizaje al perfil de egreso.....	74
14.4 Caracterización de las unidades de aprendizaje .....	75
14.5 Red de unidades de aprendizaje.....	79

14.6 Propuesta de plan de estudios por inscripción .....	80
14.7 Equivalencias del plan de estudios .....	82
14.8 Sistema de créditos .....	84
14.9 Flexibilidad del plan de estudios .....	87
14.10 Movilidad .....	88
15. PROGRAMAS DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE.....	89
16. REQUISITOS ACADÉMICOS DE ADMISIÓN E INGRESO.....	90
16.1 Requisitos académicos para admisión .....	90
16.2 Requisitos administrativos para admisión.....	90
16.3 Proceso de admisión.....	91
16.4 Requisitos de permanencia.....	92
16.4 Requisitos de conducta.....	92
17. REQUISITOS DE EGRESO Y GRADUACIÓN.....	93
17.1 Requisitos académicos .....	93
17.2 Requisitos administrativos.....	94
18. SEGUIMIENTO DE LA TRAYECTORIA ACADÉMICA.....	94
19. SISTEMA INTEGRAL DE EVALUACIÓN.....	96
20. CONCLUSIONES DE LA FASE II.....	100
FASE III. OPERACIÓN DE LOS PROGRAMAS EDUCATIVOS.....	101
21. POBLACIÓN ESTUDIANTIL A ATENDER.....	101
22. RECURSOS HUMANOS .....	102
23. INFRAESTRUCTURA FÍSICA.....	107
24. MATERIAL, EQUIPO, BIBLIOGRAFÍA Y REPOSITORIOS DE INFORMACIÓN ..	109

## INTRODUCCIÓN

La generación de conocimiento a través de la investigación, la aplicación y la apropiación social de ese conocimiento y la formación de recursos humanos de alto nivel en México constituyen enormes retos que enfrentan las universidades públicas del País. Frente a este compromiso, las Instituciones de Educación Superior (IES) buscan ampliar y mejorar su oferta educativa, promover la internacionalización, la movilidad y la vinculación, estimular la multi- y transdisciplinariedad y, además, lograr la eficiencia en la aplicación de los recursos, por medio de la colaboración y corresponsabilidad en el desarrollo de programas que impliquen la utilización común de la infraestructura y el planteamiento de proyectos interdisciplinarios e inter-institucionales. El Programa Educativo (PE) al cual se refiere este documento se integra perfectamente a esta dinámica, ya que tiene como meta la formación de recursos humanos de alto nivel en las áreas de investigación, docencia y divulgación de la ciencia.

En el presente documento se exponen los fundamentos en los cuales se sustenta el **programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica)** de la División de Ciencias Naturales y Exactas (DCNE) del Campus Guanajuato (CGT) de la Universidad de Guanajuato (UG), y se plantean los detalles de su proceso de **Modificación Curricular**.

Las modificaciones efectuadas al programa tienen como finalidad elevar su calidad, actualizar su plan de estudios y ajustarlo al nuevo Modelo Educativo de la Universidad de Guanajuato (MEUG). Se apoyan principalmente en:

- Las consideraciones a los atributos del Plan de Desarrollo Institucional (PLADI) 2010-2020.
- La implementación del nuevo Modelo Educativo de la Universidad de Guanajuato.
- Las modificaciones al Reglamento de Modalidades de los Planes de estudio, según el Acuerdo CGU2013-03-03.
- El resultado del análisis del contenido, número de unidades de aprendizaje y créditos que conforman el plan de estudios.
- El alcance de la evaluación del programa y del seguimiento de sus egresados.
- La actualización de las competencias necesarias para enfrentar las demandas laborales actuales.

## ANTECEDENTES

El Departamento de Astronomía (DA) de la División de Ciencias Naturales y Exactas, del Campus Guanajuato, de la Universidad de Guanajuato, se originó con el propósito de descentralizar la oferta de ciencia en México. El DA tiene su origen en el Observatorio Astronómico “La Luz” que también pertenece a la UG, fundado en 1984. Diez años más tarde, autoridades de la UG establecieron un Consejo Consultivo que recomendó, el 12 de octubre de 1994, impulsar la creación del actual DA, cuyas instalaciones se encuentran ubicadas en la sede Valenciana de la UG.

Los profesores adscritos al DA han sustentado el programa de **Doctorado en Ciencias (Astrofísica)** desde que fue aprobado, el 3 de junio de 2004, por el H. Consejo Universitario de la UG. Las actividades formales de este programa dieron inicio en enero de 2006, con la inscripción de los primeros estudiantes. Este programa es conducido por una planta académica de 14 profesores con la más alta habilitación: todos Doctores, casi todos con reconocimiento del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y con el perfil deseable del Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP). Los profesores tienen una amplia experiencia docente a nivel licenciatura y posgrado, así como en la formación de recursos humanos, desempeñan trabajo científico de punta y colaboran activamente con grupos nacionales y del extranjero.

De 2004 a 2015, los profesores del DA estaban organizados en un Cuerpo Académico (CA) “Consolidado” de Astronomía. En 2015 se reorganizaron formando dos nuevos CAs: **Astrofísica Extragaláctica** y **Física Estelar**, ambos con grado “Consolidado” otorgado por PRODEP, y en 2017 se formó un tercer CA: **Radioastronomía**, con grado “En vías de Consolidación”, y un Grupo de Investigación: **Astrofísica Computacional**.

Cabe mencionar que los profesores del DA conducen el programa, imparten todas las unidades de aprendizaje, realizan trabajo de tutoría y dirigen las tesis de los estudiantes, en ocasiones en colaboración con profesores de otras instituciones nacionales e internacionales.

Adicionalmente imparten clases en la DCNE, en la División de Ingenierías (DI) del Campus Guanajuato y en la División de Ciencias e Ingenierías (DCI) del Campus León.

En enero de 2008 este PE obtuvo su registro en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) con el nivel de “Nueva Creación”. Con el trabajo de la planta académica del DA y el apoyo de las autoridades de la UG, se logró alcanzar el nivel de “Consolidado” del PNPC-CONACyT en agosto de 2011. En la evaluación de octubre de 2016 le otorgaron nuevamente el estatus de “Consolidado” por 5 años más, hasta el 2021.

En 2008 se aprobó la nueva estructura de la UG, pasando el DA y los programas educativos de Maestría y Doctorado en Ciencias (Astrofísica) a formar parte de la División de Ciencias Naturales y Exactas del Campus Guanajuato.

Después de un análisis en los tiempos de titulación de las primeras generaciones de egresados de este programa y de un comparativo con otros programas nacionales e internacionales de la misma disciplina (y disciplinas afines), el Doctorado atravesó un proceso de modificación, por lo que el 17 de mayo de 2013 el H. Consejo Universitario del Campus Guanajuato aprobó la propuesta de extender la duración de 3 años a 4 años del programa en el Acuerdo No. CUCG2013-02-06.



# FASE I. DIAGNÓSTICO

## 1. NECESIDADES SOCIALES Y VIABILIDAD DEL PROGRAMA

### 1.1. Diagnóstico de los contextos macro y micro del programa educativo

#### DIAGNÓSTICO GENERAL

En términos económicos, el escenario en el que se desarrolla el Doctorado en Ciencias (Astrofísica) en el contexto mundial, nacional y estatal es el siguiente:

- México ocupa el lugar 57 en Índice de Competitividad Mundial y el 4° en Latinoamérica y el Caribe;
- Guanajuato ocupa el 6° lugar a nivel nacional en población (INEGI, 2015) y el lugar 18 de 32 en Índice de Competitividad Estatal (Instituto Mexicano para la Competitividad, IMCo, versión 2016).

Se destacan como debilidades que revelan y limitan esa competitividad el bajo nivel de la educación y de la investigación en el Estado.

Según el informe del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de 2010, Guanajuato es el sexto Estado con menor grado promedio de escolaridad en el país, con 7.7 años (8.3 en 2015), frente a un promedio de 8.6 años (9.1 en 2015) de todas las entidades. El bajo nivel educativo también alcanza el nivel superior, apenas 18 de cada 100 miembros de la Población Económicamente Activa (PEA) mayor a 25 años tiene estudios superiores. El promedio en los estados es de 25 de cada 100, mientras que en el D.F. y en Nuevo León los promedios son de 40 y 37 de cada 100 respectivamente.

En materia de investigación, el Estado es la entidad con menos investigadores por cada 10 mil personas pertenecientes a la PEA, con 0.2 en comparación con el promedio de 3.2 de todas las entidades.

En términos sociales, el escenario en el que se desarrolla el Doctorado en Ciencias (Astrofísica) en el contexto mundial, nacional y estatal es el siguiente:

- México se encuentra dentro del grupo de países con IDH (Índice de Desarrollo Humano) alto - entre los cuatro cuartiles en que se distribuyen los 188 países observados (muy alto, alto, medio y bajo), con un IDH de 0.756 en el 2014.
- En el 2012 ningún estado de la república alcanzó el nivel de desarrollo humano muy alto, aunque todos se encontraban por encima de los umbrales internacionales de desarrollo medio y bajo. De acuerdo con el Sistema Estatal de Información Estadística Georreferenciada (SEIEG), el 54.2% de la población del Estado de Guanajuato cuenta con un ingreso menor a la línea del bienestar. En efecto, en contraste a un corredor industrial creciente, persisten regiones del Estado identificadas por Consejo Nacional de Población (CONAPO) con un desarrollo humano Medio Bajo en el noreste del Estado, como es el caso de Atarjea y Tierra Blanca. Según el INEGI, Guanajuato es el 4º estado con mayor contaminación de aire y el 4º con mayor percepción de inseguridad.

En términos educativos, científicos y culturales, el escenario en el que se desarrolla el Doctorado en Ciencias (Astrofísica) en el contexto mundial, nacional y estatal es el siguiente:

- En el reporte “Panorama de la Educación 2014: Indicadores OCDE”, el organismo señaló que México tiene una de las menores proporciones de jóvenes de 15 a 19 años matriculados en educación (53%), no obstante tener la población más grande en ese rango de edad de su historia. Además, menos de 1% completará un programa de doctorado, siendo el promedio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) del 2%.
- En el Estado de Guanajuato existen al menos 167 instituciones de educación superior: 39 públicas y 128 privadas, operando en 284 planteles, distribuidos en 30 de los 46 municipios, y con una matrícula de 145,206 estudiantes. La cobertura impacta, entre otros aspectos, en que sólo el 0.7% de los estudiantes tiene que salir del Estado para cumplir con sus programas educativos, valor inferior a la media nacional del 1.9%
- El gasto con investigación científica y desarrollo experimental (GIDE) de México en el 2014 fue de 0.54% del PIB lo que coloca al país en el lugar 38 de los países miembros de la OCDE. El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 establece como objetivo llegar al 1% del PIB para el 2018.
- En el 2016 en México había 25,072 investigadores vigentes en el SNI. En el Estado de Guanajuato había 865 miembros del SNI (3.5% del total).

## NECESIDADES ESPECÍFICAS

Las necesidades específicas se relacionan con la necesidad que tiene el país de mantener una plataforma sólida de académicos que puedan generar conocimiento de vanguardia en todas las áreas de la ciencia. Esos conocimientos son los que llevan al desarrollo científico, tecnológico y a la innovación, los cuales constituyen los pilares para el progreso social y económico de una nación. En el Estado de Guanajuato, ese desarrollo contribuye directamente a la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel, así como al fortalecimiento de su infraestructura científica y tecnológica.

Con este programa se fortalece el desarrollo de la generación de conocimiento de vanguardia en esta disciplina, para contribuir a la atención a problemáticas regionales con enfoques multidisciplinarios, fomentando la generación y acumulación de capital humano de este programa, específicamente en la vocación científica y tecnológica.

No menos importantes son las necesidades específicas ligadas a la socialización del conocimiento y el mejoramiento del nivel cultural, principalmente en este país con bajos niveles de escolaridad. Para contribuir al mejoramiento del nivel cultural, los estudiantes del programa participan activamente en la divulgación de la ciencia en todos los niveles, como parte de su formación académica integral.

En los últimos años han participado en actividades significativas como:

- Visitas guiadas a los observatorios astronómicos “La Luz” y “La Azotea”.
- Cursos de capacitación en Astronomía para profesores de educación básica.
- Ciclos de conferencias de Astronomía para todo público.
- Escuela de Astrofísica de la Universidad de Guanajuato, dirigida a estudiantes pregraduados del área de física o afín, para promover los programas de posgrado.
- Proyectos transversales multidisciplinarios: “La Astronomía en tu Comunidad”, “Noches de Estrellas en Zonas Arqueológicas y Pueblos Mágicos de Guanajuato” y “Mi Barrio Modelo”, mediante conferencias, talleres y noches de observación astronómica.

## 1.2. Avance disciplinar y/o área del conocimiento

Vivimos actualmente en un mundo que ha alcanzado el nivel tecnológico suficiente para permitirnos salir del planeta, investigar su entorno planetario, buscar otros sistemas planetarios y posiblemente la existencia de vida en otros puntos del Universo. Sin embargo, esa tecnología aún no permitió que pudiéramos garantizar la igualdad de derechos, la calidad de vida a toda la población humana y la integración de nuestra sociedad con su entorno natural de forma equilibrada y sustentable.

El conocimiento actual del ser humano ha alcanzado niveles antes inimaginables, pero todavía nos falta mucho. Seguir avanzando el conocimiento es fundamental, no sólo para ampliar nuestra capacidad tecnológica y nuestro entendimiento acerca del Universo, pero también para solucionar esos problemas que todavía impiden el adecuado desarrollo de nuestra sociedad. Los dos desarrollos están íntimamente conectados: sólo avanzando el conocimiento, la ciencia y la tecnología, avanza también nuestra sociedad.

El programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica) se insiere directamente en ese contexto del desarrollo del conocimiento. El área disciplinar del PE, la Astronomía y Astrofísica, comprende el conocimiento más avanzado del ser humano hacia nuestro entorno planetario y el Universo como un todo. Camina completamente a la par con el avance tecnológico, siendo la tecnología de punta lo que direcciona su desarrollo.

Más específicamente, los temas más actuales de la Astronomía y Astrofísica, como por ejemplo la detección de planetas extrasolares, la búsqueda de vida extraterrestre, la detección de ondas gravitatorias, la observación de objetos en tiempos cercanos al origen del Universo, la evolución de galaxias y de estrellas, simulaciones numéricas de alto desempeño, entre muchos otros, son todos abordados, estudiados e investigados dentro de las disciplinas de las líneas de investigación que comprenden el programa.

### 1.3. Tendencias ocupacionales a nivel nacional

El mercado laboral para los doctores en ciencias (Astrofísica) se conforma básicamente de la absorción por instituciones de investigación y de educación superior, nacionales e internacionales. Nuestros egresados tienen una formación académica completa y sólida para actuar como investigadores científicos, profesores universitarios, líderes de proyectos científicos, divulgadores de ciencias, entre otros.

Hay varias instituciones de investigación, como el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), instituciones de educación superior, como el Instituto de Astronomía (IA) y el Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA), ambos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y varias universidades estatales, como la misma UG, la Universidad de Guadalajara (UdeG) y la Universidad de Sonora (UniSon), que emplean a astrofísicos en México. El número total de astrofísicos en México actualmente es de aproximadamente 180, siendo que un 55% están en la UNAM, 20% en el INAOE, 8% en la UG, 4% en la UdeG, 3% en la UniSon y 10% en otras 10 instituciones, sólo una de ellas privada.

La casi totalidad de los astrofísicos del país tienen el nivel de doctorado, lo que apunta a la necesidad de la obtención del título de doctor para el ingreso en el mercado de trabajo. Los ingresos promedios de un astrofísico son similares a los de un físico, el cual, según la base de datos Observatorio Laboral ([www.observatoriolaboral.gob.mx](http://www.observatoriolaboral.gob.mx)) tiene un ingreso promedio de \$16,891.00 mensuales (considerada una de las 3 carreras mejor pagadas en México).

Debe subrayarse que en las últimas décadas las instituciones de educación superior en el País están elevando sus requerimientos de profesorado con doctorado para renovar y ampliar las nuevas generaciones de profesores, para lo cual es indispensable que los jóvenes realicen posgrados de calidad en todas las áreas del conocimiento. En este sentido, los egresados de este programa adquieren habilidades en actividades relacionadas con la docencia y la divulgación de la ciencia.

Además, la formación del egresado de este programa le brinda un amplio abanico de posibilidades en otros campos laborales, especialmente en las áreas del sector educativo e industrial, gracias, sobre todo, a las bases en física, matemáticas, programación e informática. La capacidad de analizar y resolver problemas de forma amplia e independiente abre muchas oportunidades en el campo de trabajo. Durante la última década ha ocurrido regularmente, tanto en México como en el extranjero, que jóvenes con posgrados del área de ciencias exactas, incluida la Astronomía y Astrofísica, han sido reclutados en la industria tecnológica, médica e incluso financiera. Cabe señalar que el mercado laboral de los egresados se ubica a nivel estatal, nacional e internacional. Todo esto, en conjunto, ofrece elevadas posibilidades a los egresados para que se sitúen rápidamente en el campo profesional con mejores posibilidades de impacto y remuneración, que las esperadas sólo con un nivel académico de licenciatura.

Según el estudio de la información estadística para el futuro académico y laboral en México, del primer trimestre de 2018, publicada en la página de Observatorio Laboral ([www.observatoriolaboral.gob.mx](http://www.observatoriolaboral.gob.mx)) y de acuerdo al estudio realizado por Hays - consultora en materia de reclutamiento especializado, se estima que la demanda laboral continuará concentrándose en competencias de alto nivel, sobre todo en áreas técnicas como la informática, la construcción y la ingeniería y que las tendencias del mercado laboral en México son:

- Big Data en el lugar de trabajo
- La especialización del conocimiento
- La diversidad de género
- La evolución del marketing
- El crecimiento de las PyMEs
- Hacer más con menos
- El sector público flexibilizará la mano de obra
- La Optimización Móvil

En ese sentido, el presente programa impacta directamente especialmente en los dos primeros puntos.

## 1.4 Tendencias en el desempeño profesional

Respecto al número de profesionistas ocupados, la última información (2do. trimestre del 2018) sobre tendencias del Empleo Profesional que emitió el Observatorio Laboral, según los datos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), muestra que el número de profesionistas ocupados en el país es de 8.7 millones.

En dicho análisis se aprecia que las áreas con el mayor número de ocupados (5.5 millones de profesionistas) son las Económico-Administrativas, las Ingenierías y la de Educación, mientras que las áreas que muestran el menor número de ocupados (382 mil profesionistas) son las Ciencias Físico-Matemáticas, Humanidades y Ciencias Biológicas.

El porcentaje de mujeres profesionistas ocupadas en el país alcanza el 45% del total de los profesionistas ocupados y las áreas donde preferentemente se desempeñan son: Educación, Ciencias de la Salud, Humanidades, Ciencias Biológicas y Artes.

En cuanto a la edad, tan sólo el 5.4% de los profesionistas ocupados se encuentran dentro del grupo de 20 a 24 años, los cuales se concentran mayoritariamente dentro de las áreas de Artes, Ciencias Sociales e Ingenierías. Los profesionistas ocupados de 25 a 34 años se concentran en las áreas de Artes y Arquitectura Urbanismo y Diseño. Los profesionistas ocupados de 35 a 44 años tienen una mayor representación en las áreas de Educación y Humanidades y los mayores de 45 años, se concentran en las áreas Ciencias Físico Matemáticas y Ciencias Biológicas.

Sobre la posición en la ocupación, el 80.8% de los profesionistas ocupados en el país son trabajadores subordinados y remunerados, el 6.4% son empleadores y tan sólo 12.8% trabajan por cuenta propia. El área de Educación es la que cuenta con la mayor proporción de profesionistas subordinados y remunerados (93.7%).

El promedio mensual de ingresos de los profesionistas ocupados del país es de \$11,325.00.

## **Campo de trabajo**

Los egresados de este programa tienen un amplio abanico de posibilidades en el campo laboral, no sólo en el sector académico, sino también en otras áreas del sector educativo e industrial. Esto se debe sobre todo a las bases que tienen en Física, Matemáticas e Informática, entre otros.

Es importante resaltar que nuestro país tiene un déficit de científicos, y el caso de la Astronomía/Astrofísica no es la excepción. Este déficit se agudiza con el desarrollo de grandes proyectos observacionales y computacionales en el País. Todo esto, en conjunto, ofrece amplias posibilidades a nuestros egresados para que se ubiquen activamente en el campo profesional.

En el campo de la investigación, los egresados cuentan con las habilidades necesarias para colaborar activamente en proyectos de investigación en el ámbito observacional, teórico y computacional, tanto nacional como internacional, en grupos de investigación.

En el ámbito docente, sólo por mencionar la región del Bajío, se han abierto recientemente numerosos centros educativos de nivel superior que sin duda estarán interesados en ofrecer puestos docentes a nuestros egresados. La integración de jóvenes provenientes de este programa en las tareas docentes a nivel superior tendrá un impacto importante en el mejoramiento de la calidad educativa de la región.

Los estudiantes de nuestro programa también desarrollan habilidades relacionadas a la comunicación de la ciencia con el público en general, lo que les abre oportunidades en varias áreas de comunicación y educación.

Por otro lado, aunque en un grado menor, algunas de las industrias de alto nivel en nuestro país, que cuentan con proyectos de investigación o desarrollo (Condumex, Telmex, Motorola, etc.), han mostrado interés en contratar egresados de programas similares al presente, dadas



sus habilidades en programación, reducción de imágenes, modelación numérica, liderazgo, etc.

## 1.5 Oferta Educativa

### Programas similares

El Posgrado en Ciencias (Astrofísica) es el primero en toda la Región Centro-Occidente del País, en donde existen varios programas de licenciatura en Física y áreas afines. Este Programa Educativo no es una réplica de los doctorados que se imparten en instituciones como la UNAM o el INAOE, que son los programas más similares en la república mexicana. Se distingue de ellos por varias características, entre otras: las diferencias en las áreas de investigación; la presencia de un observatorio *in situ*; su gran flexibilidad; su enfoque centrado en el aprendizaje autónomo del estudiante; su énfasis en el respeto de las características propias de cada estudiante; así como la alta proporción de profesores extranjeros, la cual crea un ambiente internacional, con clases que pueden ofrecerse en inglés u otros idiomas y con el aprovechamiento de conexiones con institutos de investigación astronómica de fuera del país (Tabla 1).

Estas diferencias y el empeño de sus profesores y estudiantes hacen que, a pesar de la pequeña planta de profesores y del menor apoyo económico para mantenimiento de la infraestructura, el PE de la UG compite en el mismo nivel que los otros dos programas en términos de impacto científico y social.

TABLA 1.- DIFERENCIAS ENTRE PROGRAMAS SIMILARES

INSTITUCIÓN	PROGRAMA	PERFIL DE EGRESO	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	DIFERENCIAS
Universidad de Guanajuato (UG) Pública Guanajuato, Gto.	Doctorado en Ciencias (Astrofísica)	El egresado de este Doctorado, al final de su preparación, tiene los conocimientos suficientes en las áreas de astrofísica, física y matemáticas para plantear, analizar y solucionar problemas; son capaces de expresar ideas de manera oral y escrita, tanto en español como en inglés a un público especializado, mediante informes, conferencias y artículos de investigación, realizan investigación científica original y de frontera y proponer, organizar y llevar a cabo proyectos de investigación.	a) Galaxias Activas b) Grupos / Cúmulos de Galaxias y Estructuras a Gran Escala c) Astrobiología d) Teoría y Observación de Estrellas Frías y Estrellas Masivas e) Astroquímica f) Teoría y Observación de Estrellas Frías y Estrellas Masivas g) Astrofísica Computacional Núcleo Académico Básico: 14 profesores	
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y electrónica (INAOE) Pública Tonantzintla, Pue.	Doctorado en Astrofísica	El egresado del programa es capaz de llevar a cabo investigación científica de alto nivel, independiente y autónomamente. Puede trabajar en equipo en diversos proyectos científicos relacionados a su especialidad. Tiene la visión y creatividad para identificar problemas y proponer soluciones viables. Puede generar y aplicar nuevo conocimiento para mejorar el entendimiento del universo, y de los procesos físicos y químicos que se dan en los cuerpos celestes. Demuestra competencia en el idioma inglés (550 puntos TOEFL o equivalente) y puede presentar ideas científicas clara y concisamente en foros académicos. Está capacitado para impartir cursos a nivel superior, y poder formar grupos de investigación en las líneas del programa.	a) Astrofísica Estelar b) Astrofísica Extragaláctica c) Astrofísica del Medio Interestelar d) Instrumentación Astronómica e) Radioastronomía f) Astronomía Milimétrica g) Astrofísica de Altas Energías Núcleo Académico Básico: 38 profesores	Las principales diferencias con los programas similares que existen en México son: el número de créditos, las Líneas de Investigación, el número de profesores, la infraestructura y las sedes.
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) Pública Sedes: CU, IRyA, IAE. Pública Ciudad de México, Morelia, Mich., Ensenada, B.C.	Doctorado en Ciencias (Astronomía)	Un egresado del Doctorado en Astrofísica tendrá: a) Un sólido dominio de la astrofísica y el campo de conocimiento en el que profundizó sus estudios. b) Habilidad para identificar, plantear y resolver problemas de investigación original. c) Destrezas para exponer los conocimientos adquiridos y los resultados de su trabajo de investigación, tanto en forma verbal como escrita. d) La facultad de trabajar investigación original en forma independiente y en grupo.	a) Astrofísica Observacional b) Astrofísica Teórica c) Astrofísica de Campos y Partículas d) Instrumentación Astronómica Núcleo Académico Básico: 108 profesores	

## 1.6 Demanda Educativa

### Instituciones Educativas del nivel precedente

El programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica) ha tenido, hasta el momento de la presente modificación curricular, 16 cohortes generacionales, contando un total de 27 estudiantes admitidos.

La procedencia de los 27 estudiantes es: 18 estudiantes provienen de la Maestría en Ciencias (Astrofísica) que se ofrece en el mismo Posgrado de la UG; 9 estudiantes de las Universidades y Centros de Investigación de: INAOE, DCI Campus León, Guadalajara, IRyA-UNAM, Sussex (Inglaterra) y La Habana (Cuba). Cabe señalar que del total, 8 estudiantes (30%) son de origen extranjero (Cuba, Reino Unido, Nicaragua, India y Colombia). Los estudiantes mexicanos provienen de diferentes estados como: Guanajuato, Hidalgo, Aguascalientes, Zacatecas, Veracruz, Michoacán, Guadalajara y Ciudad de México.

En términos de áreas de procedencia, además de los maestros en ciencias (Astrofísica), también han ingresado maestros en Física (1) y maestros en Matemáticas (2).

En cuanto a equidad de género se tiene que el 30% de los estudiantes que han ingresado a este programa son del sexo femenino.

### Demanda Potencial

En los últimos 5 años han ingresado 9 estudiantes al programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica), 8 (89%) provenientes de la Maestría en Ciencias (Astrofísica). Tomando en cuenta el total de las 16 cohortes generacionales de ingreso, 2/3 de estudiantes provienen de la Maestría en Ciencias (Astrofísica) del mismo Posgrado.

Además, el otro 1/3 representa una demanda potencial de estudiantes de maestría en otras áreas de la misma UG, de las divisiones de Ciencias e Ingenierías del Campus León (CLE), y Ciencias Naturales y Exactas, del CGT, por ejemplo, como las maestrías en Física, Matemáticas, Computación, Química y Biología.

Externamente a la UG, hay demanda potencial de estudiantes de maestría en Astronomía/Astrofísica de otras instituciones en el país, como el INAOE, el IA-UNAM, el IRyA-UNAM, el IAM-UdeG, etc., así como de estudiantes de maestrías en Física y Matemáticas de distintas instituciones.

Internacionalmente, la demanda potencial más importante ha sido la de países latinoamericanos, como por ejemplo Nicaragua, Colombia y Cuba, países que todavía no tienen muy desarrollados sus cursos de Posgrado en el área de la Astrofísica. Programas de maestría en Astronomía/Astrofísica de cualquier otro país también pueden ser considerados demanda potencial para nuestro PE.

### **Demanda Real**

La demanda real de ingreso a este programa ha sido de 4.2 aspirantes por año en los últimos 5 años (Figura 1). El ingreso efectivo, de candidatos aprobados en los exámenes de admisión, ha sido de 2.2 estudiantes (aproximadamente 50% de los aspirantes) por año en promedio, muy similar al promedio desde el inicio del PE (2.3 estudiantes por año).

Esas cifras de ingreso alcanzaron rápidamente el mismo orden de magnitud que en la UNAM y el INAOE y se han mantenido en los últimos años. La estabilidad de la matrícula proviene, en buena medida, de las iniciativas que se aplican para aumentar la matrícula del programa de *Maestría en Ciencias (Astrofísica)*, el cual constituye la principal fuente de estudiantes. A esto se puede agregar el creciente interés que la Astrofísica despierta en estudiantes egresados de programas de posgrado de áreas afines como Matemáticas y Física.



**FIGURA 1. DEMANDA REAL**

A diferencia de los programas clásicos en Astrofísica, este programa abre oportunidades a estudiantes de disciplinas afines como Física, Química, Matemáticas, Computación y Biología. Esta característica hace que este programa sea atractivo también para egresados de maestrías de esas áreas.

### **Cobertura**

Durante los últimos 5 años, el programa de Maestría en Ciencias (Astrofísica), que ha representado casi la totalidad de la demanda potencial estatal en los últimos años, formó a 13 maestros. Tomando el ingreso efectivo (matrícula) al programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica) en el mismo período, que fue de 11 estudiantes, implica una cobertura del 85%.

La tendencia de egreso de ese programa (Figura 2) proyecta una demanda de 5 estudiantes por año para 2022.



**FIGURA 2. DEMANDA POTENCIAL ESTATAL**

## **2. CONGRUENCIA DEL PROGRAMA EDUCATIVO CON LA PLANEACIÓN EDUCATIVA**

### **MARCO NORMATIVO DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

A continuación, se detalla el marco normativo en el que se enmarca la presente modificación curricular.

#### **NORMATIVIDAD NACIONAL**

##### **Constitución Federal**

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos señala, en su Artículo 3º, que:

"La educación que imparta el Estado tenderá a desarrollar armónicamente, todas las facultades del ser humano y fomentará en él, a la vez, el amor a la Patria, el respeto a los derechos humanos y la conciencia de la solidaridad internacional, en la independencia y en la justicia."

El mismo artículo especifica en su fracción II, que:

"El criterio que orientará a esa educación se basará en los resultados del progreso científico, luchará contra la ignorancia y sus efectos, las servidumbres, los fanatismos y los prejuicios", y que este criterio deberá ser democrático y nacional, contribuirá a la mejor convivencia humana y será de calidad.

##### **Ley General de la Educación**

La Ley General de Educación, en su calidad de ley reglamentaria del Artículo 3º Constitucional, en su Artículo 2º, señala que:

"La educación es medio fundamental para adquirir, transmitir y acrecentar la cultura; es proceso permanente que contribuye al desarrollo del individuo y a la transformación de la sociedad, y es factor determinante para la adquisición de conocimientos y para formar a mujeres y a hombres, de manera que tengan sentido de solidaridad social", y que "En el proceso educativo deberá asegurarse la participación activa del educando,

estimulando su iniciativa y su sentido de responsabilidad social, para alcanzar los fines a que se refiere el artículo 7°."

El Artículo 7° de esta ley menciona, en su fracción VII, que la educación que imparta el Estado deberá "fomentar actitudes que estimulen la investigación y la innovación científicas y tecnológicas".

### **Ley de Ciencia y Tecnología**

Esta Ley, en su calidad de ley reglamentaria del Artículo 3° Constitucional, en su Artículo 1° dispone entre sus objetivos en las siguientes fracciones:

“IV. Establecer las instancias y los mecanismos de coordinación con los gobiernos de las entidades federativas, así como de vinculación y participación de la comunidad científica y académica de las instituciones de educación superior, de los sectores público, social y privado para la generación y formulación de políticas de promoción, difusión, desarrollo y aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación, así como para la formación de profesionales en estas áreas;

VI. Apoyar la capacidad y el fortalecimiento de los grupos de investigación científica y tecnológica que lleven a cabo las instituciones públicas de educación superior, las que realizarán sus fines de acuerdo con los principios, planes, programas y normas internas que dispongan sus ordenamientos específicos;”

Y en su Artículo 2° establece como bases de una política de Estado, las siguientes:

“I. Incrementar la capacidad científica, tecnológica, de innovación y la formación de investigadores y tecnólogos para resolver problemas nacionales fundamentales, que contribuyan al desarrollo del país y a elevar el bienestar de la población en todos sus aspectos;

II. Promover el desarrollo y la vinculación de la ciencia básica, el desarrollo tecnológico y la innovación asociados a la modificación y mejoramiento de la calidad



de la educación y la expansión de las fronteras del conocimiento, así como convertir a la ciencia, la tecnología y la innovación en un elemento fundamental de la cultura general de la sociedad.”

## **NORMATIVIDAD ESTATAL**

### **Ley de Educación para el Estado de Guanajuato**

La Ley de Educación para el Estado de Guanajuato señala, en su Artículo 3º, que "la formación en valores universales permitirá a los habitantes del Estado de Guanajuato, su formación integral y el fortalecimiento del desarrollo de la entidad y de la Nación."

En su Artículo 5º, dicha ley señala que "la educación que imparta el Estado estará orientada por los resultados del progreso científico y tecnológico."

### **Ley para el fomento de la Investigación Científica y Tecnológica y la Innovación para el Estado de Guanajuato**

Esta Ley señala en su Artículo 1º que es de orden público e interés social y tiene por objeto disponer normas para:

V.- Fortalecer el Sistema de Ciencia y Tecnología del Estado mediante la formación, promoción y capacitación de recursos humanos de alto nivel académico;

VII.- Promover en las instituciones educativas de la Entidad, la investigación y el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

### **Programa Estatal de la Ciencia y Tecnología (Guanajuato 2030)**

El Objetivo Estratégico 3. Fomentar la generación y acumulación de capital humano, de este programa, es congruente con el Plan Estatal de Desarrollo 2030 y la Visión 2025 del CONACyT en sus Líneas:

“Línea Estratégica 7: Fomento de la vocación científica y tecnológica en todos los niveles educativos.

Línea Estratégica 8: Incremento del acervo de recursos humanos en ciencia, tecnología e innovación.

Línea Estratégica 9: La capitalización del conocimiento.”

## **NORMATIVIDAD INSTITUCIONAL**

### **Ley Orgánica de la Universidad de Guanajuato**

La Ley Orgánica de la Universidad de Guanajuato, en su Artículo 4 establece su misión:

“En la Universidad, en un ambiente abierto a la libre discusión de las ideas, se procurará la formación integral de las personas y la búsqueda de la verdad, para la construcción de una sociedad libre, justa, democrática, equitativa, con sentido humanista y conciencia social y prevalecerá el espíritu crítico, pluralista, creativo y participativo.”

Para realizar su misión, la Universidad atenderá tanto las exigencias de su entorno inmediato como las que le plantean su inserción en la comunidad nacional e internacional.

En el Artículo 5, define las funciones esenciales de la Universidad

I.- La educación en los niveles que ella determine;

II.- La investigación científica, tecnológica y humanística, en cualquier área del conocimiento, en relación con las necesidades locales, regionales, nacionales y del saber universal; y

III.- La creación, promoción y conservación de las expresiones del arte y la cultura; la preservación, la difusión y el acrecentamiento de los valores, así como la extensión a la sociedad de los beneficios de la ciencia y la tecnología.”

### **Estatuto Académico de la Universidad de Guanajuato**

Ordenamiento reglamentario de los artículos 4º y 5º ya señalados, el artículo 7º describe que:

“Los planes y programas de las actividades académicas de la Universidad atenderán a lo siguiente:

- I.- Vigencia de los conocimientos impartidos;
- II.- Atención a las necesidades de formación de profesores y estudiantes.;
- III.- Avances en la disciplina y área específica; y
- IV.- Ejercicio sensible, reflexivo, crítico, propositivo y creativo sobre la atención y solución de las necesidades y problemas del entorno”.

Este mismo Estatuto en su Artículo 8 indica que el proceso educativo buscará:

“I.- Estimular en los profesores y estudiantes sus capacidades inventivas, de conciencia social, de liderazgo, la formación profesional para el trabajo y colaboración con sus semejantes, desarrollando en ellos el conocimiento y aplicación de los valores que los hagan participar en la cultura universal y los identifiquen con la cultura nacional.

II.- Fomentar el cumplimiento de la misión y los valores universitarios, desarrollándose las asignaturas con el más alto nivel académico, tanto en los métodos de enseñanza-aprendizaje como en los contenidos a impartir.

III.- Impulsar la investigación y la extensión en sus diversas modalidades, como estrategia educativa que permita la vinculación de los aprendizajes a los distintos componentes del entorno.”

El Artículo 26 de dicho Estatuto manifiesta, en su Fracción III, que el nivel superior comprenderá "el posgrado, éste a su vez abarcará especialidad, maestría y doctorado", y define que "El doctorado tendrá como objetivo formar personal con una sólida preparación disciplinaria capaz de generar y transmitir conocimientos, científicos, tecnológicos, humanísticos o artísticos a través de la realización de investigación original e independiente"

Además, en su Artículo 28, el mismo Estatuto establece que "los planes de estudios podrán organizarse en las modalidades por asignatura, módulos o créditos, entre otras. Deberán mantenerse actualizados y evaluarse integralmente".

## **NORMATIVIDAD DE LA PROFESIÓN**

Al igual que el resto de los profesionistas, el egresado del programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica) debe registrar su título en el registro de la Dirección General de Profesiones,

Servicios Escolares e Incorporaciones de la Secretaría de Educación de Guanajuato. Sin embargo, no requiere de ninguna acreditación o permiso especial para ejercer su profesión.

## **MARCO FILOSÓFICO**

### **MISIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO**

La naturaleza, misión y funciones de la Universidad de Guanajuato se encuentran explícitas en el Capítulo I del Título Segundo de la Ley Orgánica de la Universidad de Guanajuato. El Doctorado en Ciencias (Astrofísica), adscrito a la División de Ciencias Naturales y Exactas del Campus Guanajuato de la Universidad de Guanajuato, hace suyos esta misión y funciones, se adhiere a lo establecido en el Capítulo de la Ley Orgánica señalado.

Además, este programa de Doctorado asume como propios los valores universitarios y los principios rectores del quehacer universitario, establecidos en el Plan de Desarrollo Institucional (PLADI) 2010-2020 de la siguiente manera:

### **LOS VALORES**

Al igual que la sociedad en la que se halla inmersa, la Universidad se encuentra en una constante metamorfosis donde la formación integral de la persona y la búsqueda permanente de la verdad constituyen los ideales por los que se afana y hacia los cuales la institución ha de organizar y orientar sus recursos.

Entre los valores principales derivados de la Misión se establecen:

- La verdad
- La libertad
- El respeto
- La responsabilidad
- La justicia

## **LOS PRINCIPIOS RECTORES**

También derivados de la Misión, y como tercer elemento importante de la Filosofía institucional, se desprenden los principios rectores del quehacer universitario: libertad de cátedra, libre investigación, compromiso social y promoción del espíritu crítico, pluralista, creativo y participativo. A ellos se añade el principio de calidad que se refleja en todas las actividades que realiza la institución, a través de sus servicios y la eficiencia de sus procesos, en un contexto de evaluación y mejora continuos."

## **OTROS PRINCIPIOS ORIENTADORES DE LA EDUCACIÓN**

El contexto educativo actual está marcado por una serie de rasgos como la globalización económica, la interdependencia mundial, la conformación de bloques regionales, la competencia laboral, la acelerada expansión de la matrícula de posgrado, una alta concentración geográfica y la necesidad de desarrollar la ciencia y la tecnología. Este contexto impone riesgos y oportunidades. Éstas últimas pueden ser capitalizadas por aquellos países donde sus Instituciones de Educación Superior logren insertarse preparando especialistas en áreas estratégicas que protagonicen el desarrollo económico, social y político del país. La competencia mundial obliga a la búsqueda del conocimiento y a la atención a necesidades sociales relevantes.

De acuerdo con la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), el establecimiento de convenios con instituciones educativas será fundamental para la consolidación de los objetivos en el terreno educativo, político y económico.

El nuevo contexto de interdependencia mundial presenta, sin embargo, nuevas oportunidades a las IES del país para establecer alianzas estratégicas en el terreno cultural y educativo, por medio del fortalecimiento de programas de intercambio y movilidad de estudiantes y de profesores, la realización de proyectos de investigación y programas académicos conjuntos en los niveles de profesional asociado, licenciatura y posgrado y el establecimiento de redes de colaboración en los distintos campos del conocimiento, aprovechando las ventajas comparativas de las instituciones del extranjero. (ANUIES: 1998).

Desde los planteamientos contenidos en la “Declaración Mundial sobre la Educación Superior para el Siglo XXI” de la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), formulada en 1998, pasando por su comunicado del 2009 de la “Conferencia Mundial de la Educación Superior”, hasta la Declaración de Incheon, de 2015, se subraya que la misión primordial de la universidad es la de servir al hombre y a la sociedad. También se proclama que el nuevo paradigma educativo se dirige hacia una “educación para todos, por todos, para toda la vida y sin fronteras”, y enfatiza que la universidad hoy debe conciliar las funciones tradicionales con las modernas, para enfrentar el panorama difícil pero también esperanzador del presente siglo.”

Además, la visión del Sistema de Educación Superior al año 2020, según la ANUIES, plantea que: “las IES centren su atención en la formación integral de sus estudiantes, y para ello diseñan programas multidisciplinarios y desarrollan sus actividades de docencia por medio de modelos innovadores de aprendizaje que les permiten alcanzar la calidad académica y atender a las necesidades sociales.

En un sistema de educación superior de calidad como el que se requiere, los estudiantes pueden utilizar el potencial que les ofrecen los programas educativos flexibles ya que cuentan con las facilidades para cursar unidades de aprendizaje de programas que se ofrecen en otras instituciones nacionales o del extranjero, fortaleciendo así su formación integral.”

## **MODELO EDUCATIVO DE LA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO (MEUG)**

El MEUG tiene como **agentes principales**: El **estudiante**, quien es el centro del Modelo y el principal responsable de su propio aprendizaje; y el **profesor**, principal responsable del cambio en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la UG. El elemento vinculante de los agentes principales y el espacio que hace posible su encuentro, son los **programas educativos**.

El MEUG se desarrolla mediante cinco **ejes transformadores** que orientan las estrategias y acciones de la Universidad de Guanajuato en sus procesos académicos y administrativos. La **formación integral** del estudiante es el eje central, con los componentes que a ello se asocian,

y se fortalece con los ejes de **innovación, interculturalidad e internacionalización, flexibilidad y vinculación con las necesidades del entorno**. Es en torno a estos ejes que deben articularse, de manera unánime, armónica y directa, todos los recursos – en sentido amplio y profundo, ya sean materiales o intangibles – con los que cuenta la Institución, en un marco de congruencia y pertinencia, con el objetivo fundamental de contribuir efectivamente al desarrollo de las personas.

## **PLANEACIÓN DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

### **NIVEL NACIONAL**

#### **Plan Nacional de Desarrollo**

El programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica) está elaborado en concordancia con el **Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018**, el cual plantea dentro de su estrategia de política pública III.- México con Educación de Calidad, específicamente en el punto VI. Objetivos, estrategias y líneas de acción, que son las siguientes:

#### *VI.3. México con Educación de Calidad*

Objetivo 3.1. Desarrollar el potencial humano de los mexicanos con educación de calidad.

Estrategia 3.1.3. Garantizar que los planes y programas de estudio sean pertinentes y contribuyan a que los estudiantes puedan avanzar exitosamente en su trayectoria educativa, al tiempo que desarrollen aprendizajes significativos y competencias que les sirvan a lo largo de la vida.

Líneas de acción:

- Definir estándares curriculares que describan con claridad lo que deben aprender los estudiantes del Sistema Educativo, y que tomen en cuenta las diversas realidades del entorno escolar, incluyendo los derivados de la transición demográfica.

- Impulsar programas de posgrado conjuntos con instituciones extranjeras de educación superior en áreas prioritarias para el país.

Objetivo 3.5. Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible.

Estrategia 3.5.2. Contribuir a la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel.

Líneas de acción:

- Incrementar el número de becas de posgrado otorgadas por el Gobierno Federal, mediante la consolidación de los programas vigentes y la incorporación de nuevas modalidades educativas.
- Fortalecer el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), incrementando el número de científicos y tecnólogos incorporados y promoviendo la descentralización.
- Fomentar la calidad de la formación impartida por los programas de posgrado, mediante su acreditación en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), incluyendo nuevas modalidades de posgrado que incidan en la transformación positiva de la sociedad y el conocimiento.
- Apoyar a los grupos de investigación existentes y fomentar la creación de nuevos en áreas estratégicas o emergentes.
- Ampliar la cooperación internacional en temas de investigación científica y desarrollo tecnológico, con el fin de tener información sobre experiencias exitosas, así como promover la aplicación de los logros científicos y tecnológicos nacionales.
- Promover la participación de estudiantes e investigadores mexicanos en la comunidad global del conocimiento.
- Incentivar la participación de México en foros y organismos internacionales.
- Estrategia 3.5.5. Contribuir al fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica del país.

Líneas de acción:

- Apoyar el incremento de infraestructura en el sistema de centros públicos de investigación.
- Fortalecer la infraestructura de las instituciones públicas de investigación científica y tecnológica, a nivel estatal y regional.
- Extender y mejorar los canales de comunicación y difusión de la investigación científica y tecnológica, con el fin de sumar esfuerzos y recursos en el desarrollo de proyectos.



- Gestionar los convenios y acuerdos necesarios para favorecer el préstamo y uso de infraestructura entre instituciones e investigadores, con el fin de aprovechar al máximo la capacidad disponible.

## **Programa de Desarrollo Educativo**

Asimismo, la relación de este Doctorado con el Programa Sectorial de Educación 2013-2018 se vincula con los objetivos siguientes:

Meta Nacional - México con una educación de calidad.

Objetivo 1.- Desarrollar el potencial humano de los mexicanos con educación de calidad.

### *Estrategias del Objetivo de la Meta Nacional:*

- 3.- Garantizar que los planes y programas de estudio sean pertinentes y contribuyan a que los estudiantes puedan avanzar exitosamente en su trayectoria educativa, al tiempo que desarrollen aprendizajes significativos y competencias que les sirvan a lo largo de la vida.
- 4.- Promover la incorporación de las nuevas tecnologías de la información y comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje
- 5.- Disminuir el abandono escolar, mejorar la eficiencia terminal en cada nivel educativo y aumentar las tasas de transición entre un nivel y otro.

Objetivo 2.- Fortalecer la calidad y pertinencia de la educación media superior, superior y formación para el trabajo, a fin de que contribuyan al desarrollo de México.

Objetivo 5.- Hacer del Desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible.

### *Estrategias del Objetivo de la Meta Nacional:*

- 1.- Contribuir a que la inversión nacional en investigación científica y desarrollo tecnológico crezca anualmente y alcance un nivel de 1% del PIB.
- 2.- Contribuir a la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel.

3.- Impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades científicas, tecnológica y de innovación locales, para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente.

4.- Contribuir a la transferencia y aprovechamiento del conocimiento, vinculado a las instituciones de educación superior y los centros de investigación con los sectores público, social y privado.

Objetivo 6.- Impulsar la educación científica y tecnológica como elemento indispensable para la transformación de México en una sociedad del conocimiento.

## **NIVEL ESTATAL**

### **Programa Educativo del Estado de Guanajuato**

El Plan Estatal de Desarrollo 2035 del Estado de Guanajuato establece, en la Componente Estratégica 4 "Educación", de la Dimensión Estratégica 1 "Humano y Social", el Objetivo Estratégico 4 de "garantizar el acceso equitativo a procesos formativos de calidad, pertinencia e integralidad", que tiene como objetivos particulares:

4.1. Garantizar la calidad, equidad y pertinencia de la educación.

4.2. Asegurar la dotación de competencias necesarias para incrementar la inclusión social, así como la participación activa de las personas.

4.3. Garantizar el conocimiento necesario para adaptarse a los nuevos entornos asociativos, innovadores y competitivos."

El Programa de Gobierno 2012-2018 del Estado de Guanajuato manifiesta, en su sección 3.1, la estrategia transversal II denominada "Impulso a la Educación para la Vida", la cual tiene como objetivo "Garantizar a la población el acceso equitativo a procesos formativos de calidad, pertinencia e integralidad, como base del desarrollo de la persona en libertad".

## Programa Estatal de Educación Superior (PREES)

En el 2025 el conjunto de Instituciones de Educación Superior de Guanajuato constituyen:

- Un Sistema Estatal de Educación Superior (SEES) de amplia cobertura, flexible, abierto e integrado a su entorno que:

Propicia de manera equitativa el acceso a, la permanencia en y la culminación de los procesos educativos a toda persona que lo demande, que posea las aptitudes necesarias y cumpla con los requisitos institucionales requeridos.

Dispone de una oferta amplia y diversificada de programas de pregrado, posgrado y educación continua que se ofrecen en diversas modalidades, en instituciones de distintos perfiles tipológicos distribuidas estratégicamente en el territorio de la entidad.

- Dentro del SEES de Guanajuato se forma profesionalmente a todos los egresados del nivel medio que demandan ingreso,

Los estudiantes se distribuyen de manera racional y estratégica en los niveles y áreas de conocimiento que son más pertinentes para el desarrollo de la entidad.

En los programas de posgrado se forman especialistas, maestros y doctores, en cantidad y con la calidad suficiente para atender de manera pertinente las necesidades de la entidad.

La oferta de programas de educación continua es amplia y variada y da respuesta adecuada a la demanda de los sectores productivo y social.

- El SEES de Guanajuato, desde una perspectiva de educación permanente, se relaciona orgánicamente

Con los otros tipos y niveles educativos,

Con otros subsistemas,

Contribuye, con una visión humanista, a la formación integral de las personas a lo largo de toda su vida,

- El SEES de Guanajuato organiza, produce, difunde, transfiere y preserva el conocimiento

En todos los campos de la actividad humana,

Cumpliendo sus funciones sustantivas con alta calidad, pertinencia social, sentido crítico y con una visión transformadora y de largo plazo

Los procesos académicos se llevan a cabo en estrecha vinculación con los distintos sectores de la sociedad y en atención a las necesidades que surgen de la problemática de su contexto, La generación, aplicación y transferencia de conocimientos son el eje de desarrollo de los diferentes programas de las IES que integran el sistema.

- Los diferentes actores que contribuyen a la conformación y al funcionamiento del SEES, cumplen con sus obligaciones, funciones y tareas, de manera eficaz, eficiente y oportuna:

El Estado cumple de manera suficiente, eficaz y oportuna, con sus obligaciones de Promover y atender la educación superior.

Garantizar los recursos necesarios para el funcionamiento del sistema.

Mantener actualizados los fundamentos jurídicos y normativos que le dan sustento.

La Sociedad Civil contribuye al desarrollo de la educación superior en la entidad:

Con la prestación de servicios educativos que complementan la oferta pública.

Con su participación activa, crítica y propositiva en los cuerpos colegiados que evalúan y certifican los procesos y los resultados educativos, los cuerpos colegiados interinstitucionales planean, analizan y evalúan los procesos académicos inherentes a las funciones de la educación superior.

Plantean respuestas pertinentes, oportunas y atinentes a la problemática del SEES.

Los cuerpos académicos de las IES, organizados en redes y utilizando los recursos tecnológicos disponibles

Desarrollan las funciones sustantivas de docencia, investigación, difusión y extensión de la cultura, y de transferencia de conocimiento.

Lo hacen con niveles de calidad equiparables a los estándares internacionales, teniendo como referente fundamental la problemática de su entorno.

Los cuerpos directivos de las IES asumen el liderazgo institucional, teniendo como referentes la misión y la visión construidas de manera consensada;

Propician ambientes laborales óptimos para el trabajo académico.

Gestionan con oportunidad los recursos necesarios para la operación de la institución.

Garantizan el uso de los recursos de forma eficaz y eficiente, informando a la sociedad de manera amplia y oportuna sobre su empleo.

Son tres las **líneas de acción** que organizan y le dan coherencia al proceso necesario para alcanzar los objetivos generales del programa.

La primera reúne los factores críticos referidos tanto al ambiente como a los insumos para la construcción del Sistema Estatal de Educación Superior. Factores que permiten la construcción de las condiciones estructurales para la integración del SEES: condiciones normativas, de coordinación, organización, regulación, financiamiento y de las relaciones interinstitucionales de las IES y los demás agentes institucionales que constituirán al SEES. Esta es la línea referida a la construcción de las condiciones estructurales para la integración del Sistema Estatal de Educación Superior.

La segunda agrupa los factores críticos relacionados con los insumos, los procesos y los resultados que son sustantivos para el desarrollo de la educación superior. Factores que posibilitan o restringen la operación de los procesos institucionales relativos a las funciones sustantivas de las IES, de docencia, la investigación, la difusión de la cultura y extensión de los servicios. Esta es una línea destinada a la construcción de condiciones para el desarrollo integral de las funciones y procesos sustantivos de la educación superior.

La tercera reúne los factores críticos visualizados como insumos, procesos y resultados que generan las condiciones de posibilidad para que el desarrollo de las funciones sustantivas de las IES. Factores relacionados con la gestión institucional, el trabajo académico, las características y procesos de los estudiantes, así como con los recursos materiales y financieros necesarios para la operación y desarrollo de las IES y sus funciones sustantivas. Esta línea busca la generación de un sistema de apoyo al desarrollo de las funciones de las IES.

Las líneas de acción se encuentran entrelazadas y tienen una dependencia mutua. Su eje es la participación de los actores institucionales, que deciden construir un futuro común. Cada línea de acción se instrumenta a través de un conjunto de subprogramas que organizan las acciones que dichos actores habrán de instrumentar.

## **NIVEL INSTITUCIONAL**

### **Plan de Desarrollo Institucional (PLADI) 2010-2020**

Este programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica) contribuye al logro de las estrategias:

8. Adecuada y eficiente programación académica,
10. Fortalecer las LGAC y
11. Estudiantes en proyectos de generación y aplicación del conocimiento, establecidas para los atributos;
7. Es un polo reconocido de formación, innovación, desarrollo científico y tecnológico y
13. Su planta de profesores es de alta calidad, con una proporción adecuada entre los PTC y PTP del PLADI 2010-2020; y hace suyas las estrategias:
  5. Plan de acción para la mejora continua del PE y
  6. Evaluación externa del PE establecidas para el atributo
  9. Posee un modelo educativo centrado en el aprendizaje con currículo flexible del mismo PLADI.

### **Plan de Desarrollo del Campus Guanajuato (PLADECG) 2010-2020**

Asimismo, se adhiere a los objetivos y metas del Plan de Desarrollo del Campus Guanajuato (PLADECG) 2010-2020 relativos a sus estrategias de desarrollo

1. Ampliación y Diversificación de la oferta educativa,
3. Desarrollo Integral del Estudiante y
4. Mejorar la Calidad en el Desarrollo de las Funciones Sustantivas.

### **Plan de Desarrollo Divisional 2010-2020**

Además, también se suma a los objetivos y metas de las estrategias de desarrollo

1. Ampliación y diversificación de la oferta educativa,
3. Desarrollo integral del estudiante y
4. Mejora de la calidad en el desarrollo de las actividades sustantivas del Plan de Desarrollo 2010-2020 de la División de Ciencias Naturales y Exactas.

### 3. IMPACTO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

#### 3.1 Producción Académica

Los trabajos de investigación de profesores y estudiantes del Doctorado en Ciencias (Astrofísica) son publicados en revistas de circulación internacional, de alto nivel de impacto y estricto arbitraje, mismos que tienen un alto índice de citas. La diversidad de áreas en las que trabajan los profesores de este programa constituye un elemento fundamental en el proceso formativo del alumnado, ya que posibilitan enlazar estos contenidos con su aplicación a la investigación de vanguardia.

En los últimos 4.5 años (del 2013 a mediados de 2017), los profesores del Núcleo Académico Básico (NAB) publicaron 123 artículos en revistas internacionales de estricto arbitraje, con un promedio de 1.95 artículos por profesor por año. Es importante destacar que, en un tercio de esos artículos, los profesores tuvieron estudiantes del Posgrado como co-autores (Tabla 2).

Los estudiantes mismos del programa de Doctorado (14 egresados hasta mediados de 2017) publicaron 35 artículos en revistas internacionales de estricto arbitraje en el periodo 2013-2017, en 17 de ellos fungiendo como primeros autores (Tabla 3). Los 10 estudiantes que han egresado en ese periodo han publicado, en promedio (incluyendo años anteriores), 2.4 artículos relacionados con sus tesis doctorales.

Añadido a esa producción, se publicaron varios artículos en memorias de congresos, y se participó en innumerables congresos, simposios y reuniones de investigación científica. También se realizaron, bajo la organización y realización por profesores y estudiantes del PE, docenas de eventos de divulgación de ciencias para el público en general (Tablas 2 y 3).

**TABLA 2. PRODUCCIÓN ACADÉMICA DE PROFESORES DEL NAB (EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS: 2013-2017)**

Tipo de producción	Modalidad de participación	Contexto	Cantidad	Tasa por prof. por año
Publicación	Autor o co-autor	Revistas internacionales de estricto arbitraje	123	1.9
Memorias	Autor o co-autor	En extenso	94	1.4
Proyectos	Responsable o participante	Proyectos aceptados para apoyo en convocatorias	37	0.6
Eventos de Divulgación de Ciencias	Organizador o realizador	Para todo el público	172	2.6
Ponencia	Presentador	Sobre temas de investigación científica	23	0.4

**TABLA 3. PRODUCCIÓN ACADÉMICA DE ESTUDIANTES (EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS: 2013-2017)**

Tipo de producción	Modalidad de participación	Contexto	Cantidad	Tasa por egresado por año
Publicación	Autor o co-autor	Revistas internacionales de estricto arbitraje	35	0.6
Memorias	Autor o co-autor	En extenso	18	0.3
Eventos de Divulgación de Ciencias	Organizador o realizador	Para todo el público	172	3.1
Ponencia	Presentador	Sobre temas de investigación científica	15	0.3

### 3.2 Estudio de Egresados

Al momento de la presentación de la presente modificación curricular, el programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica) cuenta con 16 cohortes generacionales, con un total de 27 estudiantes registrados.

Después de realizar un estudio de las 11 cohortes generacionales que han egresado a diciembre de 2017, se cuenta con la siguiente información: De los 19 estudiantes que se han registrado en el programa en ese periodo, 11 se han graduado, 4 están en proceso de graduación, y 4 resultaron en bajas. Tomando en cuenta los graduados y los que están en proceso de graduación, la tasa de titulación del Programa está alrededor de 78%.



De los 11 estudiantes graduados de este programa, se conoce que se dedican a realizar las actividades siguientes: 1 investigador en la UNAM, 1 investigador en la UdeG, 5 se encuentran contratados en universidades con dedicación a investigación y docencia en el nivel Superior (UAQ, UAZ, etc.) y 4 realizan estancias posdoctorales (en UG, UNAM y EUA).

### 3.3 Resultados de evaluación externa

El programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica) ha sido evaluado por el PNP-C-CONACyT, el único organismo que evalúa programas de Posgrado, en dos oportunidades, en el 2012 y el 2016, recibiendo el reconocimiento “Consolidado” en las dos evaluaciones.

El resultado del dictamen de la evaluación plenaria del 2012 fue muy favorable, lográndose obtener la recomendación del nivel de “Consolidado” por 5 años, con los comentarios: “Se felicita al posgrado y a la institución y se recomienda que implementen su plan de mejoras”. Asimismo, la recomendación del dictamen de la evaluación plenaria para 2016, fue favorable, obteniéndose el nivel de “Consolidado” por 5 años más, hasta 2021, con los comentarios:

- “1.- Se hace un llamado a los tutores para lograr la eficiencia terminal solicitada en el Anexo A.
- 2.- Es importante atraer un mayor número de alumnos al posgrado.
- 3.- Asegurar un mayor financiamiento por parte de la institución a las actividades de vinculación, promoción e infraestructura (biblioteca y TICs) del posgrado.”

### 3.4 Mejora continua

- Incrementar la matrícula de estudiantes nacionales y extranjeros, poniendo en marcha las estrategias incluidas en el “Proyecto de Promoción del Posgrado” que se elaboró para atraer a nuevos estudiantes.
- Consolidar la movilidad de estudiantes del programa, gestionando recursos para fortalecer la asistencia y participación de los estudiantes del programa a eventos nacionales e internacionales, así como a escuelas, temporadas de observación, congresos, estancias de investigación, etc.
- Llevar a cabo un estudio de egresados, diseñando e implementando un programa de “seguimiento de egresados”.
- Mejorar la eficiencia terminal del programa, aplicando el plan de estudios 2018.

- Conservar o mejorar el nivel del reconocimiento que ostenta el programa, “Consolidado”, del PNPC-CONACyT, con vigencia de 2016 a 2021.
- Mantener la calidad de los trabajos de investigación, publicando de al menos un artículo por año por profesor en revistas de alto impacto para que el NAB conserve y/o eleve el reconocimiento del SNI.
- Transformar al Grupo de Investigación de “Astrofísica Computacional” en un Cuerpo Académico.
- Gestionar recursos para ampliar la planta física para sostener el crecimiento del número de profesores y estudiantes.
- Gestionar recursos para mantener en buen estado, actualizar y modernizar instalaciones y equipos de cómputo de profesores y estudiantes.
- Conservar el nivel de reconocimiento de las labores de divulgación de la ciencia, gestionando recursos dedicados a continuar con las acciones y actividades que se desarrollan.

#### 4. CONCLUSIONES DE LA FASE I

En conclusión, el programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica) de la DCNE-CGT, de la Universidad de Guanajuato, es pertinente en el sentido que aporta a la sociedad formación de científicos (investigadores, docentes y divulgadores del conocimiento científico) de alto nivel. El impacto del programa queda demostrado a partir, en especial, de los datos y resultados presentados. Sin embargo, con la experiencia adquirida en los primeros 12 años del programa y por los argumentos presentados a seguir, surge la necesidad de la presente Modificación Curricular, visualizando siempre aumentar la calidad, el impacto científico-académico y el aporte a la sociedad por parte PE.

Así, es necesario adecuar el PE a las nuevas normatividades y estrategias establecidas, señaladas en las secciones anteriores, en especial por el MEUG. También es necesario acompañar la Modificación Curricular realizada al programa de Maestría en Ciencias (Astrofísica), recientemente aprobada e implementada (en 2014).

Es necesario, aún, establecer nuevas estrategias para propiciar el desarrollo y avance en los siguientes frentes:

- Facilitar la movilidad estudiantil y la internacionalización, cada vez más necesarias e importantes para la formación académica.
- Hacer el Plan de estudios más flexible, dándole oportunidad al estudiante de participar más activamente de su formación.
- Ampliar la vinculación del PE con otros programas, centros de investigación, universidades, y con la sociedad en lo general.
- Propiciar una formación cada vez más integral de los estudiantes.
- Implementar nuevas competencias y habilidades para preparar mejor los estudiantes para el mercado laboral.
- Aumentar la matrícula del programa, ampliando así la oferta educativa y su impacto.
- Generar mecanismos para aumentar la producción científica de los estudiantes.
- Crear condiciones para que el PE alcance el reconocimiento de “Competencia Internacional” en el PNPC.

## FASE II. DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN CURRICULAR

### 5. MARCO CONCEPTUAL DE LA PROFESIÓN

#### Nivel Educativo

La formación es llevada a cabo, en el presente PE, al nivel de **Doctorado**. El Artículo 26 Estatuto Académico de la Universidad de Guanajuato define que “el Doctorado tendrá como objetivo formar personal con una sólida preparación disciplinaria capaz de generar y transmitir conocimientos científicos, tecnológicos humanísticos o artísticos a través de la realización de investigación original e independiente”. Con base en la Competencia Curricular y en la Orientación del Programa (descritos arriba), se concluye que el programa es congruente con la definición del Artículo 26.

Tal como ocurre en programas similares de todo el mundo, los estudiantes que tienen como un objetivo realizar investigación en Astronomía/Astrofísica deberán desarrollar una tesis doctoral, la cual, a su vez, debe generar artículos científicos en revistas arbitradas de circulación nacional e internacional. En el trabajo de tesis el estudiante aplicará los conceptos básicos adquiridos para abordar y resolver los problemas planteados en su proyecto de investigación. Dicha contribución deberá constituir la parte medular de las publicaciones que, al igual que la tesis, serán la base para obtener el grado de Doctor en Ciencias (Astrofísica).

#### Concepción de la Profesión

La profesión de **astrónomo** o **astrofísico** - se consideran estos términos como equivalentes - responde a la inquietud del ser humano de entender el Universo donde vive, su origen y su evolución pasada y futura. Para buscar respuestas a estas preguntas, usa métodos científicos rigurosos e instrumentación de punta, por lo que requiere profesionistas de alto nivel, decididos a superarse para dedicarse con sumo celo a la investigación y la difusión

de nuevos conocimientos. También exige una gran capacidad de trabajar en equipo y de adaptarse a dimensiones internacionales.

Es una ciencia necesariamente multidisciplinaria, que abarca de la Física de Partículas a la Cosmología, utiliza y desarrolla tecnologías en Óptica, Electrónica y Computación, y se fundamenta en los conocimientos de Matemáticas, Química y Biología. Muchas veces lleva estas disciplinas a nuevas fronteras en su exploración de ambientes con condiciones extremas de radiación, temperatura, densidad y gravedad.

De esa manera, la Astronomía/Astrofísica es la ciencia que estudia la física del Universo, su composición y estructuras (planetas, estrellas, nebulosas, galaxias, etc.), así como las leyes que determinan su formación y evolución. En ese sentido, el grado académico que confiere el programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica) es congruente con el perfil necesario para el trabajo de un astrónomo/astrofísico, a la vez que ofrece disciplinas y desarrolla competencias pertinentes a ese perfil.

### **Supuestos conceptuales disciplinarios**

Las disciplinas que constituyen los ejes vertebrales del Plan de Estudios de este PE son:

- Procesos Radiativos en Astrofísica.
- Estructura y Evolución Estelar.
- Estructura Galáctica y Propiedades del Universo Local.
- Galaxias y Estructura a Gran Escala del Universo.
- Ciencias Planetarias y Astrobiología.
- Técnicas Observacionales en Astronomía (Fotometría, Espectroscopia, Radioastronomía, Altas Energías, etc.).
- Infraestructura, Tecnología y Ciencia de Datos.
- Modelos y simulaciones astrofísicos.

Estas disciplinas son desarrolladas, en su nivel teórico, en un programa preliminar de Maestría en Ciencias (Astrofísica) y, por lo tanto, son consideradas como pre-requisito para el ingreso al Doctorado en Ciencias (Astrofísica). En este programa esas disciplinas son

desarrolladas en su nivel práctico, a través de la investigación científica, incluyendo la planeación y ejecución de proyectos, análisis y discusión de resultados, presentación escrita y oral de esos resultados, etc.

## 6. PRINCIPIOS PEDAGÓGICOS DE APRENDIZAJE

### Principios pedagógicos del aprendizaje

Los principios pedagógicos que sustentan el programa de la Doctorado en Ciencias (Astrofísica) son:

- Procesos de enseñanza y aprendizaje sustentados en principios derivados de la psicología cognitiva.
- El estudiante como agente del aprendizaje.
- Docencia centrada en el aprendizaje y en la formación integral del estudiante.
- Metodología de la enseñanza y aprendizaje flexible y con enfoque en competencias.
- Aprendizaje basado en proyectos.
- Evaluación Formativa.

El Modelo Educativo de la Universidad de Guanajuato asume que el aprendizaje del estudiante es el elemento primordial del proceso formativo y, en este sentido, lo concibe como un proceso libre, interno y auto estructurante que se propicia en una dinámica social gracias a la mediación o interacción dialógica del estudiante con los otros compañeros y profesores.

La concepción de los procesos de enseñanza y aprendizaje que sustenta esta propuesta curricular se deriva de diversas corrientes de la **psicología cognitiva**: el enfoque psicogenético piagetiano, la teoría de los esquemas cognitivos, la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, la psicología sociocultural de Vygotsky, así como algunas corrientes instruccionales (como Bruner, por ejemplo), y a partir de todas ellas, se asume que:

*El estudiante es un **agente del aprendizaje**, que participa de manera activa y responsablemente en su propio proceso de aprendizaje y en ambientes que van más allá del aula, creados, recreados y guiados deliberadamente por el profesor a partir de su experiencia en la unidad de aprendizaje y en la planeación didáctica.*

La **docencia centrada en el aprendizaje y en la formación integral** del estudiante es aquella donde el Profesor:

- Es un facilitador del aprendizaje;
- Orienta al estudiante en su formación integral;
- Planifica los procesos de enseñanza y aprendizaje, seleccionando los contenidos disciplinares más adecuados, estableciendo las secuencias y los niveles de profundidad en que deben ser tratados, así como los indicadores de logro y las tareas que debe realizar el estudiante para desarrollar las competencias propuestas en el programa académico;
- Estimula el trabajo autónomo del estudiante;
- Maneja crítica y reflexivamente las herramientas tecnológicas en la instrumentación de la enseñanza;
- Planifica y administra los instrumentos para la valoración del desempeño académico de los estudiantes;
- Actúa bajo los principios de libertad, respeto, responsabilidad y justicia.

El Modelo Educativo de la Universidad de Guanajuato, define a la **metodología de la enseñanza y aprendizaje** como un proceso **flexible** y planificado que incorpora las etapas de diseño, desarrollo y evaluación privilegiando la formación integral del estudiante.

El proceso formativo se organiza bajo la modalidad de actividades presenciales (clases teóricas, talleres, clases prácticas, tutorías, prácticas externas) y de actividades de trabajo autónomo del estudiante (estudio y trabajo en grupo, estudio y trabajo individual).

A partir de los planteamientos epistemológicos derivados del Modelo Educativo de la Universidad de Guanajuato, se propone el empleo de los siguientes métodos de enseñanza-aprendizaje durante el proceso formativo en este programa académico:

- Método expositivo;

- Estudio de casos;
- Resolución de ejercicios y problemas;
- Aprendizaje basado en problemas;
- Aprendizaje orientado a proyectos;
- Aprendizaje cooperativo;
- Contrato de aprendizaje.

En esta propuesta curricular, el **enfoque por competencias** constituye un referente para orientar las acciones educativas que contribuirán a que los estudiantes construyan y desarrollen con éxito el perfil profesional planteado en el programa educativo para responder ante los retos que plantea la sociedad del conocimiento y de la información (Delors, 1996; Bindé, 2005) y, desde este enfoque por competencias, se asumen los siguientes principios del aprendizaje:

- Ser competente en un ámbito o actividad práctica significa ser capaz de activar y utilizar reflexivamente los saberes para afrontar determinadas situaciones y problemas relacionados con dicho ámbito;
- Una competencia integra distintos tipos de saberes (habilidades prácticas y cognitivas, conocimientos factuales y conceptuales, motivación, valores, actitudes, emociones, etc.) (Coll, César: 2007);
- Las competencias, de acuerdo con Philippe Perrenoud (2008), son adquisiciones, aprendizajes construidos (no son espontáneas ni genéticas);
- Las competencias no pueden desligarse de los contextos de práctica en los que se adquieren y se aplican, pues incluso las llamadas competencias transversales se encuentran articuladas en saberes disciplinarios, tal y como ejemplifica el mismo Perrenoud (2008:46) con la competencia de análisis;
- Una persona puede tener la capacidad de análisis, pero el análisis no puede realizarse fuera de un contenido (como las disciplinas) o de un contexto (como un ámbito profesional); así, es muy probable que esta persona que sabría analizar un texto no tendría por qué saber analizar un producto químico y viceversa. Y, en el caso de que una persona lograra manejar un proceso analítico general, aplicable a todos los contenidos en los contextos más diversos, se puede formular la hipótesis de que su competencia no se constituyó inmediatamente, sino que se creó mediante la generalización, la asociación o transferencia de competencias más específicas;



- Una persona competente es la que conoce y regula sus propios procesos de aprendizaje, tanto desde el punto de vista cognitivo como emocional y puede hacer uso estratégico de sus conocimientos ajustándolos a las exigencias del contenido o tarea de aprendizaje y a las características de la situación (Bruer, 1995);
- Se adopta la acepción de competencia como la movilización reflexiva de saberes (conocimientos, habilidades, actitudes y valores) para responder a una tarea o situación en un campo profesional determinado;
- El perfil de egreso de los estudiantes del programa educativo se define a partir de competencias genéricas y competencias específicas, asumidas de acuerdo con la definición establecida por el Proyecto Tuning.

Las competencias genéricas son aquellas competencias comunes a diferentes programas académicos, las cuales favorecen el desarrollo de los niveles de pensamiento de orden superior y se emplean en diferentes esferas de la vida humana (social, familiar, personal e interpersonal, académico y profesional), por lo que algunos autores también las denominan competencias transversales.

Las competencias específicas son aquéllas esenciales para la obtención de un título en particular, las que hacen que un egresado sea un profesional de un área de conocimiento específico.

Partiendo de los principios anteriores, se establece que el perfil de egreso se describe a través de competencias específicas, las cuales implican una o más competencias genéricas. Y, además se enuncian las competencias genéricas, que deberán ser asumidas de manera transversal en todas las prácticas formativas, con el propósito de que los estudiantes construyan ciertas características profesionales y personales como parte de su identidad de egresado de esta institución.

De acuerdo con el Modelo Educativo de la Universidad de Guanajuato, la **evaluación** complementa el proceso de enseñanza y aprendizaje permitiendo evidenciar la construcción de los aprendizajes y orientando las acciones de enseñanza, por lo cual esta evaluación debe ser sumatoria, libre, participativa, continua e integral.

De esta manera, aquí se define a la evaluación como un proceso continuo capaz de retroalimentar a los estudiantes sobre su desempeño y a los profesores sobre la calidad de su enseñanza, y comprende los siguientes momentos:

- La Evaluación Diagnóstica, desarrollada al inicio del hecho educativo (inicio del curso o de un tema) y cuyo propósito consiste en proporcionar información al docente sobre las condiciones y posibilidades iniciales de aprendizaje de sus estudiantes (reconocimiento de conocimientos previos) frente a los objetivos planteados para el curso. De esta manera, el docente puede tomar decisiones de planeación de la enseñanza. Como instrumentos de este tipo de evaluación, pueden emplearse pruebas objetivas estructuradas. Por otra parte, es importante dar a conocer los resultados a los estudiantes, para que tomen conciencia de su situación desde el inicio del proceso académico;
- La Evaluación Formativa, desarrollada durante el proceso de enseñanza y aprendizaje (se puede considerar oportuna en un momento crítico, al concluir un contenido o al introducir el empleo de alguna nueva herramienta, etc.). El objetivo de este tipo de información consiste en apoyar al docente en la toma de decisiones para orientar las acciones educativas durante el proceso, además de informar al estudiante sobre su avance o nivel de logro orientándolo en la reflexión sobre su propio proceso de aprendizaje. Algunos de los instrumentos empleados para la evaluación formativa son: la prueba informal (examen sorpresa, sin que sea el único instrumento; tampoco debe ser aplicado con carácter punitivo, atendiendo a que no sólo se evalúan conocimientos), el portafolio de evidencias, registros de observaciones y el examen práctico entre otros. Se recomienda, además la coevaluación y la autoevaluación durante este proceso;
- La Evaluación Sumativa tiene lugar al final del curso o al concluir un contenido o bloque (parciales) y su objetivo es orientar la toma de decisiones para la asignación de una calificación que certifica el desempeño académico del estudiante. Para obtener esta evaluación se recomienda utilizar diferentes tipos de pruebas o evidencias del desempeño académico del estudiante, ponderadas de acuerdo con criterios objetivos y no emplear únicamente el examen.

Finalmente, es pertinente hacer hincapié en la necesidad de involucrar a los estudiantes en la evaluación de sus competencias; en la necesidad de que el profesor desarrolle la observación formativa para retroalimentar a los estudiantes y, en la importancia de pasar

de la evaluación individual a la valoración de los desempeños y competencias colectivas (Perrenoud, 2008).

Los siguientes **principios** también sustentan el proceso de aprendizaje:

- El aprendizaje es un proceso de construcción de conocimiento y la enseñanza una ayuda asistida o mediada a dicho proceso;
- El conocimiento es dependiente del contexto, por lo que el aprendizaje debe ocurrir en contextos relevantes;
- El aprendizaje es una actividad social y dialógica por lo cual se acepta que la cognición se distribuye socialmente: el aprendizaje no sólo es la internalización del conocimiento, sino la transformación de la participación de las personas en una comunidad social;
- El diálogo es el principal promotor de la reflexión y del pensamiento crítico;
- Uno de los principales propósitos del proceso formativo en el aula, será promover en los estudiantes la toma de conciencia de lo que se ha aprendido y la práctica reflexiva sobre las estrategias que utiliza en su propio proceso de aprendizaje (Aprender a aprender);
- La planeación del aprendizaje debe partir de los conocimientos previos del estudiante;
- Es participante activo, comprometido y realizador en su proceso de aprendizaje;
- Participa en el proceso de autoevaluación;
- Participa en el proceso de coevaluación.

### **Metodología específica de enseñanza-aprendizaje**

Dadas las características y el nivel de la formación a nivel doctoral, el proceso de enseñanza-aprendizaje es de tipo tutorial, reforzado mediante la asignación de seminarios y/o cursos a los estudiantes de doctorado. Los estudiantes dedican una parte del tiempo a investigar sobre temas particulares con auxilio de computadoras, libros y revistas de investigación, para posteriormente presentar los avances de su trabajo en los Seminarios de Investigación semestrales.

Para asegurar que esta relación produzca el resultado deseado, se incluye en este programa la figura del **Comité Tutorial (CT)**, cuya principal tarea es evaluar el trabajo global del estudiante y recomendar acciones a seguir junto con su tutor y/o asesor de

tesis. Para cada estudiante admitido al programa se constituye este comité con tres profesores miembros del NAB, cuyas resoluciones se apegan a los lineamientos que para este fin se dicten. En caso de que no se pueda llegar a una resolución en el Comité Tutorial, el Comité Académico de Posgrado (CAP) funge como árbitro.

## 7. COMPETENCIA CURRICULAR

El objetivo de este PE es formar investigadores con una sólida preparación disciplinaria, capaces de generar y transmitir conocimientos científicos en el área de Astronomía/Astrofísica a través de la realización de investigación científica original y autónoma. Siempre en búsqueda de la verdad, que es uno de los fines de la ciencia, y que sólo se logra a través de la libertad, respeto, responsabilidad, honestidad y ética profesional. Para lograr este objetivo se proporciona al estudiante una amplia y sólida formación científica que le permita desarrollar la capacidad de:

- Realizar investigaciones originales en forma crítica, con honestidad, responsabilidad y ética profesional.
- Plantear y ejecutar proyectos de investigación.
- Plasmar en forma escrita los resultados de su investigación, incluyendo la publicación en revistas especializadas del área.
- Transmitir conocimientos tanto a un público especializado como para formar nuevas generaciones de científicos y para divulgar el conocimiento entre el público general.

La necesidad de producir profesionistas con estas características deriva del hecho de que se ha comprobado, sobre todo en los países desarrollados, que el mejoramiento de la economía y la elevación del nivel social y cultural de la población, van de la mano con la generación de conocimiento básico, la cual se encuentra integrada, a su vez, en una red de aplicación de ese conocimiento (ciencia aplicada) dedicada al desarrollo tecnológico.

## 8. ORIENTACIÓN DEL PROGRAMA

Con base en las características definidas en las sub-secciones precedentes, y tomando como medida la clasificación del Marco de Referencia para la Evaluación y Seguimiento de Programas de Posgrado Presenciales del PNPC-CONACyT (versión 6, abril 2015) se concluye que este programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica) tiene una estructura orientada a la **investigación básica**.

Otras características que definen al Programa son:

- Admisión de estudiantes - Su proceso de admisión es riguroso, de tal forma que asegura que los aspirantes cuenten con los conocimientos previos necesarios.
- Plan de estudios - Está estructurado acorde al perfil de egreso.
- Perfil de egreso - Tiene como propósito la formación de investigadores críticos y creativos, capaces de realizar, de forma autónoma, investigaciones originales y trascendentes.
- Estudiantes de dedicación exclusiva - Todos los estudiantes son de dedicación exclusiva, de tal manera que tienen el tiempo suficiente para culminar sus estudios, incluida la tesis doctoral, en el tiempo establecido en el Plan de Estudios.
- Tesis de Doctorado - Es la presentación de un trabajo original de investigación.
- Dirección de Tesis - Los directores de tesis orientan a los estudiantes, cooperan con ellos y siguen de cerca su actividad académica para lograr resultados relevantes de la investigación.
- Infraestructura - El programa garantiza la disponibilidad de la infraestructura física y los recursos necesarios para el desarrollo de la investigación a realizar por el estudiante, con estándares internacionales.
- Núcleo Académico Básico (NAB) - Está formado por profesores con doctorado y, en casi su totalidad, con reconocimiento del SNI y del PRODEP.
- Movilidad de estudiantes y profesores - El PE promueve la movilidad de estudiantes y profesores, así como la cooperación entre grupos de investigación afines de diferentes instituciones y países.

- Contribución al conocimiento - Los resultados y productos del programa son plasmados en publicaciones científicas en revistas internacionales de alto impacto y estricto arbitraje;
- Pertinencia del programa - Con base en el desempeño de los egresados en actividades laborales afines, se respalda la pertinencia el programa.

Este programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica) se presenta de manera independiente a los otros posgrados de las Ciencias Naturales y Exactas pues, aunque sí comparten los contenidos básicos en Física y Matemáticas a nivel Licenciatura, son muy diferentes en sus áreas de especialización en el nivel de Posgrado.

## 9. SISTEMA DE DOCENCIA

El Estatuto Académico de la Universidad de Guanajuato describe el sistema de docencia en sus Artículos:

Artículo 21.- Se entenderá por docencia al proceso interactivo y formador orientado a promover el aprendizaje que comprende la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades, conductas, actitudes y valores del estudiante, para que participe activa y críticamente en la cultura de su tiempo y contribuya al desarrollo social, científico y tecnológico, mediante una actitud responsable, crítica y reflexiva del profesor.

Artículo 22.- La Universidad de Guanajuato, contará con sistemas de docencia escolarizado y no escolarizado. El sistema escolarizado se desarrollará con asistencia a clases, con asesoría y apoyo académico, dentro de un límite determinado de tiempo. El sistema no escolarizado se desarrollará con mínima presencia física de los estudiantes en las instalaciones universitarias, con asesoría y apoyo académico.

Artículo 23.- Los sistemas de docencia cubrirán requisitos análogos de calidad y pertinencia y otorgarán el mismo reconocimiento al nivel correspondiente. Los sistemas de docencia se establecerán de acuerdo con un proyecto académico, en la medida en que las Divisiones o las Escuelas del Nivel Medio Superior se encuentren en condiciones de ofrecerlo, y conforme a la Legislación Universitaria.

Con base en nuestra experiencia docente, se escogió el sistema de docencia **escolarizado**, mediante la forma **presencial**, como adecuado para formar investigadores en Astronomía/Astrofísica, no sólo por los resultados obtenidos por décadas con este sistema en el área de Ciencias Naturales y Exactas, sino también por el tipo de actividades a desarrollar durante la formación del estudiante, la cual requiere una dedicación del cien por ciento por parte del estudiante. Este sistema, que mantiene al estudiante en contacto estrecho con sus asesores, tutores, y otros estudiantes, le permite que desarrolle las habilidades necesarias para la investigación de frontera. Estas actividades comprenden prácticas de laboratorio, elaboración de reportes, preparación y realización de seminarios, presentaciones en congresos, así como eventuales asistencias en actividades docentes y de divulgación científica. Finalmente, la formación del estudiante comprenderá la participación en proyectos de investigación científica y la redacción de contribuciones y artículos de investigación.

## **10. PERFIL DE EGRESO**

Los egresados de este Doctorado, al final de su preparación, tienen los conocimientos en las áreas de Astrofísica, Física, Matemáticas y Programación Computacional suficientes para realizar investigación científica original y de frontera, proponer, organizar y llevar a cabo proyectos de investigación, así como para formar nuevos investigadores. Pueden trabajar tanto de manera autónoma como en equipo. También son capaces de expresar ideas de manera clara, en forma oral y escrita, en español y en inglés, tanto a un público especializado como al público en general, mediante informes, conferencias, artículos, etc.

En respuesta a la demanda social y la disponibilidad de trabajo en el mercado, el perfil de egreso de nuestro programa está diseñado para formar investigadores autónomos, que son capaces de enseñar ciencias en cualquier nivel, del nivel básico al doctorado.

### **Descripción de Competencias Genéricas**

Los egresados del Doctorado en Ciencias (Astrofísica) adquieren, al final de su preparación, las siguientes competencias:

- CG1 Planifica su proyecto educativo y de vida bajo los principios de libertad, respeto, responsabilidad social y justicia para contribuir como agente de cambio al desarrollo de su entorno;
- CG2 Se comunica de manera oral, escrita y digital en español y en una segunda lengua para ampliar sus redes académicas, sociales y profesionales lo cual le permite adquirir una inserción regional con perspectiva internacional;
- CG3 Maneja en forma responsable y ética las tecnologías de la información en sus procesos académicos y profesionales;
- CG4 Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica, respetuosa y reflexiva;
- CG5 Elige y practica estilos de vida saludables que le permiten un desempeño académico y profesional equilibrado;
- CG6 Mantiene una actitud respetuosa hacia la interculturalidad y la diversidad para crear espacios de convivencia humana, académica y profesional y construir sociedades incluyentes;
- CG7 Es sensible al arte y participa en la apreciación e interpretación de sus expresiones en distintos géneros que promuevan su formación integral;
- CG8 Es un líder innovador y competitivo en la disciplina o campo de su elección, que aprende continuamente sobre sí mismo, sobre nuevos conceptos, procesos y metodologías que le permiten aportar soluciones y estrategias oportunas, evaluando el impacto de sus decisiones;
- CG9 Reconoce las habilidades y fortalezas de las personas con las que colabora y genera un ambiente de confianza que le permite orientar las acciones hacia el cumplimiento de las metas de la organización o proyectos en los que se desempeña, siempre con un comportamiento ético y de integridad moral.

### **Descripción de Competencias Específicas**

Además, tienen las siguientes competencias:



- CE1 Plantea, analiza y soluciona problemas reales en el ámbito de la Astrofísica, aplicando modelos teóricos y matemáticos para generar nuevos conocimientos en la investigación con responsabilidad social;
- CE2 Aplica e instrumenta con responsabilidad social metodologías para el análisis de datos astronómicos en la construcción de patrones o de teorías;
- CE3 Participa responsable y éticamente en el desarrollo de proyectos de investigación, tecnológicos y experimentales que amplíen el conocimiento de la naturaleza y los orígenes del Universo;
- CE4 Utiliza técnicas computacionales de alto desempeño como apoyo para la solución de problemas científicos con responsabilidad social;
- CE5 Participa ética y responsablemente en proyectos de comunicación social de la ciencia de manera oral y escrita en español e inglés dirigida a diferentes tipos de auditorios nacionales e internacionales;
- CE6 Realiza funciones de docencia en el nivel superior y de posgrado a través de la incorporación crítica y reflexiva de recursos y herramientas didácticas orientadas a la formación integral del estudiante en un marco de responsabilidad social.

Área Ocupacional	Verbo	Objeto
Investigación teórica	Investiga	modelos, hipótesis, etc.
Investigación observacional	Analiza	datos astronómicos, razones físicas para fenómenos observados, ...
Análisis computacional	Desarrolla	programas, modelos, simulaciones, ...
Desarrollo instrumental	Participa	planeación de instrumentos
Docencia y extensión	Enseña	nuevos profesionistas, comunicación social
Liderazgo académico	Coordina	proyectos, grupos, ...

### Descripción de Conocimientos

El egresado de este programa deberá obtener:

- Un sólido dominio conceptual, operativo y actualizado del área de investigación de la Astrofísica que esté desarrollando;

- Conocimientos y preparación para identificar, plantear y resolver problemas de frontera en Astrofísica;
- Conocimientos sobre el funcionamiento y uso de telescopios e instrumentos de observación astronómica profesionales, así como sobre la reducción y análisis de datos observacionales;
- Dominio de conocimientos de las áreas de Física, Matemáticas, así como de técnicas computacionales, de sistemas operativos y de programación;
- Aptitudes para plasmar sus ideas en forma escrita de manera clara y sucinta, en español e inglés;
- Competencias para proponer, organizar y llevar a cabo proyectos de investigación;
- Conocimientos para elaborar artículos de investigación científica para su publicación en revistas de circulación internacional, así como de informes y textos/artículos de divulgación científica.

### **Descripción de Habilidades**

Los egresados de este programa adquirirán las siguientes habilidades para:

- Participar activamente en la solución a problemas científicos en Astrofísica, utilizando técnicas observacionales, teóricas o numéricas;
- Utilizar técnicas computacionales como apoyo para la solución de problemas científicos mediante el uso de la programación, utilización de paquetería de reducción de imágenes y graficadores;
- Manejar distintos sistemas operativos, software y procesadores de texto necesarios para presentar sus resultados por escrito y oralmente;
- Comunicar ideas en forma clara a colaboradores, estudiantes y pares académicos;
- Trabajar con herramientas matemáticas;
- Diseñar experimentos y modelos matemáticos que le permitan obtener la información que se requiera en el problema planteado.

## Descripción de Actitudes

Los egresados de este programa tendrán las siguientes actitudes:

- Críticos ante el avance científico y el desarrollo de su entorno;
- Reflexivos y propositivos en el desarrollo científico;
- Dispuestos a actualizarse constantemente sobre los temas de la ciencia en general;
- Participativos en el trabajar en equipo;
- Colaboradores del desarrollo cultural de su entorno mediante tareas de divulgación.

## Descripción de Valores

- Respeto: a sus colegas, personal de apoyo, estudiantes y autoridades de su institución;
- Respeto por el trabajo de colegas de otras instituciones;
- Crítica, reflexión y proposición ante el desarrollo de la Astrofísica Moderna;
- Honestidad en sus labores científicas, docentes y administrativas;
- Participación activa en el desarrollo cultural de su entorno;
- En general los egresados de este programa harán suyos los valores universitarios puesto que la búsqueda de la verdad es uno de los fines de la ciencia y esa búsqueda sólo se puede lograr con libertad, respeto, responsabilidad, honestidad y ética profesional.

## 11. PERFIL DE INGRESO

Este programa está planeado para estudiantes con un alto grado de motivación y un auténtico deseo de lograr un nivel de formación académica de excelencia. El aspirante debe contar con los conocimientos básicos de Física, Matemáticas y Astronomía/Astrofísica, al nivel de Maestría, y debe saber aplicarlos en la concepción, el planteamiento y la solución de problemas Astrofísicos y multidisciplinarios. Además, debe mostrar un buen conocimiento del idioma inglés (ver apartado 15.2).

## **Descripción de Conocimientos**

Los aspirantes a ingresar al Doctorado en Ciencias (Astrofísica) deben tener:

- El dominio de los conocimientos de Astrofísica a un nivel propio de una maestría en esa disciplina;
- Dominar el idioma inglés suficiente para entender artículos científicos escritos en este idioma, para redactar contribuciones científicas breves y para entender y/o impartir cursos y conferencias en ese idioma.

## **Descripción de Habilidades**

Los aspirantes a ingresar al Doctorado en Ciencias (Astrofísica) deben:

- Tener habilidad para aplicar los conocimientos de la Astrofísica y áreas afines, en la concepción, planteamiento y solución de problemas actuales en esta disciplina.

## **Descripción de Actitudes**

Los aspirantes a ingresar al Doctorado en Ciencias (Astrofísica) deben mostrar:

- Curiosidad y entusiasmo;
- Disciplina y seriedad en su trabajo;
- Una elevada capacidad de análisis;
- Creatividad;
- Disposición para trabajar en grupo.

## **Descripción de Valores**

La verdad, honestidad y perseverancia son valores imprescindibles con los que deben vivir los aspirantes a ingresar al Doctorado en Ciencias (Astrofísica).

## 12. PERFIL DEL PROFESOR

### Competencias genéricas del Profesor en el marco del Modelo Educativo

- CG1 Actúa bajo los principios de libertad, respeto, responsabilidad social y justicia que promueven una actuación íntegra en su desempeño profesional;
- CG2 Se comunica de manera oral, escrita y digital en español y en una lengua extranjera para ampliar sus redes académicas, sociales y profesionales, lo cual le permite adquirir una perspectiva internacional;
- CG3 Maneja de forma responsable y ética las tecnologías de la información en sus procesos académicos y profesionales;
- CG4 Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica, respetuosa y reflexiva;
- CG5 Elige y practica estilos de vida saludables que le permitan un desempeño académico y profesional equilibrado;
- CG6 Mantiene una actitud respetuosa hacia la interculturalidad y la diversidad para crear espacios de convivencia humana, académica y profesional y construir sociedades incluyentes;
- CG7 Es sensible al arte y participa en la apreciación e interpretación de sus expresiones en distintos géneros que promuevan su formación integral;
- CG8 Se vincula con el entorno e involucra al estudiante en actividades de familiarización e interacción en su campo de formación, sea mediante la extensión o la investigación para la formación de su perfil profesional.

### Competencias específicas del Profesor en el marco del Modelo Educativo

- CE1 Es un experto en la disciplina o disciplinas afines a los programas educativos en los que participa, contribuyendo a una formación integral del estudiante, de vanguardia, pertinente, útil para la vida y el trabajo profesional;
- CE2 Reflexiona sobre su práctica docente e incorpora elementos innovadores que contribuyan a su mejora continua;
- CE3 Orienta congruentemente al estudiante en su formación, dentro y fuera del aula, mediante la tutoría permanente;

- CE4 Diseña y emplea diferentes ambientes, herramientas y recursos didácticos para promover en los estudiantes el aprendizaje de contenidos disciplinares;
- CE5 Planifica los procesos de enseñanza y aprendizaje, definiendo los niveles de profundidad en que deben ser tratados los contenidos disciplinares para que el estudiante desarrolle las competencias propuestas en el programa académico;
- CE6 Promueve y planifica el trabajo autónomo del estudiante haciendo uso de metodologías de aprendizaje innovadoras para fortalecer su formación integral;
- CE7 Maneja de forma reflexiva y crítica las herramientas tecnológicas en la enseñanza para promover el desarrollo de las competencias genéricas y específicas del estudiante;
- CE8 Planifica el proceso de evaluación del desempeño académico de los estudiantes, atendiendo a los diversos perfiles, mediante el diseño de los instrumentos apropiados a los diferentes tipos de evaluación (diagnóstica, continua y sumativa);
- CE9 Domina y utiliza diversas posturas pedagógicas que le permiten utilizar metodologías en función de los diversos perfiles de estudiantes, que promuevan la construcción de su propio conocimiento.

## Formación Académica

El área del conocimiento del NAB se sustenta en las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC's) de los Cuerpos Académicos (CA's) y Grupos de Investigación que soportan al programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica), descritos más adelante.

Por lo tanto, se espera una formación adecuada de los profesores especialmente en una de las siguientes LGAC's:

1. *Astrofísica Extragaláctica: Galaxias Activas;*
2. *Estructura a Gran Escala del Universo: Grupos/Cúmulos de Galaxias;*
3. *Astrobiología;*
4. *Física Estelar: Teoría y Observación de Estrellas Frías y Estrellas Masivas;*
5. *Astroquímica;*
6. *Formación y Evolución de Estrellas;*
7. *Astrofísica Computacional*

No obstante, también se considera la formación en otras áreas de Astrofísica, como:

- Ciencias Planetarias;
- Otras áreas de Astrofísica Estelar;
- Medio Interestelar, Astronomía Galáctica y del Universo Local;
- Otras áreas de Astrofísica Extragaláctica;
- Cosmología Observacional y Teórica;
- Astrofísica de Altas Energías;
- Astronomía Fundamental;
- Infraestructura, Tecnología y Ciencia de Datos;
- Enseñanza de ciencias;
- Etc.

### **Grado Académico**

El perfil que se requiere para que un profesor pueda ser parte del Núcleo Académico Básico o corresponsable académico de este PE es el siguiente:

- Contar con el grado de Doctor en Ciencias en el área de Astronomía/Astrofísica o en alguna disciplina afín.

### **Experiencia docente, profesional y participación en proyectos**

Los profesores de este programa deberán haber participado activamente en labores de docencia a nivel Licenciatura y de Posgrado, en México y/o en el extranjero.

Además, los profesores deberán desarrollar actividades en todas las funciones sustantivas de la UG: Docencia, Investigación, Extensión y Divulgación. Publicar, en promedio, al menos un artículo científico por año, en revistas de circulación internacional con estricto arbitraje. Preferentemente pertenecer al SNI y contar con el Perfil Deseable del PRODEP. Finalmente, los profesores de este PE deberán participar en proyectos científicos, tanto nacionales como internacionales.

## 13. NUCLEO ACADÉMICO BÁSICO

### Cuerpos Académicos

En el año 2002, se creó el CA de Astronomía que sustentó hasta el 2015 el programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica). Este CA quedó registrado en el entonces PROMEP y, en octubre de 2004, alcanzó el grado de “Consolidado”, mismo que conservó hasta el 2015.

A partir del 2015, el CA Consolidado de Astronomía se dividió para formar dos nuevos CAs. A cada uno el PRODEP le otorgó el grado de “Consolidado”: CA de **Astrofísica Extragaláctica** (con 5 profesores) y CA de **Física Estelar** (con 4 profesores). En el 2017, se constituyó un tercer CA: **Radioastronomía** (con 4 profesores), recibiendo el grado de “En vías de Consolidación”, y un grupo de investigación, en la LGAC de Astrofísica Computacional.

En la Tabla 4, se muestra la composición de los Cuerpos Académicos/Grupos de Investigación y las líneas de generación y aplicación del conocimiento que dan soporte al Doctorado en Ciencias (Astrofísica).

### Descripción de las LGACs

A) CA de Astrofísica Extragaláctica:

- **Galaxias Activas (AGN)** son galaxias que muestran evidencia clara de acreción sobre un agujero negro súper masivo (SMBH) en sus centros. Las señales de esta actividad se estudian en el óptico (espectroscopia), en infrarrojos y en radio. Combinando sus experiencias, los integrantes de esta LGAC están estudiando diferentes aspectos de este fenómeno: ¿Cómo se forman los SMBH? ¿Cómo se forman las estructuras radio de los AGN? ¿Cuál es el papel de los SMBH en el proceso jerárquico de formación de galaxias?



**TABLA 4: COMPOSICIÓN DE CUERPOS ACADÉMICOS, GRUPOS DE INVESTIGACIÓN Y LÍNEAS DE GENERACIÓN Y APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO**

CA	LGAC	PARTICIPANTES
Astrofísica Extragaláctica UGTO-CA-174	Galaxias Activas	Dr. Heinz Andernach
		Dr. Juan Pablo Torres Papaqui
		Dr. Roger Coziol
	Grupos/Cúmulos de Galaxias	Dr. Heinz Andernach
		Dr. César A. Caretta
		Dr. Héctor Bravo Alfaro
		Dr. Roger Coziol
	Astrobiología	Dr. César A. Caretta
		Dr. Roger Coziol
Dr. Héctor Bravo Alfaro		
Física Estelar UGTO-CA-176	Teoría y Observación de Estrellas Frías y Estrellas Masivas	Dr. Dennis Jack
		Dr. Erick Nagel Vega
		Dr. Klaus-Peter Schröder
		Dr. Philippe Eenens
Radioastronomía UGTO-CA-193	Astroquímica Formación y evolución de estrellas	Dr. Carlos Alanías Rodríguez Rico
		Dr. Josep María Masqué Saumell
		Dra. Lucero Uscanga Aguilera
		Dr. Miguel Ángel Trinidad Hernández
<b>GRUPO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>LGAC</b>	<b>PARTICIPANTE</b>
Astrofísica Computacional	Astrofísica Computacional	Dr. Solai Jeyakumar

- **Grupos/Cúmulos de Galaxias.** La distribución de galaxias en el Universo cercano no es homogénea. A gran escala, las galaxias forman estructuras filamentosarias y planas alrededor de “vacíos”, constituyendo una red de supercúmulos de galaxias. Las regiones más densas de estas estructuras son formadas por cúmulos de galaxias que pueden contar con centenares hasta miles de galaxias. También se encuentran en estas estructuras grupos y puentes de galaxias. Existen también los Grupos Compactos (GCs), con un número de galaxias más bajo que en grupos dispersos, pero donde la densidad central es comparable con la densidad en cúmulos ricos de galaxias. Entender cómo se ensamblan estas estructuras y cuál es la influencia de estas en la formación y evolución de galaxias miembros es el tema principal de estudio de los miembros de esta LGAC.
- **Astrobiología.** El descubrimiento de exoplanetas, objetos con masas comparables a de los planetas del Sistema Solar, en órbitas en torno de estrellas cercanas más o menos

similares a nuestro Sol, ha creado una demanda importante para estudiar la Astrobiología por parte de nuestros estudiantes. Desde 2009, los integrantes de esta LGAC han desarrollado diferentes proyectos de investigación: ¿Qué tipos de estructuras físicas tienen los exoplanetas? ¿Cuál es el origen de la vida biológica y qué tan bien es entendido este proceso en el Universo? ¿Cuál es el papel de las bacterias extremófilas en el desarrollo de la vida sobre la Tierra?

## B) CA de Física Estelar

- **Teoría y Observación de Estrellas Frías y Estrellas Masivas.** Esta LGAC integra el estudio del nacimiento, la evolución y la muerte de las estrellas frías y las estrellas masivas. Aplica los principios de la Física para modelar el interior y la atmósfera de la estrella, la estructura de su viento, los efectos de la su rotación, las inestabilidades intrínsecas, así como las interacciones en sistemas estelares binarios y en sistemas planetarios, y la evolución estelar, usando modelos teóricos de vanguardia y observaciones del Telescopio Internacional de Guanajuato Robótico Espectroscópico (TIGRE) y otros telescopios internacionales. Para las estrellas de masas modesta como el Sol, se busca determinar con alta precisión los parámetros principales como temperatura efectiva, gravedad superficial y composición química, por medio de modelos fotosféricos generados con el código PHOENIX y del análisis de espectros del TIGRE. De esta manera se puede entender mejor la actividad y la evolución del Sol y sus implicaciones para nuestro planeta Tierra. Para las estrellas jóvenes, la investigación se centra en el cálculo de la emisión de polvo en los discos circumplanetarios que las rodean. Esto nos permite caracterizar la distribución de la materia en estos discos, que a su vez tiene que ver con la presencia de planetas. El código PHOENIX es usado para la modelación de atmósferas y espectros teóricos de diferentes tipos de estrellas. Además, es aplicado al cálculo de curvas de luz y espectros teóricos de novas y supernovas. Se estudian también las observaciones de series de espectros de novas obtenidas por el TIGRE. Para facilitar el acercamiento y la integración de estudiantes a esta línea de generación y aplicación innovadora del conocimiento, se llevan a cabo estudios en investigación educativa en Matemáticas,

Física, Astronomía y ciencias aledañas, con el objetivo de reforzar y mejorar la docencia en los niveles de posgrado y pregrado, así como en el nivel básico.

#### C) CA de Radioastronomía

- **Astroquímica.** La Astronomía se ha ido ramificando y mezclando con otras ciencias fundamentales, como son la Física, las Matemáticas, la Química, la Biología, entre otras. Por tal razón es inminente la relación de la Astronomía con la Química en particular, dando como resultado la Astroquímica o Astrofísica Molecular (ya que se han detectado más de 150 moléculas en el medio interestelar y circunestelar). La Astroquímica es un área del conocimiento relativamente nueva, pero debido a que cada vez el número de moléculas en el espacio ha crecido notablemente esta área ha tenido también un crecimiento importante, tanto en el desarrollo de modelos teóricos como computacionales.
- **Formación y evolución de estrellas.** La emisión de radio es producida en una amplia variedad de procesos físicos asociados con diferentes objetos cósmicos. Esta LGAC está trabajando en el desarrollo de un arreglo de radiotelescopios en el Observatorio Astronómico “La Luz” con el objetivo de monitorear la variabilidad de fuentes de radio en el cielo de forma sistemática, regular y periódica. Con esto se planea el estudio de un gran conjunto de objetos celestes bajo un enfoque novedoso.

#### D) Grupo de Investigación de Astrofísica Computacional

- **Astrofísica Computacional.** La actividad principal del grupo consiste en: (i) calcular computacionalmente cantidades que pueden ser comparadas con sus análogos observacionales, en bases de datos o nuevas observaciones; (ii) diseñar instrumentación digital que implemente algoritmos matemáticos (denominada instrumentación basada en *software*) con vistas a permitir nuevas observaciones con radiotelescopios y; (iii) simular flujos de gas que incorporan micro-Física en objetos astrofísicos. Ejemplos de los códigos desarrollados son: Magneto-Hidrodinámica para flujos de gas (permite integración más sencilla que los códigos existentes), simulación de la evolución de la población de electrones no-térmicos y de líneas de recombinación, etc. Los temas de

investigación de interés del grupo incluyen: formación y evolución de chorros de radio, flujos de gas en AGNs, evolución de la población no-térmica de electrones en lóbulos de radio y en la corona solar, variabilidad y curvas de luz de cuásares, agujeros negros en AGNs, alta resolución en tiempo de curvas de luz en radio de fuentes de radio utilizando instrumentación digital novedosa, y simulación de flujos de gas en galaxias utilizando códigos de N-cuerpos.

### **Proyectos de Investigación**

Los proyectos de investigación generalmente son apoyados por el CONACyT, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (CONCyTEG) (Ahora Secretaría de Innovación, Ciencia y Educación Superior-SICES) y la propia Universidad de Guanajuato. Con los resultados obtenidos de estos apoyos se ha logrado sostener el programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica) desde su inicio aportando infraestructura, equipamiento y becas para los estudiantes. Colaboraciones internacionales y convenios han permitido también el acceso a nueva infraestructura, como el telescopio óptico TIGRE instalado en nuestro Observatorio Astronómico "La Luz". La currícula resumida de los profesores que integran los Cuerpos Académicos se encuentra en el Apéndice A, los proyectos y fondos obtenidos en el Apéndice C, y la producción científica (artículos y trabajos presentados) en los Apéndices B y D.

Los proyectos y las LGAC's se vinculan y se genera de esta vinculación las tesis de los estudiantes del programa, las colaboraciones para publicaciones de artículos científicos y para presentación de los trabajos de investigación a nivel nacional e internacional.

## **14. PLAN DE ESTUDIOS**

La idea central de este plan de estudio es ofrecer al estudiante una amplia gama de recursos y apoyos entre los cuales pueda seleccionar los que más correspondan a sus necesidades y afinidades, para crearse un perfil personalizado y concentrarse en su trabajo de investigación. Cada estudiante es diferente y tiene sus fortalezas y aspiraciones propias. Este plan de estudios, gracias a su gran flexibilidad, permite al estudiante construir y organizar su aprendizaje en el área astronómica de su opción y con las características particulares que él

elija para así alcanzar, de la manera más adecuada y en el tiempo asignado, su objetivo de ser un investigador autónomo, original y con habilidades consolidadas. La duración del programa es de 4 años con un número total de créditos de 160. Los tiempos mínimo y máximo para la culminación del Plan de Estudios son, respectivamente, 3 y 4 años, aunque el estudiante tendrá que cursar todas las unidades de aprendizaje que se plasman en la red de unidades de aprendizaje para poder egresar del programa (ver detalles a lo largo de la presente sección).

El programa inicia con la defensa y aprobación de los **exámenes generales de conocimiento** y continúa por 8 semestres, durante los cuales el estudiante debe finalizar veintidós (22) Unidades de Aprendizaje (UDA), complementadas por algunas actividades directamente relacionadas a la investigación y formación académica integral. El número mínimo de UDA que debe cursar para culminar la totalidad del Plan de Estudios es de 18 (uno o dos de los últimos Proyectos de Investigación y Temas Especializados Individualizados no se exigen si el estudiante presenta su tesis antes de los 4 años).

El trabajo de investigación que realiza el estudiante durante el programa es orientado por el (o los) director(es) de tesis y supervisado por el **Comité Tutorial** del estudiante, quien imparte las UDA de Temas Especializados Individualizados. Ese trabajo puede incluir desde levantamiento bibliográfico, obtención, tratamiento y análisis de datos, construcción de modelos y simulaciones, entre otros, hasta la redacción de artículos científicos para ser sometidos a revistas de circulación internacional con estricto arbitraje, y preparación de contribuciones para congresos o escuelas en el área disciplinar del estudiante (como ponencia o poster).

#### 14.1 Descripción del plan de estudios

El programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica) tiene periodicidad **semestral**, con ingresos también semestrales.

Con respecto a idiomas extranjeros a ser acreditados, se considera suficiente el dominio, además del idioma español, del idioma **inglés** en un nivel equivalente al B1-B2 del Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas (MCERL), correspondiente a 520/68 (ITP/iBT) del *Test Of English as a Foreign Language* (TOEFL) (véase los requisitos académicos para egreso, sección 16.1). Sin embargo, es apenas un requisito mínimo y se estimula a que los estudiantes busquen siempre mejorar su nivel en estos idiomas, y que aprendan un idioma adicional.

De común acuerdo entre estudiantes y profesores se pueden impartir cursos en otros idiomas, además del español y el inglés, como forma de fomentar la internacionalización del programa y formación integral más amplia de los estudiantes.

### **Descripción de las Unidades de Aprendizaje (UDA) y actividades complementarias**

Como presentado anteriormente, el presente programa es orientado a la investigación científica. Como tal, sus UDA y actividades complementarias son organizadas en las siguientes áreas curriculares:

- I. *Área Nuclear*: Integrada por contenidos teóricos, prácticos, metodológicos e instrumentales que permiten al estudiante profundizar su conocimiento del objeto de estudio de su tesis.
- II. *Área de Investigación*: Integrada por actividades propias de la generación del conocimiento y su divulgación.
- III. *Área Complementaria*: Integrada por actividades de aprendizaje que el estudiante puede seleccionar con el fin de complementar su formación profesional.

El *Área Nuclear* está compuesta por: **3 Módulos (Elaboración de Protocolo, Elaboración de Tesis y Titulación)**, en los cuales el estudiante adquiere competencias metodológicas que orientan su trabajo de tesis, ayudando a darle forma y concluirle en el tiempo adecuado (ver Tabla 8) y **3 cursos/talleres de Tópicos Optativos** (disciplinarios o metodológicos), que buscan la incorporación de herramientas disciplinarias teóricas, experimentales o instrumentales, necesarias para la formación en la línea de investigación específica del proyecto de tesis del estudiante, y/o herramientas metodológicas formativas (Tablas 8 y 9).

Los **Módulos** metodológicos buscan apoyar la realización de diferentes etapas del Doctorado en tiempo y forma, marcando avances específicos en los tiempos ideales para la conclusión adecuada del curso. Esos pueden ser impartidos y evaluados por el (los) director(es) de tesis u otro profesor asignado por el CAP. El **Módulo de Titulación** solamente será aprobado cuando el estudiante entregue el borrador de su tesis a los sinodales elegidos para la defensa de tesis.

Ejemplos de **Tópicos Optativos disciplinarios** son las UDA con contenidos específicos (como Espectroscopia, Programación en Python, Física de Altas Energías, Cosmología, etc.) y talleres o escuelas especializadas para estudiantes de posgrados o profesionales del área.

Ejemplos de **Tópicos Optativos metodológicos** son escuelas y cursos en áreas disciplinarias, cursos/talleres de Inglés Avanzado (con perspectivas a la generación de competencias en la revisión de la literatura, presentación y discusión, oral y escrita, de proyectos, reportes, artículos y resultados científicos en lo general – las UDA buscan responder a la demanda de nuestros estudiantes, que en su mayoría son de origen latino y no dominan este idioma) y Seminarios de Investigación, donde los estudiantes trabajan con presentación y discusión de temas o elaboración y ejecución de proyectos específicos.

Todos los Tópicos Optativos son acreditables, pudiendo ser realizados en cualquier semestre a elección del estudiante, con la condición de que el estudiante no puede pasar más de 3 semestres sin tomar una de esas UDA.

En el *Área de Investigación* se ubican 8 UDA de **Proyecto de Investigación**, las cuales se distribuyen típicamente una por cada semestre, y en las cuales el estudiante desarrolla, junto a su(s) director(es) de tesis, los temas específicos del proyecto de tesis (Tabla 8). El contenido de cada una de ellas puede variar de un proyecto a otro de acuerdo con la organización definida entre el (los) director(es), quién(es) supervisa(n) las UDA, y el estudiante. Además, hay 8 UDA de **Temas Especializados Individualizados**, impartidas por el Comité Tutorial del estudiante con el fin de seguir los avances su trabajo. El número mínimo exigido de esas UDA

cursadas es de 6, si el estudiante presenta su tesis en 3 años, o 7, si la presenta en 3.5 años, siendo las demás acreditadas con la conclusión del trabajo de tesis.

El *Área Complementaria* comprende un conjunto de **actividades académicas y científicas**, propias de la actividad de investigación (Tablas 8 y 10), que complementan la formación profesional del estudiante y pueden ser seleccionadas según su conveniencia, respetando el cumplimiento de un número mínimo de créditos en total. Están distribuidas en 3 grupos de actividades: publicación de artículo(s) y/o memoria(s) (P#, Tabla 10), movilidad académica (M#) y otras actividades académicas (O#) - lo ideal es que cumplan 10 créditos en cada grupo, pero lo obligatorio son 30 créditos en total. Las actividades complementarias pueden ser seleccionadas por el estudiante en cualquier momento del programa, pero es recomendable que el estudiante las distribuya de forma equilibrada a lo largo de todo el periodo del programa. El estudiante puede repetir actividades con el mismo nombre a lo largo de un semestre y en diferentes semestres.

Cabe destacar que, como el programa está orientado a la investigación científica básica, 19 de las UDA (86%, o el equivalente a 86% de los créditos incluyéndose las actividades complementarias) están relacionados directamente al trabajo de investigación de los estudiantes (fundamentación teórica, desarrollo del proyecto y presentación de los resultados).



## 14.2 Identificación de contenidos

**TABLA 5: IDENTIFICACIÓN DE CONTENIDOS**

Área/Disciplina		Área Nuclear	Área de Investigación	Área Complementaria
Astronomía	y		Proyecto de Investigación I	
Astrofísica				
Astronomía	y		Proyecto de Investigación II	
Astrofísica				
Astronomía	y		Proyecto de Investigación III	
Astrofísica				
Astronomía	y		Proyecto de Investigación IV	
Astrofísica				
Astronomía	y		Proyecto de Investigación V	
Astrofísica				
Astronomía	y		Proyecto de Investigación VI	
Astrofísica				
Astronomía	y		Proyecto de Investigación VII	
Astrofísica				
Astronomía	y		Proyecto de Investigación VIII	
Astrofísica				
Método científico		Módulo de Elaboración de Protocolo		
Método Científico		Módulo de Elaboración de Tesis		
Tutoría		Módulo de Titulación		
Astronomía	y	Tópicos Optativos I		
Astrofísica				
Astronomía	y	Tópicos Optativos II		
Astrofísica				
Astronomía	y	Tópicos Optativos III		
Astrofísica				
Astronomía	y		Temas Espec. Individual. I	
Astrofísica				
Astronomía	y		Temas Espec. Individual. II	
Astrofísica				
Astronomía	y		Temas Espec. Individual. III	
Astrofísica				
Astronomía	y		Temas Espec. Individual. IV	
Astrofísica				
Astronomía	y		Temas Espec. Individual. V	
Astrofísica				
Astronomía	y		Temas Espec. Individual. VI	
Astrofísica				
Astronomía	y		Temas Espec. Individual. VII	
Astrofísica				
Astronomía	y		Temas Espec. Individual. VIII	
Astrofísica				
Método científico				Publicación de artículo(s) y/o memoria(s)
Astronomía	y			Movilidad académica
Astrofísica				
Formación Integral				Otras actividades académicas

### 14.3 Contribución de las unidades de aprendizaje al perfil de egreso

**TABLA 6: CONTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS AL PERFIL DE EGRESO**

UNIDADES DE APRENDIZAJE	COMPETENCIAS GENÉRICAS									COMPETENCIAS ESPECÍFICAS					
	CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8	CG9	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6
Proyecto de Investigación I	✓		✓							✓	✓	✓	✓		
Proyecto de Investigación II	✓		✓							✓	✓	✓	✓		
Proyecto de Investigación III	✓		✓							✓	✓	✓	✓		
Proyecto de Investigación IV	✓		✓							✓	✓	✓	✓		
Proyecto de Investigación V	✓		✓							✓	✓	✓	✓		
Proyecto de Investigación VI	✓		✓							✓	✓	✓	✓		
Proyecto de Investigación VII	✓		✓							✓	✓	✓	✓		
Proyecto de Investigación VIII	✓		✓							✓	✓	✓	✓		
Módulo de Elaboración de Protocolo	✓	✓		✓		✓			✓			✓			
Módulo de Elaboración de Tesis		✓	✓	✓					✓						
Módulo de Titulación		✓	✓	✓		✓		✓	✓						
Tópicos Optativos I			✓								✓		✓		
Tópicos Optativos II			✓								✓		✓		
Tópicos Optativos III			✓								✓		✓		
Temas Especializados Individualizados I	✓			✓		✓			✓	✓					
Temas Especializados Individualizados II	✓			✓		✓			✓	✓					
Temas Especializados Individualizados III	✓			✓		✓			✓	✓					
Temas Especializados Individualizados IV	✓			✓		✓			✓	✓					
Temas Especializados Individualizados V	✓			✓		✓			✓	✓					
Temas Especializados Individualizados VI	✓			✓		✓			✓	✓					
Temas Especializados Individualizados VII	✓			✓		✓			✓	✓					
Temas Especializados Individualizados VIII	✓			✓		✓			✓	✓					
Publicación de artículo(s) y/o memoria(s)		✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓				
Movilidad académica		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓			✓			
Otras actividades académicas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					✓	✓

**TABLA 7: NIVELES DE DOMINIO DE LAS COMPETENCIAS DEL PROGRAMA EDUCATIVO**

COMPETENCIAS	Nivel 1 (Primeros dos semestres del plan de estudios)	Nivel 2 (Segundos tres semestres del plan de estudios)	Nivel 3 (últimos tres semestres del plan de estudios)
<b>GENÉRICAS</b>			
CG1	30%	60%	100%
CG2	30%	60%	100%
CG3	30%	60%	100%
CG4	30%	60%	100%
CG5	30%	60%	100%
CG6	30%	60%	100%
CG7	30%	60%	100%
CG8	30%	60%	100%
CG9	30%	60%	100%
<b>ESPECÍFICAS</b>			
CE1	30%	60%	100%
CE2	30%	60%	100%
CE3	30%	60%	100%
CE4	30%	60%	100%
CE5	30%	60%	100%
CE6	30%	60%	100%

#### 14.4 Caracterización de las unidades de aprendizaje

Las UDA y actividades complementarias definidas en la subsección anterior pueden ser caracterizadas según las tablas 8, 9 y 10.

**TABLA 8: UNIDADES DE APRENDIZAJE Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS**

CLAVE DE LA UDA	NOMBRE DE LA UDA	POR EL TIPO DE CONOCIMIENTO	POR ÁREA DE ORGANIZACIÓN CURRICULAR	POR LA FORMA DE ORGANIZAR EL CONOCIMIENTO	POR EL CARÁCTER DE LA UDA
NEDO07012	Proyecto de Investigación I	Formativa	Investigación	Curso	Obligatoria
NEDO07013	Proyecto de Investigación II	Formativa	Investigación	Curso	Obligatoria
NEDO07014	Proyecto de Investigación III	Formativa	Investigación	Curso	Obligatoria
NEDO07015	Proyecto de Investigación IV	Formativa	Investigación	Curso	Obligatoria
NEDO07016	Proyecto de Investigación V	Formativa	Investigación	Curso	Obligatoria
NEDO07017	Proyecto de Investigación VI	Formativa	Investigación	Curso	Obligatoria
NEDO07018	Proyecto de Investigación VII	Formativa	Investigación	Curso	Acreditable
NEDO07019	Proyecto de Investigación VIII	Formativa	Investigación	Curso	Acreditable
NEDO07020	Módulo de Elaboración de Protocolo	Metodológica	Nuclear	Taller	Obligatoria
NEDO07021	Módulo de Elaboración de Tesis	Metodológica	Nuclear	Taller	Obligatoria
NEDO07022	Módulo de Titulación	Metodológica	Nuclear	Taller	Acreditable
NEDO07023	Tópicos Optativos I	(ver Tabla 9)	Nuclear	(ver Tabla 9)	Optativa
NEDO07024	Tópicos Optativos II	(ver Tabla 9)	Nuclear	(ver Tabla 9)	Optativa
NEDO07025	Tópicos Optativos III	(ver Tabla 9)	Nuclear	(ver Tabla 9)	Optativa
NEDO04004	Temas Especializados Individualizados I	Metodológica	Investigación	Seminario	Obligatoria
NEDO04005	Temas Especializados Individualizados II	Metodológica	Investigación	Seminario	Obligatoria
NEDO04006	Temas Especializados Individualizados III	Metodológica	Investigación	Seminario	Obligatoria
NEDO04007	Temas Especializados Individualizados IV	Metodológica	Investigación	Seminario	Obligatoria
NEDO04008	Temas Especializados Individualizados V	Metodológica	Investigación	Seminario	Obligatoria
NEDO04009	Temas Especializados Individualizados VI	Metodológica	Investigación	Seminario	Obligatoria
NEDO04010	Temas Especializados Individualizados VII	Metodológica	Investigación	Seminario	Acreditable
NEDO04011	Temas Especializados Individualizados VIII	Metodológica	Investigación	Seminario	Acreditable
	Publicación de artículo(s) y/o memoria(s)	Formativa	Complementaria	Actividad	Acreditable
	Movilidad académica	Formativa	Complementaria	Actividad	Acreditable
	Otras actividades académicas	Formativa	Complementaria	Actividad	Acreditable

**TABLA 9: UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS (NEDO07023-25)**

CLAVE DE LA UDA	NOMBRE DE LA OPTATIVA	POR EL TIPO DE CONOCIMIENTO	POR ÁREA DE ORGANIZACIÓN CURRICULAR	POR LA FORMA DE ORGANIZAR EL CONOCIMIENTO	POR EL CARÁCTER DE LA UDA
<b>NEDO07023</b>	Escuela en nivel de Posgrado I	Disciplinaria	Nuclear	Taller	Optativa
<b>NEDO07024</b>	Escuela en nivel de Posgrado II	Disciplinaria	Nuclear	Taller	Optativa
<b>NEDO07025</b>	Escuela en nivel de Posgrado III	Disciplinaria	Nuclear	Taller	Optativa
<b>NEDO07023</b>	Curso optativo del área disciplinar I	Disciplinaria	Nuclear	Curso	Optativa
<b>NEDO07024</b>	Curso optativo del área disciplinar II	Disciplinaria	Nuclear	Curso	Optativa
<b>NEDO07025</b>	Curso optativo del área disciplinar III	Disciplinaria	Nuclear	Curso	Optativa
<b>NEDO07023</b>	Inglés Científico Avanzado I	Metodológica	Nuclear	Taller	Optativa
<b>NEDO07024</b>	Inglés Científico Avanzado II	Metodológica	Nuclear	Taller	Optativa
<b>NEDO07025</b>	Inglés Científico Avanzado III	Metodológica	Nuclear	Taller	Optativa
<b>NEDO07023</b>	Seminario de Investigación I	Metodológica	Nuclear	Seminario	Optativa
<b>NEDO07024</b>	Seminario de Investigación II	Metodológica	Nuclear	Seminario	Optativa
<b>NEDO07025</b>	Seminario de Investigación III	Metodológica	Nuclear	Seminario	Optativa

**TABLA 10: LISTADO DE LAS ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS**

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	CRÉDITOS	HORAS/SEMESTRE	TP	TE	EVIDENCIA
P1 - Publicación de artículo arbitrado (1er. autor)	8	200	0	200	Elaboración y envío de artículo para publicación
P2 - Publicación de artículo arbitrado (co-autor)	6	150	0	150	Elaboración y envío de artículo para publicación
P3 - Publicación de memoria o artículo de divulgación (1er. autor)	6	150	0	150	Memoria/artículo publicado o aceptado para publicación
P4 - Publicación de memoria o artículo de divulgación (co-autor)	4	100	0	100	Memoria/artículo publicado o aceptado para publicación
M1 - Participación en congreso del área disciplinar (ponencia)	3	75	0	75	Constancia emitida por el Comité Organizador
M2 - Participación en congreso del área disciplinar (asistencia y póster)	2	50	0	50	Constancia emitida por el Comité Organizador
M3 - Participación en congreso del área disciplinar (sólo asistencia)	1	25	0	25	Constancia emitida por el Comité Organizador
M4 - Estancia académica internacional (hasta 1 año)	1/ mes	25/mes	0	25/mes	Constancia emitida por Institución receptora
M5 - Estancia académica nacional (hasta 1 año)	1/mes	25/mes	0	25/mes	Constancia emitida por Institución receptora
M6 - Realización de temporada de observación en otro observatorio	3	75	0	75	Documento que compruebe la actividad
M7 - Participación en temporada de observación en otro observatorio	2	50	0	50	Documento que compruebe la actividad
O1 - Participación en Proyecto de Investigación	3	75	0	75	Constancia de finiquito del proyecto con nombre de participantes
O2 - Organización de Evento Académico (científico)	3	75	0	75	Constancia de organizador emitida por el Comité
O3 - Organización de Evento Académico (divulgación)	2	50	0	50	Constancia de organizador emitida por el Comité
O4 - Participación en evento de divulgación	1	25	0	25	Constancia emitida por el Comité Organizador
O5 - Apoyo académico (a profesor) en curso disciplinar (maestría)	3	75	0	75	Constancia emitida por la Secretaría Académica de la División
O6 - Apoyo académico (a profesor) en curso disciplinar (licenciatura)	2	50	0	50	Constancia emitida por la Secretaría Académica de la División

## 14.5 Red de unidades de aprendizaje

En la Tabla 11 se presenta la red de UDA, donde se muestra, a manera de ejemplo, una posible secuencia y orden de las unidades de aprendizaje según el semestre que se cursa. Sin embargo, las UDA no son seriadas y el estudiante puede acomodarlas diferentemente e incluso, graduarse en menos de ocho semestres.

TABLA 11: RED DE UNIDADES DE APRENDIZAJE\*

### RED DE UNIDADES DE APRENDIZAJE

PRIMERA 18 Créditos	SEGUNDA 18 Créditos	TERCERA 18 Créditos	CUARTA 18 Créditos	QUINTA 18 Créditos	SEXTA 11 Créditos	SÉPTIMA 11 Créditos	OCTAVA 18 Créditos
Proyecto de Investigación I (NED007012) C = 7 TP = 4 TA = 6	Proyecto de Investigación II (NED007013) C = 7 TP = 4 TA = 6	Proyecto de Investigación III (NED007014) C = 7 TP = 4 TA = 6	Proyecto de Investigación IV (NED007015) C = 7 TP = 4 TA = 6	Proyecto de Investigación V (NED007016) C = 7 TP = 4 TA = 6	Proyecto de Investigación VI (NED007017) C = 7 TP = 4 TA = 6	Proyecto de Investigación VII (NED007018) C = 7 TP = 4 TA = 6 Acreditable	Proyecto de Investigación VIII (NED007019) C = 7 TP = 4 TA = 6 Acreditable
Módulo de Elaboración de Protocolo (NED007020) C = 7 TP = 4 TA = 6	Tópicos Optativos I (NED007023) C = 7 TP = 4 TA = 6	Tópicos Optativos II (NED007024) C = 7 TP = 4 TA = 6	Tópicos Optativos III (NED007025) C = 7 TP = 4 TA = 6	Módulo de Elaboración de Tesis (NED007021) C = 7 TP = 4 TA = 6			Módulo de Titulación (NED007022) C = 7 TP = 4 TA = 6 Acreditable
Temas Especializados Individualizados I (NED004004) C = 4 TP = 2 TA = 3.5	Temas Especializados Individualizados II (NED004005) C = 4 TP = 2 TA = 3.5	Temas Especializados Individualizados III (NED004006) C = 4 TP = 2 TA = 3.5	Temas Especializados Individualizados IV (NED004007) C = 4 TP = 2 TA = 3.5	Temas Especializados Individualizados V (NED004008) C = 4 TP = 2 TA = 3.5	Temas Especializados Individualizados VI (NED004009) C = 4 TP = 2 TA = 3.5	Temas Especializados Individualizados VII (NED004010) C = 4 TP = 2 TA = 3.5 Acreditable	Temas Especializados Individualizados VIII (NED004011) C = 4 TP = 2 TA = 3.5 Acreditable
<b>Total de créditos de UDA</b>						<b>130</b>	
<b>Área Complementaria</b>						<b>30</b>	
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS</b>						<b>160</b>	
<p>Área de Investigación (Obligatorias: Proyectos)</p> <p>Área de Investigación (Obligatorias: Temas)</p> <p>Área Nuclear (Módulos: Obligatorias)</p> <p>Área Nuclear (Tópicos: Optativas)</p> <p>Área Complementaria (Acreditables)</p>				<p>TP = Trabajo con el Profesor</p> <p>TE = Trabajo Autónomo del Estudiante</p> <p>C = Créditos</p>			

\* Todas las UDA podrán ser impartidas en una lengua extranjera y con apoyo de entornos virtuales de aprendizaje.

## 14.6 Propuesta de plan de estudios por inscripción

A continuación, se presenta, a manera de ejemplo, el Plan de Estudios en forma de malla con su respectiva distribución de créditos, pero el estudiante puede acomodarla diferentemente e incluso graduarse en menos de ocho semestres.

**TABLA 12: PLAN DE ESTUDIOS Y SISTEMA DE CRÉDITOS\***

Plan de Estudios Doctorado en Ciencias (Astrofísica) Modalidad Semestral					
Primera Inscripción					
Clave	UdA	h/semana		C	Prerrequisito ( cursado y aprobado)
		TP	TE		
NED007012	Proyecto de Investigación I	4	6	7	Ninguno
NED007020	Módulo de Elaboración de Protocolo	4	6	7	ninguno
NED004004	Temas Especializados Individualizados I	2	3.5	4	ninguno
	Actividad complementaria				ninguno
Subtotales		10	15.5	18	
Segunda Inscripción					
Clave	UdA	h/semana		C	Prerrequisito ( cursado y aprobado)
		TP	TE		
NED007013	Proyecto de Investigación II	4	6	7	ninguno
NED007023	Tópicos Optativos I*	4	6	7	ninguno
NED004005	Temas Especializados Individualizados II	2	3.5	4	ninguno
	Actividad complementaria				ninguno
Subtotales		10	15.5	18	
Tercera Inscripción					
Clave	UdA	h/semana		C	Prerrequisito ( cursado y aprobado)
		TP	TE		
NED007014	Proyecto de Investigación III	4	6	7	ninguno
NED007024	Tópicos Optativos II*	4	6	7	ninguno
NED004006	Temas Especializados Individualizados III	2	3.5	4	ninguno
	Actividad complementaria				ninguno
Subtotales		10	15.5	18	
Cuarta Inscripción					
Clave	UdA	h/semana		C	Prerrequisito ( cursado y aprobado)
		TP	TE		
NED007015	Proyecto de Investigación IV	4	6	7	ninguno
NED007025	Tópicos Optativos III*	4	6	7	ninguno
NED004007	Temas Especializados Individualizados IV	2	3.5	4	ninguno
	Actividad complementaria				ninguno
Subtotales		10	15.5	18	
Quinta Inscripción					
Clave	UdA	h/semana		C	Prerrequisito ( cursado y aprobado)
		TP	TE		
NED007016	Proyecto de Investigación V	4	6	7	ninguno
NED007021	Módulo de Elaboración de Tesis	4	6	7	ninguno
NED004008	Temas Especializados Individualizados V	2	3.5	4	ninguno
	Actividad complementaria				ninguno
Subtotales		10	15.5	18	
Sexta Inscripción					
Clave	UdA	h/semana		C	Prerrequisito ( cursado y aprobado)
		TP	TE		
NED007017	Proyecto de Investigación VI	4	6	7	ninguno
NED004009	Temas Especializados Individualizados VI	2	3.5	4	ninguno
	Actividad complementaria				ninguno
Subtotales		6	9.5	11	



Séptima Inscripción					
Clave	UdA	h/semana		C	Prerrequisito ( cursado y aprobado)
		TP	TE		
NEDO07018	Proyecto de Investigación VII	4	6	7	ninguno
NEDO04010	Temas Especializados Individualizados VII	2	3.5	4	ninguno
	Actividad complementaria				ninguno
Subtotales		<b>6</b>	<b>9.5</b>	<b>11</b>	
Octava Inscripción					
Clave	UdA	h/semana		C	Prerrequisito ( cursado y aprobado)
		TP	TE		
NEDO07019	Proyecto de Investigación VIII	4	6	7	ninguno
NEDO07022	Módulo de Titulación	4	6	7	ninguno
NEDO04011	Temas Especializados Individualizados VIII	2	3.5	4	ninguno
	Actividad complementaria				ninguno
Subtotales		<b>10</b>	<b>15.5</b>	<b>18</b>	
Actividades Complementarias					
Clave	UdA	h/semana		C	Prerrequisito ( cursado y aprobado)
		TP	TE		
El estudiante deberá cursar actividades descritas en la tabla 10				<b>30</b>	
TP = Trabajo con el Profesor		Total de horas		<b>4000</b>	
TE = Trabajo autónomo del Estudiante		Créditos de UdAs		<b>130</b>	
C = Número de Créditos		Créditos Complementarios		<b>30</b>	
		Total de créditos		<b>160</b>	

\* El estudiante podrá cursar cualquier unidad de aprendizaje que profundice su proyecto de investigación, ya sea que la curse en la Universidad o en alguna otra Institución Educativa.

## 14.7 Equivalencias del plan de estudios

**TABLA 13: EQUIVALENCIA DEL PLAN DE ESTUDIOS**

PLAN DE ESTUDIOS VIGENTE					PLAN DE ESTUDIOS PROPUESTO							
CLAVE	NOMBRE DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE	CRÉDITOS	MODA-LIDAD		VIGENTE		CAMBIA A:	DE CREACIÓN	CLAVE	CRÉDITOS	MODALIDAD	
			OBL.	OPT.	SÍ	NO					OBL.	OPT.
AAR-101	Proyecto de Investigación I	50	X			X	Proyecto de Investigación I		NED007012	7	X	
AAR-201	Proyecto de Investigación II	50	X			X	Proyecto de Investigación II		NED007013	7	X	
AAR-301	Proyecto de Investigación III	50	X			X	Proyecto de Investigación III		NED007014	7	X	
AAR-401	Proyecto de Investigación IV	50	X			X	Proyecto de Investigación IV		NED007015	7	X	
AAR-501	Proyecto de Investigación V	50	X			X	Proyecto de Investigación V		NED007016	7	X	
AAR-601	Proyecto de Investigación VI	50	X			X	Proyecto de Investigación VI		NED007017	7	X	
AAR-701	Proyecto de Investigación VII	50	X			X	Proyecto de Investigación VII		NED007018	7	X	
AAR-801	Proyecto de Investigación VIII	50	X			X	Proyecto de Investigación VIII		NED007019	7	X	
							Módulo de Elaboración de Protocolo	X	NED007020	7	X	
							Módulo de Elaboración de Tesis	X	NED007021	7	X	
							Módulo de Titulación	X	NED007022	7	X	
							Tópicos Optativos I	X	NED007023	7		X
							Tópicos Optativos II	X	NED007024	7		X
							Tópicos Optativos III	X	NED007025	7		X
							Temas Espec. Individualizados I	X	NED004004	4	X	
							Temas Espec. Individualizados II	X	NED004005	4	X	
							Temas Espec. Individualizados III	X	NED004006	4	X	
							Temas Espec. Individualizados IV	X	NED004007	4	X	
							Temas Espec. Individualizados V	X	NED004008	4	X	
							Temas Espec. Individualizados VI	X	NED004009	4	X	

							Temas Espec. Individualizados VII	X	NED004010	4	X	
							Temas Espec. Individualizados VIII	X	NED004011	4	X	
<b>UNIDADES DE APRENDIZAJE ACREDITABLES</b>						<b>UNIDADES DE APRENDIZAJE ACREDITABLES</b>						
							Publicación de artículo(s) y/o memoria(s)	X		10		X
							Movilidad académica	X		10		X
							Movilidad académica	X		10		X

## 14.8 Sistema de créditos

Para la asignación de créditos de las unidades de aprendizaje se tomó en consideración el Acuerdo CGU2013-03-03 referente a la modificación del Reglamento de Modalidades de los Planes de Estudio.

El programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica) tiene una duración de 4 años. El total de créditos al concluir el 100% de las UDA y actividades complementarias es de **160**, que corresponde al valor ideal para obtener el grado de Doctor en Ciencias (Astrofísica), con un número mínimo de créditos cursados de **138** para la conclusión del programa en 3 años (véase la introducción de esta sección), siendo los créditos remanentes acreditados con la aprobación del trabajo de tesis. Las UDA y actividades complementarias no se encuentran seriadas, lo cual, entre otras ventajas, tiene la de abrir la posibilidad de concluir el programa en un tiempo menor a los 4 años. La escala de calificaciones de las UDA y actividades complementarias es del 0 al 10, siendo siete (7.0) la mínima aprobatoria según el artículo 47 del Estatuto Académico de la UG.

Las UDA obligatorias suman **80** créditos y las acreditables **29**: los ocho Proyectos de Investigación comprenden 42 + 14 (obligatorias + acreditables) créditos, los ocho Temas Especializados Individualizados comprenden 24 + 8 créditos, y los tres Módulos metodológicos 14 + 7. Las UDA optativas, a su vez, requieren de **21** créditos, siendo 7 para cada Tópico. Todas esas UDA comprenden, cada una, 4 horas de trabajo con el profesor (TP) y 6 horas de trabajo autónomo del estudiante (TE), a la semana, a excepción de los Temas Especializados Individualizados de tesis, los cuales comprenden 3 horas de TP y 3 horas de TE. Las actividades complementarias, a su vez, comprenden individualmente entre **1 y 14 créditos** (el valor máximo estando asociado a dos semestres de estancia académica en el extranjero), sumando un total de **30** créditos. Es recomendable, pero no obligatorio, que el estudiante distribuya sus actividades complementarias de forma a obtener 10 créditos para cada una, de los grupos: P#, M# y O# (ver Tabla 10).

El programa considera un mínimo de **11 créditos** por inscripción (UDA), sin definir un número máximo (que incluye las actividades complementarias y posibles UDA cursadas por adelantado). El Director del trabajo de tesis y/o el Coordinador del Doctorado en Ciencias (Astrofísica) puede(n) regular el número máximo de créditos en una inscripción si considera(n) demasiada la carga académica propuesta por el estudiante.

La Tabla 14 presenta un resumen de la distribución de los créditos por áreas.

**Tabla 14. Créditos totales por área de organización curricular**

ÁREAS	CRÉDITOS
Nuclear	42
Investigación	88
Complementaria	30
Total	160

**TABLA 15.** TOTAL DE HORAS/SEMANA/SEMESTRE DE TRABAJO CON EL PROFESOR E INDEPENDIENTE

UNIDADES DE APRENDIZAJE	CRÉDITOS	HORAS SEMANA SEMESTRE	HORAS DE TRABAJO CON EL PROFESOR	HORAS DE TRABAJO AUTÓNOMO
<b>ÁREA NUCLEAR</b>				
Módulo de elaboración de protocolo	7	10	4	6
Módulo de elaboración de tesis	7	10	4	6
Módulo de titulación	7	10	4	6
Tópicos Optativos I* <sup>1</sup>	7	10	4	6
Tópicos Optativos II*	7	10	4	6
Tópicos Optativos III*	7	10	4	6
<b>Total</b>	<b>42</b>			
UNIDADES DE APRENDIZAJE	CRÉDITOS	HORAS SEMANA SEMESTRE	HORAS DE TRABAJO CON EL PROFESOR	HORAS DE TRABAJO AUTÓNOMO
<b>ÁREA DE INVESTIGACIÓN</b>				
Proyecto de Investigación I	7	10	4	6
Proyecto de Investigación II	7	10	4	6
Proyecto de Investigación III	7	10	4	6
Proyecto de Investigación IV	7	10	4	6
Proyecto de Investigación V	7	10	4	6
Proyecto de Investigación VI	7	10	4	6
Proyecto de Investigación VII	7	10	4	6
Proyecto de Investigación VIII	7	10	4	6
Temas Especializados Individualizados I	4	5.5	2	3.5
Temas Especializados Individualizados II	4	5.5	2	3.5
Temas Especializados Individualizados III	4	5.5	2	3.5
Temas Especializados Individualizados IV	4	5.5	2	3.5
Temas Especializados Individualizados V	4	5.5	2	3.5
Temas Especializados Individualizados VI	4	5.5	2	3.5
Temas Especializados Individualizados VII	4	5.5	2	3.5
Temas Especializados Individualizados VIII	4	5.5	2	3.5
<b>Total</b>	<b>88</b>			
UNIDADES DE APRENDIZAJE	CRÉDITOS	HORAS SEMANA SEMESTRE	HORAS DE TRABAJO CON EL PROFESOR	HORAS DE TRABAJO AUTÓNOMO
<b>ÁREA COMPLEMENTARIA</b>				
Publicación de Artículos y/o Memorias	10	1.7	0	1.7
Movilidad Académica	10	1.7	0	1.7

<sup>1</sup> \*El estudiante podrá cursar cualquier unidad de aprendizaje que profundice su proyecto de investigación, ya sea que la curse en la Universidad o en alguna otra Institución Educativa.

Otras Actividades Académicas	10	1.7	0	1.7
Total	30			

#### 14.9 Flexibilidad del plan de estudios

El programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica) es, por diseño, un programa flexible que permite al estudiante obtener una formación multidisciplinaria y ampliar sus horizontes de formación académica.

Ejemplos de esa flexibilidad pueden ser encontrados en las siguientes características:

- **Flexibilidad académica:** Aunque el Perfil de Ingreso exija el dominio de los conocimientos de Astrofísica a un nivel propio de una maestría en esa disciplina, la admisión no está limitada a Maestros en Astrofísica. Candidatos de áreas afines con los conocimientos básicos de Física, Matemáticas y Astronomía/Astrofísica adecuados, son potenciales estudiantes del Programa.
- Los temas de tesis a ser elegidos por los estudiantes son preferentemente ligados a las LGACs que soportan al PE, pero otros temas de Astrofísica pueden ser manejados, normalmente con el apoyo de un co-director externo experto en dicho tema, de otras unidades de la UG, de otras instituciones y/o de otros países. Además, se estimulan temas multidisciplinarios bajo el mismo contexto.
- **Flexibilidad curricular:** Bajo el principio pedagógico de que el estudiante es agente de su aprendizaje, el programa considera tanto UDA optativas (Tópicos Optativos) como actividades complementarias optativas. Además, esas UDA y actividades complementarias son acreditables, pudiendo ser realizados en cualquier semestre a elección del estudiante, con algunas pocas restricciones que buscan el equilibrio de esas UDA y actividades.
- La distribución de las actividades complementarias también, aunque se sugiere que sea equilibrada en los 3 grupos propuestos, será definida por el propio estudiante durante el programa.

- Se estimula las trayectorias académicas flexibles a través de UDA y actividades complementarias sin prerequisites y permitiendo la acumulación de créditos (sin un límite máximo por inscripción, véase la sección 13.4). Además, las UDA y actividades complementarias no son seriadas, permitiendo que el estudiante concluya el PE en un tiempo inferior al establecido como regular (por ejemplo, a partir de la realización de exámenes de suficiencia).
- Además, se estimula la autonomía socialmente responsable de los estudiantes a través de la inclusión del aprendizaje autodirigido (tiempo de trabajo del estudiante = TE).
- Se admite la realización de tesis en **co-tutela** y/o con **doble titulación**, desde que sean respetadas las reglas de las Universidades involucradas para dichas modalidades.
- Otras formas de movilidad, como la participación en congresos y escuelas profesionales, nacionales o internacionales, realización de temporadas de observación, etc., también promueven la diversificación de los espacios de aprendizaje.
- **Flexibilidad pedagógica:** se promueve también una flexibilidad pedagógica en el Programa a través de las características descritas arriba, como la centralidad del aprendizaje en el estudiante como persona, el control que puede tener el estudiante sobre su propio trayecto formativo, la diversificación de contextos de aprendizaje, así como la transformación de la relación pedagógica (estudiante-profesor) hacia una estructura menos jerárquica y personalizada.

#### 14.10 Movilidad

Los proyectos de investigación que constituyen las tesis de este programa son, generalmente, trabajos que involucran a investigadores de otras instituciones, en México y en el extranjero. Prácticamente todos los estudiantes tienen en su programa de trabajo el realizar estancias (hasta de dos años en total) para enriquecer su trabajo. Dicha movilidad incluye desde asistencia a congresos,



escuelas, asistencia a seminarios especializados y estancias de trabajos semestrales (o anuales), en instituciones nacionales o internacionales. En otras palabras, el criterio para la realización de movilidad por parte de los estudiantes es que todos deben realizarla siempre que haya oportunidad. Los objetivos que se pretenden lograr con la movilidad de los estudiantes son el desarrollo de habilidades y competencias necesarias para ejercer la función de un científico, una función inherentemente internacional, además de contribuir a la formación integral de los estudiantes.

El programa cuenta con actividades complementarias (acreditables) para cubrir la movilidad (Tabla 10), las cuales son validadas académicamente por profesionales del área, tales como colaboradores, asesores externos o comités de organización de congresos y/o escuelas profesionales.

A la fecha los estudiantes inscritos en el programa han realizado estas actividades de movilidad en: México (Cd. de México, Morelia, Quintana Roo, Guanajuato, Monterey, Puebla, Baja California), Alemania, Brasil, Bélgica, Colombia, Chile, Croacia, Dinamarca, Francia, Italia, Nicaragua, Países Bajos, Portugal, Reino Unido y Suecia.

En términos de convenios académicos que facilitan esa movilidad, el Programa posee, en carácter vigente, además de los convenios generales de la Universidad de Guanajuato, convenios con la *Universidade de São Paulo* (Brasil), la *Universität Hamburg* (Alemania), la *Université de Liège* (Bélgica) y la *Université de Toulouse III (Paul Sabatier)*.

## 15. PROGRAMAS DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE

Véase Apéndice E.

## 16. REQUISITOS ACADÉMICOS DE ADMISIÓN E INGRESO

### 16.1 Requisitos académicos para admisión

El estudiante debe presentar:

- Una carta de exposición de motivos por los cuales desea ingresar al programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica);
- Dos cartas de referencia de profesores de la facultad de procedencia o profesores que hayan participado del proceso de formación del estudiante;
- Grado mínimo de Maestro en Astrofísica o área afín y haber cursado el programa con un promedio global mínimo de 8.0 puntos, en la escala de 0 al 10 y contar con un Certificado Total de Estudios de la Maestría.
- Acta de Examen de Grado de Maestro. Los casos de excepción serán considerados por el Comité Académico de Posgrado;
- *Currículum Vitae* completo (detallado);
- Aprobar los exámenes de admisión y obtener el voto aprobatorio del CAP. El CAP no está obligado a justificar su decisión a ningún candidato. El estudiante tiene un máximo de **dos oportunidades** para aprobar los exámenes. Se respeta la admisión por un período de un año (véase sección 16.3).

### 16.2 Requisitos administrativos para admisión

Llenar la cédula en el sistema de admisiones de la UG, y entregar los siguientes documentos probatorios:

- Copia del Acta de Nacimiento;
- Copia del Título o Acta de examen de grado de la Maestría;
- Una fotografía digital;
- Constancias TOEFL con **490/57** puntos (ITP/iBT), correspondiente al nivel **B1** del Marco Común Europeo de referencia para las Lenguas (MCERL) u otro equivalente. En caso de no satisfacer este requisito durante el periodo de admisión, el estudiante contará con un semestre para cumplirlo;

- Para extranjeros, cuya lengua materna no es el idioma español, acreditar el examen de ubicación que aplica el Departamento de Lenguas de la División de Sociales y Humanidades del Campus Guanajuato de la UG;
- Comprobante de condonación o pago de derechos.

### 16.3 Proceso de admisión

La admisión de estudiantes al programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica) es semestral, de acuerdo a las fechas establecidas en el calendario oficial de la UG. El proceso de admisión es responsabilidad del **Comité Académico de Posgrado**. Dicho proceso sirve para comprobar si el candidato tiene el conocimiento básico, las calidades y competencias necesarias para seguir el programa, tal como descritas en el perfil de ingreso.

Los Exámenes de Admisión pueden adoptar uno o más de los siguientes formatos:

- Un examen teórico escrito que compruebe el manejo de los conceptos fundamentales de las disciplinas típicas de una Maestría en Ciencias (Astrofísica);
- Una presentación oral (en forma de conferencia, 30 minutos) de un tema científico seleccionado aleatoriamente de una lista propuesta por el CAP (el estudiante tiene una semana para preparar la presentación) o relacionado con un proyecto propuesto para la tesis de Doctorado;
- Un examen oral de conocimientos, que puede ser en el idioma inglés, aplicado por el CAP;
- Cualquier otro tipo de examen que decida el CAP.

Seguido(s) de una entrevista de pre-ingreso ante el CAP.

Para ser admitido, el aspirante debe aprobar los Exámenes con una calificación mínima de 8, en la escala del 0 al 10. La validez de esta aprobación es de un año,

como máximo, en caso de que el estudiante necesite aplazar el inicio del programa.

#### 16.4 Requisitos de permanencia

Para poder decidir sobre la permanencia de un estudiante en el programa de Doctorado, el CAP, apoyándose en los dictámenes de los Comités Tutoriales asignados individualmente a cada estudiante, realiza la tarea de evaluar el trabajo global del estudiante durante cada semestre.

Son requisitos para permanencia:

- Cumplir los requisitos de ingreso que estipule el Estatuto Académico y la Ley Orgánica (Art. 32) de la Universidad de Guanajuato;
- Realizar con éxito las actividades académicas que indica el Programa, en especial aprobar las UDA y cumplir actividades complementarias;
- Presentar, a su CT, un Protocolo de tesis completo y satisfactorio al final del primer semestre;
- En los siguientes 6 semestres, presentar ante su CT avances de tesis significativos;
- Tomar en cuenta las recomendaciones de su CT en sus reportes de avance de tesis;
- Presentar, al final del séptimo semestre, un borrador completo de la tesis a su CT y al CAP;
- Participar en las actividades de apoyo a la docencia y divulgación de la ciencia en concordancia con los planes y programas de la DCNE y el Campus Guanajuato.

#### 16.4 Requisitos de conducta

Se espera que los estudiantes del Programa observen en todo momento los reglamentos de la Universidad y el espíritu universitario plasmado en la Normatividad.

En particular, se espera que los estudiantes respeten, sin excepción, lo dispuesto en el Artículo 17 del Estatuto Académico que hacen referencia a la conducta:

“XVI.- Observar una conducta acorde al respeto que entre sí se deben los miembros de la comunidad universitaria y actuar de tal manera que su comportamiento sea congruente con la misión de la Institución.

XVII.- Actuar con ética y honestidad en las actividades académicas.”

## 17. REQUISITOS DE EGRESO Y GRADUACIÓN

### 17.1 Requisitos académicos

- Cubrir los requisitos que señala el Estatuto Académico;
- Cubrir la totalidad de créditos que señala el Plan de Estudios;
- Obtener un promedio mínimo general de 8.0 sobre una escala de 0 al 10;
- Contar con la constancia TOEFL mostrando un nivel del idioma inglés de **520/68** puntos (ITP/iBT), correspondiente al nivel **B1-B2** del Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas (MCERL) o equivalente;
- Presentar los resultados de su investigación original en una tesis escrita, que será una evidencia integrada y sistematizada del proceso asociado al planteamiento y solución de un problema de investigación, así como la presentación correspondiente de los resultados obtenidos. Constará al menos de: (a) Resumen, (b) Introducción, (c) Metodología, (d) Presentación de Resultados, (e) Discusión y Análisis de Resultados, (f) Conclusiones y (g) Bibliografía. La tesis podrá ser redactada en español o en inglés.
- También se considera como tesis un compendio de artículos de estricto arbitraje. En este caso, para cada artículo se hará un breve resumen en español, y se incluirá una conclusión general sobre el conjunto de los artículos. La tesis deberá ser avalada por los miembros del Jurado de Tesis;
- Presentar los resultados de su investigación original en, mínimo, un artículo científico enviado a una revista internacional de estricto arbitraje, como primer autor. El requisito de la aceptación de dicho artículo para publicación es necesario para la titulación del estudiante.

- De acuerdo con el artículo XVII del Estatuto Académico no se aceptará ningún plagio en la tesis. Al comienzo de sus estudios se dará a cada estudiante información sobre los derechos de autor, sobre los diferentes niveles de plagio y sobre sus responsabilidades en cuanto a propiedad intelectual. Cualquier sospecha de plagio será investigada de manera formal por el CAP. En caso de que el CAP confirme el plagio, se discutirá con el director de tesis y el estudiante para determinar si hubo intención de plagio. Si no fue el caso, el CAP determinará el proceso a seguir para la eliminación del plagio en la tesis. No se aceptará la presentación de la tesis antes de la eliminación de plagio. En caso de no encontrar el acuerdo con el director o el estudiante, el CAP pedirá la reprobación formal de la tesis ante el Comité de Honor y Justicia de la División.

## 17.2 Requisitos administrativos

- **Subir la tesis al sistema de bibliotecas;**
- Tramitar **Oficio de Modalidad** en dos tantos originales, que incluya el cumplimiento del requisito del idioma inglés;
- Realizar trámite de Obtención de Grado;
- **Obtener Acta de Grado.**

## 18. SEGUIMIENTO DE LA TRAYECTORIA ACADÉMICA

Durante la realización del proyecto de investigación, el cual constituye formalmente la tesis doctoral, el desarrollo del trabajo del estudiante será acompañado por su CT, el cuál será responsable de evaluar semestralmente los avances de esa tesis. El CT será designado por el CAP, y estará formado por 3 profesores (miembros del NAB), preferentemente todos especialistas en el área de conocimiento de la tesis. El propósito de este seguimiento es asegurar que el estudiante pueda graduarse dentro del periodo de 8 semestres que establece el plan de estudios.

Al final del **primer** semestre del programa (*Módulo de Elaboración de Protocolo*) el estudiante deberá presentar ante su CT el **Protocolo** de su tesis doctoral, tanto en forma escrita como oral (a través de un seminario científico), donde discutirá de manera detallada la motivación y las metas (introducción), la metodología, los resultados esperados y el cronograma del proyecto de investigación. Esta presentación será abierta al público. La versión escrita del Protocolo debe ser entregada al CT con una anticipación mínima de 5 días hábiles a la presentación oral.

Al final de cada uno de los **6 semestres siguientes**, el estudiante deberá presentar un seminario científico sobre el avance de su proyecto de tesis, de preferencia en inglés, a ser evaluado por su CT. Como el caso de la presentación del Protocolo, las presentaciones serán abiertas al público y deben ser precedidas (anticipación mínima de 5 días hábiles) de la entrega de un documento escrito conteniendo un **reporte de actividades**, del semestre que concluye, con un **plan de trabajo**, preparados por el estudiante. El plan de trabajo no se limitará al semestre por empezar, sino se extenderá hasta la terminación de la tesis, para incentivar al estudiante a organizar su trabajo de tal manera que concluya la tesis a tiempo. Dicho plan de trabajo deberá contener metas concretas, tangibles y medibles, es decir, metas que puedan ser comprobadas por su CT durante las siguientes presentaciones de avance de tesis y, por lo tanto, el plan de trabajo debe incluir un cronograma.

El CT debe evaluar los avances obtenidos a la fecha y el seguimiento por el estudiante de las recomendaciones anteriores. También puede discutir sobre el método y contenido científico de la tesis, y hacer cualquier propuesta concreta que juzgue relevante para ayudar en el avance de la tesis (como sugerir metas a corto plazo que el estudiante debe realizar, plantear ajustes al cronograma, orientar al estudiante en sus actividades de movilidad, etc.).

El dictamen elaborado por el CT debe ser enviado al CAP para registro y seguimiento del avance de los estudiantes, en un plazo no superior a 10 días hábiles. El CAP decidirá, en base a las recomendaciones del CT, sobre la continuidad del proyecto. En caso de problemas, el CAP los discutirá con el estudiante y su(s) director(es). En caso de que no sean encontradas soluciones, el CAP podrá recomendar la terminación definitiva del proyecto.

Al final del **séptimo** semestre del programa, el estudiante debe presentar el **primer borrador completo** del manuscrito de su Tesis Doctoral a su(s) director(es) de tesis y a su CT.

Durante el **octavo** semestre, el estudiante, además de concluir su tesis, recibirá apoyo para realización de los trámites de titulación (*Módulo de Titulación*).

El CT vigilará también en avance del aprendizaje del inglés, para asegurar que el estudiante alcance el nivel requerido al finalizar el programa.

El propósito de este seguimiento es asegurar la calidad de la tesis y que el estudiante pueda graduarse dentro del periodo de 8 semestres que establece el plan de estudios.

## **19. SISTEMA INTEGRAL DE EVALUACIÓN**

Después del egreso de once cohortes generacionales se evaluó la pertinencia del plan de estudios del programa, considerando las indicaciones del MEUG, específicamente el apartado 5 de la sección III que se refiere al seguimiento y evaluación curricular, obteniéndose los resultados que se presentan en este documento.

Asimismo, para las siguientes evaluaciones se considera:



- Establecer un programa regular de evaluación al menos cada cinco años;
- Revisar los contenidos curriculares al término de cada período;
- Consultar, además de académicos y estudiantes, a egresados, administrativos, empleadores, receptores de servicios y sociedad en general;
- Llevar a cabo un seguimiento de los estudiantes egresados, para evaluar cómo el programa los ha preparado para el campo de trabajo.

Los programas educativos se revisan y actualizan continuamente de tal forma que puedan hacerse adecuaciones a los programas de las unidades de aprendizaje o a la estructura curricular según sea el caso. Dicho proceso se realizará de forma colegiada y mediante los sistemas de retroalimentación que la Institución tiene de sus estudiantes, egresados, empleadores y diversas instituciones del sector público y privado.

La evaluación de los programas educativos debe ser permanente, aunque para tomar decisiones sobre una modificación, suspensión o supresión deberá realizarse por lo menos cada cinco años para los programas educativos de Especialidad, Maestría y Doctorado directo y para el Doctorado tradicional al menos cada tres años, considerando por supuesto, los resultados de la evaluación continua.

La actualización de los planes de estudio, por otro lado, se realiza en base a los resultados del seguimiento, de su puesta en marcha y del análisis de la información obtenida a través de su evaluación continua.

El programa de evaluación tiene como objetivo asegurar la calidad de la formación universitaria. Para lograr dicho objetivo se plantea el esquema de la Figura 3, conformado por la evaluación interna que las propias Divisiones deberán operar de acuerdo con la normatividad vigente y la evaluación externa desarrollada por los organismos acreditadores o certificadores del programa.

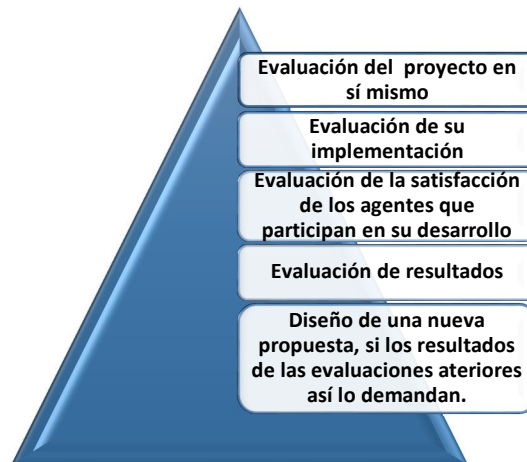


**FIGURA 3. PROGRAMA DE EVALUACIÓN DE LOS PE**

A continuación, se describen cada uno de los enfoques de la evaluación propuestos para garantizar la calidad de la formación de los estudiantes en este plan de estudios.

*Programa de evaluación interna*

Desde el enfoque de la evaluación interna que aquí se plantea y, considerando las siguientes dimensiones del plan de estudios (Zabalza, 2007) se definen las estrategias y mecanismos que conformarían el programa de evaluación.



**FIGURA 4. PROGRAMA DE EVALUACIÓN INTERNA**

a) El proceso de evaluación del plan de estudios iniciará con el origen del plan mismo, una vez que se integre el documento y sea sometido a la valoración de los órganos colegiados responsables de aprobarlo para su implementación.

b) Puesto en práctica el plan de estudios, se propone la evaluación de su implementación a través de los **Seminarios de seguimiento y evaluación curricular** convocados por la Secretaría Académica de las Divisiones y en los cuales participarán docentes, coordinadores y otros agentes educativos, con el propósito de recoger información para valorar la funcionalidad de la propuesta y realizar las primeras adecuaciones que se asuman como pertinentes.

En estos seminarios se abordarán temas relacionados con problemas de aprovechamiento académico, deserción, rezago, además de otros que directamente afecten los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

a) La evaluación de la satisfacción con el plan de estudios tiene como propósito conocer las necesidades y expectativas de los estudiantes y de otros grupos de interés (como docentes y empleadores), sobre la formación que la propuesta curricular ofrece, por lo cual deberá existir un **Sistema de Seguimiento de Egresados, un Estudio de Empleadores Institucional** y la organización de foros con amplia participación de docentes insertos en el ámbito profesional.

b) La evaluación de los resultados del plan de estudios, se refiere al análisis de ciertos indicadores de desempeño académico (índices de aprobación, reprobación, deserción, egreso, titulación, demanda) que pueden contrastarse con el plan anterior, para valorar el nivel de mejora.

c) Como resultado del proceso de toma de decisiones a partir de los puntos anteriores, puede surgir el diseño de un nuevo plan de estudios.

### *Programa de Evaluación Externa*

El plan de estudios se evaluará de manera externa a través del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) y otros organismos nacionales o internacionales, con el propósito de someter a evaluación y acreditación los sistemas para el aseguramiento de la calidad del proceso formativo.

Un programa educativo adquiere la condición de “evaluable” por el PNPB una vez que ha sido creado.

### **Evaluación de Impacto**

La evaluación de impacto se emplea para garantizar la calidad de los procesos educativos, especialmente por medio de los resultados del aprendizaje en la práctica profesional, el desarrollo personal, la inserción laboral y la solución de problemas del entorno.

## **20. CONCLUSIONES DE LA FASE II**

En conclusión, las modificaciones al Plan de Estudios, motivadas especialmente por i) adaptar ese plan al nuevo Modelo Educativo de la UG; ii) buscar garantizar que los estudiantes terminen sus tesis (se titulen) dentro de los 4 años del programa, es decir, con impacto directo en aumentar la eficiencia terminal; iii) tornar el Programa más atractivo, con el objetivo de aumentar la matrícula; iv) estimular el aprendizaje del idioma inglés y motivar a que los estudiantes aprendan también otros idiomas y v) conseguir la acreditación de “Competencia Internacional” ante al PNPB-CONACyT, deben surtir efecto en las siguientes generaciones, llevando el programa a mejorar cada vez más su nivel, eficiencia e impacto.

## FASE III. OPERACIÓN DE LOS PROGRAMAS EDUCATIVOS

### 21. POBLACIÓN ESTUDIANTIL A ATENDER

Se tiene la expectativa de contar con una capacidad instalada que nos permita atender generaciones anuales de alrededor de cinco estudiantes. Debido a la duración del programa, la población total a atender dentro de este programa estará entre 15 y 20 estudiantes.

Con base en el Mercado Laboral y la Demanda Educativa, analizados en la *Fase de Diagnóstico* (Fase I), las características propias del Plan de Estudios (Fase II), así como la infraestructura con que cuenta el DA (abajo), se considera la siguiente organización para la población estudiantil a atender:

**TABLA 16. POBLACIÓN ESTUDIANTIL A ATENDER**

Programa Educativo: Doctorado en Ciencias (Astrofísica)							
Periodicidad para la promoción de Nuevo Ingreso:							
Anual		Semestral	X	Cuatrimestral		Trimestral	
Modalidad del Plan de Estudios:							
Anual		Semestral	X	Cuatrimestral		Trimestral	
Periodo de inscripción	Número de Estudiantes			Número de Grupos			
Primera	2			1			
Segunda	3			2			
Tercera	2			3			
Cuarta	3			4			
Quinta	2			5			
Sexta	3			6			
Séptima	2			7			
Octava	3			8			

## 22. RECURSOS HUMANOS

### Planta de profesores existente

La planta académica que conduce y sustenta el programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica) es de 14 profesores de tiempo completo (PTC's) adscritos al Departamento de Astronomía de la División de Ciencias Naturales y Exactas del Campus Guanajuato (ver currícula de profesores en Apéndice A). De estos profesores, 13 son miembros del Sistema Nacional de Investigadores (1 Nivel III, 5 Nivel II y 7 con Nivel I), 13 profesores cuentan con el perfil deseable PRODEP, y todos participan activamente en labores de docencia a nivel licenciatura y de posgrado en diversos programas de la UG. Todos obtienen el reconocimiento del Programa de Estímulos al Desempeño de la UG anualmente.

Tabla 17. Profesores existentes (en orden de antigüedad)

NOMBRE DEL PROFESOR	GRADO ACADÉMICO	PTC/PTP	UDA QUE IMPARTIRÁ
1. Heinz ANDERNACH	Doctor	PTC	cualquiera
2. Héctor BRAVO ALFARO	Doctor	PTC	cualquiera
3. Philippe EENENS	Doctor	PTC	cualquiera
4. Roger COZIOL	Doctor	PTC	cualquiera
5. Miguel Angel TRINIDAD HERNÁNDEZ	Doctor	PTC	cualquiera
6. Klaus Peter SCHRÖDER	Doctor	PTC	cualquiera
7. César Augusto CARETTA	Doctor	PTC	cualquiera
8. Solai JEYAKUMAR	Doctor	PTC	cualquiera
9. Carlos Alanías RODRÍGUEZ RICO	Doctor	PTC	cualquiera
10. Juan Pablo TORRES PAPAQUI	Doctor	PTC	cualquiera
11. Erick NAGEL VEGA	Doctor	PTC	cualquiera
12. Dennis JACK	Doctor	PTC	cualquiera
13. Josep Maria MASQUÉ SAUMELL	Doctor	PTC	cualquiera
14. Lucero USCANGA AGUILERA	Doctor	PTC	cualquiera

## Planta de profesores requerida

En cuanto a la planta académica, se ha visualizado un crecimiento gradual del profesorado hasta llegar a 17 PTC's en 2020 para atender de manera óptima a los estudiantes de los dos programas de posgrado (Maestría y Doctorado) que son gestionados por dicha planta.

## Personal administrativo existente

La UG cuenta con un Enlace Administrativo que apoya a la Coordinación del Posgrado con las cuestiones financieras, una Asistente del Posgrado que apoya en las diversas tareas administrativas y organizacionales del programa, una Gerente de Sistemas que brinda el soporte técnico e informático, un técnico que se encarga de apoyar y mantener el Observatorio Astronómico “La Luz”, que funge como laboratorio avanzado de astrofísica observacional. Asimismo, se cuenta con el apoyo de una biblioteca accesible en tiempo integral, atendida en horario de oficina por un bibliotecario.

Tabla 18. Personal de Apoyo a las Funciones Esenciales

NOMBRE	PUESTO	PRINCIPALES ACTIVIDADES QUE DESEMPEÑA
1. LAE Laura Patricia Salas Monrreal	Asistente del Posgrado en Ciencias (Astrofísica)	Funciones administrativas, de control escolar y organizacional del programa.
2. Lic. Ma. Rosario Yebra Ortega	Enlace Administrativo	Cuestiones financieras.
3. Lic. Irán Edith Montes González	Gerente de Sistemas	Soporte técnico e informático.
4. Ing. Filiberto González Martínez	Asistente de telescopio (Observatorio Astronómico “La Luz”)	Apoyo y mantenimiento del observatorio.
5. Isidro Andrade Dávalos	Bibliotecario	Mantenimiento y apoyo bibliotecario.

## Personal administrativo requerido

Respecto al personal administrativo se requieren al menos dos plazas nuevas, indispensables para el funcionamiento diario del Posgrado y del propio DA, y sobre

todo para atender al creciente número de estudiantes: un técnico para el TIGRE y un segundo administrador de sistemas.

### **Programas de desarrollo que apoyan al Programa Educativo**

La Universidad de Guanajuato organiza regularmente talleres y cursos de modificación en lo que han participado los miembros del DA. Asimismo, asisten y participan en seminarios, conferencias y congresos nacionales e internacionales. En términos generales, cada profesor participa anualmente -como mínimo- en un congreso nacional y uno internacional.

Para cada estudiante, las Instancias Académicas involucradas en el programa son las siguientes:

- Director de la División de Ciencias Naturales y Exactas
- Coordinador del Posgrado.
- Comité Académico de Posgrado.
- Comité Tutorial
- Director de Tesis
- Codirector de Tesis (opcional)

### **Coordinador de Posgrado**

Es responsable del adecuado funcionamiento del Posgrado (Maestría y Doctorado) y de atender todas sus exigencias administrativas y acordar con el Secretario Académico de la División y los Directores de Departamento la programación académica de la misma.

#### **Funciones:**

- Solicitar al Director de Departamento el apoyo necesario para la realización de las actividades académicas, así como en procesos de



acreditación y evaluación de los programas y mantenerlo informado del desarrollo de los mismos.

- Coordinar el proceso de acreditación y evaluación de los programas de posgrado.
- Fungir como secretario ejecutivo de las sesiones del Comité Académico de Posgrado.
- Promover la movilidad de los estudiantes del programa.
- En acuerdo con el (los) Director(es) de Departamento(s) coordinar el proceso de revisión curricular de los programas académicos de posgrado.
- Gestionar la obtención de becas para los estudiantes.
- Resolver problemas de carácter académico, referente al desarrollo de los cursos propios del área.
- Coordinar la integración de los Comités de Tutoría de los estudiantes.
- Fungir como enlace entre los estudiantes y las autoridades.
- Atender los problemas de los estudiantes que repercuten en su desarrollo académico.
- Coordinar el proceso de titulación de los estudiantes.
- Coordinar el proceso de difusión de los programas de posgrado
- Coordinar el proceso de admisión al posgrado.
- Responde de su gestión ante el Secretario Académico de la DCNE.
- Manifiestar a los Directores de Departamento la necesidad de profesores para cubrir cursos.
- Formar parte del Consejo de Coordinadores de Programas Académicos.
- Apoyar al Secretario Académico.

### **Comité Académico de Posgrado (CAP)**

El Comité Académico de Posgrado será el encargado de coordinar las actividades docentes de este programa de Doctorado.

De acuerdo con la Normatividad Vigente de la UG, este comité estará integrado por profesores con grado de doctor o equivalente en su trayectoria académica o profesional, y que estén inscritos como parte del mismo programa de posgrado. Este comité estará formado por el Coordinador del Posgrado que fungirá como secretario ejecutivo y de un número mínimo de 2 (máximo 6) profesores (siempre un número par) representativo al número de profesores que participan en el programa.

### **Funciones:**

- Discutir, proponer, aprobar o apoyar, en su caso, las iniciativas que permitan el buen funcionamiento del Posgrado.
- Gestionar, discutir y proponer la distribución de los recursos y apoyos para garantizar la operación financiera del Posgrado.
- Asignar mediante criterios académicos los recursos obtenidos para el Posgrado.
- Apoyar el proceso de admisión de los aspirantes al programa.
- Proponer las asignaciones de asesores y co-asesores de tesis al director de la DCNE.
- Nombrar al Comité de Tutoría y avalar los protocolos de titulación evaluados por los comités tutoriales.
- Coordinar el funcionamiento de los comités tutoriales.
- Participar en el proceso de modificación y modificación del diseño curricular.
- Proponer la conformación del jurado para el examen de grado.

### **Comité Tutorial (CT)**

Este Comité está formado por tres profesores del NAB. Tiene como objetivo dar seguimiento al desempeño académico de los estudiantes. Puede hacer recomendaciones sobre los temas en que los estudiantes por sí solos deben

profundizar, dependiendo de los requerimientos para un mejor desarrollo académico. Cuando el estudiante selecciona las unidades de aprendizaje optativas en el área de especialización se puede integrar a este Comité un profesor con un perfil de esta área de conocimiento. Cuando el estudiante inicia su trabajo de tesis el director del proyecto se integra al Comité Tutorial. La tesis puede ser codirigida por alguno de los miembros del Comité Tutorial.

### **Director y Co-director de Tesis**

Se espera que el Director de Tesis sea propuesto en común acuerdo entre el profesor y el estudiante, una vez que el estudiante haya definido la línea de investigación en la que desarrollará su tesis, con el objetivo de supervisar y asesorar (junto con el Comité Tutorial) todas las actividades del estudiante durante el programa de posgrado. Propondrá el tema general de investigación y será el responsable de la dirección de la tesis. Propondrá un codirector de tesis en caso de que se juzgue necesario académicamente. Otras funciones a juicio del Comité Académico de Posgrado.

Cuando se haya autorizado un Codirector de Tesis este participará en la supervisión del trabajo de investigación del estudiante.

## **23. INFRAESTRUCTURA FÍSICA**

### **Infraestructura existente**

Las instalaciones que albergan a profesores y estudiantes del programa de Doctorado en Ciencias (Astrofísica) se encuentran ubicadas en la sede Valenciana en la Capital del Estado de Guanajuato, perteneciente a la División de Ciencias Naturales y Exactas del Campus Guanajuato de la Universidad de Guanajuato. Estas instalaciones se comparten entre el Departamento de Astronomía, el Departamento de Matemáticas, la Maestría en Ciencias (Astrofísica), la

Licenciatura en Matemáticas y la Licenciatura en Computación. Se tienen dos espacios físicos (Aulas) equipados para la impartición de los cursos del programa, uno es también sala de videoconferencias.

Asimismo, cada profesor del programa dispone de un espacio en donde desarrolla su trabajo de investigación. Existen 14 oficinas asignadas a profesores y 6 cubículos dispuestos para estudiantes del programa. Se dispone también de una sala adaptada con 7 escritorios modulares para uso de estudiantes del programa de Maestría y un espacio abierto en donde se encuentran 7 módulos más para uso de estudiantes que realizan estancias de verano de investigación y estudiantes de licenciatura que trabajan con profesores del programa en sus tesis. También existen espacios específicos destinados para el personal administrativo.

Para el desarrollo de este programa, los estudiantes tienen acceso a un Laboratorio de Astrofísica, ubicado en el Observatorio Astronómico "La Luz", que cuenta con un telescopio óptico de 57 cm, con equipos para fotometría y espectroscopia, y una sala de control del telescopio.

Los estudiantes del programa también tienen acceso al Radio Observatorio de Guanajuato (ROG), que posee un radio interferómetro de 2 antenas de 2.1m, que permite observaciones en la banda de radio, L (1.4 GHz). El ROG ofrece competencias en radio observaciones y permite desarrollar instrumentación en la rama de Radioastronomía. Nuevas antenas de 5m fueron adquiridas para el ROG, las cuales están en proceso de instalación.

Además, pueden acceder al Telescopio Internacional de Guanajuato Robótico Espectroscópico (TIGRE) que fue instalado en el 2013 por convenio con la Universidad de Hamburgo, Alemania y la Universidad de Liege, Bélgica. Tiene una apertura de 1.2 metros y trabaja con alta eficiencia. Contiene un espectrógrafo tipo echelle de 20,000 de resolución. Con un promedio de visualización de 50

objetos por noche, con eficiencia de 90% (horas exposición / horas noche), en invierno pueden observarse hasta 90 objetos por noche.

Adicionalmente se tiene el Observatorio Astronómico “La Azotea” que sirve de plataforma para actividades de divulgación de la ciencia tales como: atención permanente al público en general para observaciones astronómicas matutinas y nocturnas de grupos escolares, ciclos de conferencias y talleres, entre otras. En este observatorio también existen dos telescopios tipos Schmidt-Cassegrain, de 14" y uno de 11", ambos disponen de cúpulas para ser utilizados y protegidos. Además, se cuenta con dos telescopios más (también Schmidt) de 8" y un refractor de 4", y con equipo de cómputo y de proyección.

### **Infraestructura requerida**

Para la impartición del programa, actualmente se cuenta con la infraestructura y servicios adecuados. Los profesores y estudiantes disponen de espacios en donde pueden desarrollar sus trabajos de investigación con todas las comodidades y facilidades, pero en el corto y mediano plazo será requerida una ampliación de espacios físicos, ya que dicha área incluye también a estudiantes de tesis de licenciatura y estudiantes de verano.

## **24. MATERIAL, EQUIPO, BIBLIOGRAFÍA Y REPOSITORIOS DE INFORMACIÓN**

Todos los profesores y estudiantes tienen a su disposición, por lo menos, una computadora de escritorio de modelos recientes (de 1 a 3 años de antigüedad). También 4 cañones para presentaciones, 1 televisor color con DVD, 2 fotocopiadoras, 3 impresoras blanco y negro, y una a colores, y un plotter para la preparación de posters (todos de modelo reciente).

El DA cuenta con un servidor potente que permite a los profesores y estudiantes desarrollar su propia página web. Se tiene con una conexión INTERNET que da acceso a los principales bancos de datos e información del mundo. Un técnico especializado es responsable del mantenimiento de los equipos informáticos.

Prácticamente todas las bases de datos astronómicas necesarias son gratuitas y están disponible libremente vía internet. Las revistas más importantes también están disponibles gracias a que se cuenta con las suscripciones correspondientes. Adicionalmente se tiene en las instalaciones del DA una sala de Videoconferencias, con Internet 2, para transmitir coloquios u ofrecer cursos a distancias.

Se cuenta con una biblioteca especializada con espacio suficiente para contener el acervo bibliográfico existente y se dispone de un espacio destinado para consulta y sala de lectura. La biblioteca tiene aproximadamente 1,200 libros modernos en todas las áreas que requieren los estudiantes y profesores del programa, y 500 libros dedicados a la divulgación de la astronomía.

También cuenta con 3,000 volúmenes de revistas que incluyen las colecciones completas de las principales revistas de astronomía desde 1950, hasta que se cambió la suscripción en papel por el acceso a la revista electrónica. Desde aproximadamente 2014 (dependiendo de la revista) las suscripciones son puramente electrónicas. Se tiene acceso a las suscripciones a las revistas astronómicas más importantes, los cuales en su mayoría son publicados únicamente en forma electrónica.

Los acervos son suficientes para cubrir la enseñanza e investigación del programa. Con recursos proporcionados por la UG se ha podido lograr mantener parcialmente el costo de las suscripciones a revistas electrónicas internacionales.

## Material y Equipo requeridos

Se requiere 1) mantener y mejorar la suscripción electrónica a las revistas científicas para que no lleguen con retraso; 2) recursos para la adquisición de bibliografía de apoyo a los cursos; 3) fondos anuales para mantenimiento de los laboratorios de astrofísica (observatorios “La Luz” y “La Azotea”); y 4) recursos para la modernización del equipo de cómputo y del sistema de red para mejorar la velocidad de conexión.

Tabla19. Bibliografía y publicaciones requeridas para operar el programa educativo

BIBLIOGRAFÍA		
DATOS DE IDENTIFICACIÓN	NÚMERO DE EJEMPLARES	NOMBRE DE LA UDA QUE LO REQUIERE
1. JOSHUA SCHIMEL, 2012, WRITING SCIENCE, HOW TO WRITE PAPERS THAT GET CITED AND PROPOSALS THAT GET FUNDED, OXFORD UNIVERSITY PRESS		MÓDULO DE ELABORACIÓN DE PROTOCOLO
		MÓDULO DE ELABORACIÓN DE TESIS
2. HILARY GLASMAN-DEAL, 2010, SCIENCE RESEARCH WRITING, FOR NON-NATIVE SPEAKERS IN ENGLISH, IMPERIAL COLLEGE PRESS		MÓDULO DE ELABORACIÓN DE PROTOCOLO
		MÓDULO DE ELABORACIÓN DE TESIS
3. DAVID LINDSAY, 2013, SCIENTIFIC WRITING = THINKING IN WORDS, CSIRO PUBLISHING		MÓDULO DE ELABORACIÓN DE PROTOCOLO
		MÓDULO DE ELABORACIÓN DE TESIS
4. PETER J. FEIBELMAN, 2011, A PHD IS NOT ENOUGH, A GUIDE TO SURVIVAL IN SCIENCE, BASIC BOOKS		MÓDULO DE ELABORACIÓN DE PROTOCOLO
5. MARIAN PETRE AND GORDON RUGG, 2010, THE UNWRITTEN RULES OF PHD, RESEARCH, MCGRAWHILL, OPEN UNIVERSITY PRESS		MÓDULO DE ELABORACIÓN DE PROTOCOLO
6. E. BRIGHT WILSON JR. , 1991, AN INTRODUCTION TO SCIENTIFIC RESEARCH, DOVER PUBLICATION		MÓDULO DE ELABORACIÓN DE PROTOCOLO
7. WAYNE C. BOOTH AND GREGORY G. COULOMB, 2008, THE CRAFT OF RESEARCH, UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS		MÓDULO DE ELABORACIÓN DE PROTOCOLO
8. IVAN VALIELA, 2009, DOING SCIENCE, ANALYSIS, AND COMMUNICATION OF SCIENTIFIC RESEARCH, OXFORD UNIVERSITY PRESS		MÓDULO DE ELABORACIÓN DE PROTOCOLO
9. ROY PETER CLARCK, 2006, WRITING TOOLS, 50 ESSENTIAL STRATEGIES FOR EVERY WRITER, LITTLE, BROWN AND COMPANY		MÓDULO DE ELABORACIÓN DE TESIS
10. WILLIAM STRUNK JR. AND E. B. WHITE, 2000, THE ELEMENTS OF STYLE, PEARSON		MÓDULO DE ELABORACIÓN DE TESIS
11. PAUL J. SILVIA, 2015, WRITE IT UP, PRACTICAL STRATEGIES FOR WRITING AND PUBLISHING JOURNAL ARTICLES, APA LIFE TOOLS		MÓDULO DE ELABORACIÓN DE TESIS

PUBLICACIONES		
Datos de identificación	NÚMERO DE EJEMPLARES	NOMBRE DE LA UDA QUE LO REQUIERE
<p>La principal fuente de material bibliográfico para operar al Programa es la literatura científica (artículos) corriente y actualizada, que depende del área específica del tema de tesis del estudiante. Se busca mantener el acceso electrónico a los buscadores de ese tipo de material, en especial al SAO/NASA Astrophysics Data System (ADS), la principal biblioteca digital en el área, y a las revistas más importantes del área, como <i>Astronomy &amp; Astrophysics</i>, <i>Monthly Notices of the Royal Astronomical Society</i>, <i>Astronomical Journal</i>, <i>Astrophysical Journal</i>, <i>Annual Reviews in Astronomy and Astrophysics</i>, <i>Publications of the Astronomical Society of the Pacific</i>, <i>Icarus</i>, <i>Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica</i>, entre otras.</p>		

## FUENTES CONSULTADAS

- Acuerdos e informes de la sesión ordinaria del H. Consejo Universitario. Universidad de Guanajuato. México. 2004.
- Acuerdo CGU2013-03-03 que contiene las modificaciones al Reglamento de Modalidades de los Planes de estudio. Universidad de Guanajuato. México. 2013.
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones (ANUIES). México 1998.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Descargada de la página <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/htm/1.htm> de la LXII Legislatura de la Cámara de Diputados. Febrero 2014.
- Estatuto Académico de la Universidad de Guanajuato. Normatividad vigente de la Universidad de Guanajuato 2008. Primera Edición 2008.
- Ley de Ciencia y Tecnología - Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Descargada de la página <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/242.pdf>. Mayo 2014.
- Ley de Educación para el Estado de Guanajuato. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato, número 39, segunda parte, 10 de marzo de 2014. Descargada de la página <http://normatividad.seg.guanajuato.gob.mx/PDF/535.pdf>. Mayo 2014.
- Ley General de Educación - Periódico Oficial de la Federación, 13 de junio de 1993. Descargada de la página [http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/3f9a47cc-efd9-4724-83e4-0bb4884af388/ley\\_general\\_educacion.htm](http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/3f9a47cc-efd9-4724-83e4-0bb4884af388/ley_general_educacion.htm). Febrero 2014.
- Ley Orgánica de la Universidad de Guanajuato. Decreto Número 71 del Periódico Oficial. 15 de junio de 2007.
- Ley para el Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica y a la Innovación para el Estado de Guanajuato. Periódico Oficial del Gobierno del Estado número 59, segunda parte, 17 de mayo de 2002. Descargada de la



página

[http://www.congresogto.gob.mx/uploads/ley/pdf/27/Ley de Fomento a la Investigaci\\_n Cient\\_fica Tecnol\\_gica y a la Innovaci\\_n para el Estado de Guanajuato\\_TEXTO VIGENTE\\_.pdf](http://www.congresogto.gob.mx/uploads/ley/pdf/27/Ley_de_Fomento_a_la_Investigaci_n_Cient_fica_Tecnol_gica_y_a_la_Innovaci_n_para_el_Estado_de_Guanajuato_TEXTO_VIGENTE_.pdf). Mayo 2014.

- Lineamientos para el funcionamiento de las coordinaciones de programas educativos - Divisi3n de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato. Universidad de Guanajuato. Abril 2010.
- Marco de Referencia para la Evaluaci3n y Seguimiento de Programas de Posgrado Presenciales del PNPC-CONACyT, versi3n 6, abril 2015.
- Modelo Educativo de la Universidad de Guanajuato. Disponible en la p3gina: <http://www.ugto.mx/images/pdf/modelo-educativo-y-sus-modelos-academicos-universidad-de-guanajuato.pdf>
- Plan de Desarrollo del Campus Guanajuato (PLADECG) 2010-2020. Universidad de Guanajuato. Descargado de la p3gina <http://www.ugto.mx/pladi/pdf/PLADECG.pdf>. Mayo 2014.
- Plan de Desarrollo 2011-2020. Divisi3n de Ciencias Naturales y Exactas. Campus Guanajuato. Universidad de Guanajuato. Diciembre 2013.
- Plan de Desarrollo Institucional (PLADI) 2010-2020. Universidad de Guanajuato. Descargado de la p3gina <http://www.ugto.mx/pladi/pdf/PLADI-2010-2020.pdf>. Febrero 2014.
- Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND). Gobierno de la Rep3blica. Descargado de la p3gina <http://pnd.gob.mx/>. Febrero 2014.
- Plan 2035. Plan Estatal de Desarrollo del Gobierno del Estado de Guanajuato. Descargado de la p3gina [http://iplaneg.guanajuato.gob.mx/ped2035/documentos/RESUMEN\\_EJECUTIVO.pdf](http://iplaneg.guanajuato.gob.mx/ped2035/documentos/RESUMEN_EJECUTIVO.pdf). Febrero 2014.
- Programa Estatal de la Ciencia y Tecnolog3a, Guanajuato 2030.- Consejo de Ciencia y Tecnolog3a del Estado de Guanajuato. Descargada de la p3gina [concyteg.gob.mx/PECYTGTO.PHP](http://concyteg.gob.mx/PECYTGTO.PHP). Mayo 2014.
- Programa Estatal de Educaci3n Superior Para el Estado de Guanajuato 2001-2025. Disponible en la p3gina:

<http://www.coepesguanajuato.mx/press/Documentos/Version%20Ejecutiva/index.htm>

- Reglamento de Modalidades de los planes de estudio. Normatividad vigente de la Universidad de Guanajuato 2008. Primera Edición 2008.
- Conferencia Mundial sobre la Educación Superior - 2009: La nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo (Sede de la UNESCO, París, 5-8 de julio de 2009). [http://www.unesco.org/education/WCHE2009/comunicado\\_es.pdf](http://www.unesco.org/education/WCHE2009/comunicado_es.pdf) . 2009.
- Panorama de la Educación 2014: Indicadores OCDE, <https://www.oecd.org/edu/Mexico-EAG2014-Country-Note-spanish.pdf>
- Programa Sectorial de Educación 2013-2018. Secretaría de Educación Pública. Diciembre 2013. [http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/4479/4/images/PROGRAMA\\_SECTORIAL\\_DE\\_EDUCACION\\_2013\\_2018\\_WEB.pdf](http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/4479/4/images/PROGRAMA_SECTORIAL_DE_EDUCACION_2013_2018_WEB.pdf) .
- Tendencias Actuales del Mercado Laboral: [http://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Tendencias\\_actuales.html](http://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Tendencias_actuales.html), consultado en septiembre 2018.
- Tendencias del Empleo Profesional Segundo trimestre 2018: [http://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Tendencias\\_empleo.html](http://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Tendencias_empleo.html), consultado en septiembre de 2018.

## GLOSARIO

**Absorción (Demanda atendida)** es el número de estudiantes de primer ingreso en el nivel del programa educativo.

**Actualización:** Conjunto de trámites, gestiones o acciones destinadas a devolver vigencia y valor a situaciones universitarias de todo tipo que pudieran haberla perdido por diferentes razones.

**Actualización del Programa Educativo:** Cuando lo que se requiere básicamente es “poner al día”: contenidos de las UDA; la información sobre las necesidades sociales, sin que implique esto una modificación a la razón de ser del programa educativo; y complementar el programa educativo con todos los elementos descritos en el diseño curricular de la *Guía*.

**Aprendizaje:** Término que se utiliza en dos sentidos: a) como proceso por el cual los educandos experimentan transformaciones en su conducta y b) como el producto de dicho proceso, esto es: las transformaciones efectuadas, los cambios de conducta ocurridos.

**Asesoría:** Servicio especializado de colaboración, auxilio u orientación, que se ofrece al estudiante para el desarrollo de diversas actividades académicas.

**Cobertura** es la relación entre la población en edad de estudiar (por ejemplo, 19-24 años en el caso de la licenciatura o TSU) y la matrícula escolar del nivel al que corresponde el programa educativo.

**Competencia:** capacidad de una persona para desarrollar una actividad específica basándose en la conjunción de conocimientos, habilidades, actitudes y valores requeridos para dicha actividad, la cual puede contribuir a dar respuesta a las necesidades sociales y del ámbito profesional.

**Competencia Curricular:** Enunciados con los que se describe, en forma general, el aprendizaje que deberán lograr los educandos en un sistema específico de enseñanza y aprendizaje.

**Competencias Genéricas o Transversales:** se caracterizan por ser comunes a todas las disciplinas, se manejan en contextos familiares, sociales, académicos y laborales y se fomentan en la mayoría de las unidades de aprendizaje de un programa educativo. Otra característica de las competencias transversales es que permiten implementar una serie de actividades, que sin afectar las unidades de aprendizaje de la inscripción que corresponda, fomentan la formación integral del estudiante.

**Competencias Específicas o Disciplinarias:** son aquéllas esenciales para la obtención de un título en particular, las que hacen que un egresado sea un profesional de un área de conocimiento específico, incluye el conjunto de conocimientos, de capacidades de acción y de comportamiento estructurados en función de un objetivo y en tipo de situación dada. Se dirigen a la formación que exige una alta preparación para situaciones directas de trabajo y del desarrollo de las nuevas tecnologías aplicadas, así como el beneficio social de las formaciones profesionales.

**Contenido:** Aquello que puede ser objeto de aprendizaje, como los conocimientos (de cualquier tipo), las actitudes, las habilidades, etcétera.

**Currícula:** (*lat*) Plural de *currículum*.

**Currículum:** Programa educativo en el que se conduce y norma, explícitamente, un proceso concreto y determinado de enseñanza-aprendizaje que se desarrolla en una institución educativa. También se utiliza como currículo.

**Curso:** Unidad de conocimientos teóricos en torno a un objetivo a lograr mediante su aprendizaje. Un conjunto de unidades conforma un plan de estudios.

**Demanda Educativa:** Es la medida de la exigencia o solicitud de servicio educativo que registra una Institución de Educación Superior periódicamente. Por demanda se entiende también lo que socialmente se exige a las instituciones de educación superior en cuanto a las orientaciones académicas o profesionales que satisfarían mejor las necesidades sociales objetivas.

**Demanda Laboral:** Conjunto de direcciones que siguen las solicitudes de empleo de los profesionales egresados de una institución de educación superior en un momento dado.

**Demanda Potencial:** La población estudiantil que habiendo egresado satisfactoriamente de un nivel, está en posibilidades y condiciones de ingresar al siguiente. Está integrada por el total de estudiantes promovidos al final de un ciclo escolar.

**Demanda Real:** Total de estudiantes que están en condiciones de solicitar ingreso en alguna Institución de Educación Superior.

**Deserción:** Abandono del estudiante de los cursos o carrera a los que se ha inscrito, dejando de asistir a clases y de cumplir las obligaciones fijadas.

**Diseño Curricular:** Término utilizado en ocasiones para hacer referencia al proceso que consiste en la elaboración, instrumentación y evaluación del *currículum* (planeación curricular), o a una parte de él. Así mismo, por “diseño curricular” también se hace referencia, algunas veces, al producto de dicho proceso, esto es, al *currículum*.

**Educación:** Proceso por el que se desarrollan las facultades de una persona, de acuerdo con la influencia que sobre ella ejercen otras personas. También, se utiliza para referirse al producto del proceso.

**Egresado:** Educando que ha concluido un proceso determinado de aprendizaje, después de haber logrado los objetivos definidos para dicho proceso.

**Enseñanza:** Acción de enseñar, es decir, de propiciar, favorecer, facilitar o promover un aprendizaje.

**Evaluación del Aprendizaje:** Resultado de la acción por la que se determina el valor de un aprendizaje logrado, comparándolo con lo que se encuentra descrito en los objetivos de aprendizaje.

**Experiencia de Aprendizaje:** Actividad de la cual resulta un aprendizaje en la persona que la realiza.

**Infraestructura Física:** Se refiere a los espacios donde se desarrollan todas las actividades académicas, administrativas y complementarias de un programa educativo.

**Unidad de Aprendizaje:** Es un conjunto de conocimientos y habilidades a desarrollar, así como de actitudes y valores a promover, los cuales se encuentran organizados coherentemente. Estos cuatro elementos siempre están presentes en la unidad de aprendizaje, algunos pueden tener mayor predominancia. Conjunto de conocimientos organizados coherentemente.

**Mercado Laboral:** Se entiende como la concurrencia entre la demanda y la oferta laboral. Es decir, la relación entre el número de profesionistas que buscan emplearse y la cantidad de puestos de trabajo existentes.

**Modificación del Programa Educativo:** También denominado rediseño curricular, consiste en transformar partes estructurales del currículum, por ejemplo: las necesidades sociales, en cuanto a su replanteamiento, lo cual origina una reorientación de los propósitos del programa, y como consecuencia de esto, una redefinición del perfil de egreso y la competencia curricular, y por ende de los demás elementos de la modificación curricular. También la modificación de un programa se da por el cambio de modalidad del plan de estudios, es decir, por el paso de un plan por asignaturas (que se puede denominar como convencional) a otro por créditos (plan flexible) o, en los períodos escolares, de trimestre a semestre.

**Necesidad Social.** Carencia o déficit de un bien o servicio. Su identificación requiere de un marco de referencia como lo normativo, lo deseable, o bien, los parámetros convencionales respectivos.

**Objetivos Curriculares:** Enunciados con los que se describe, en forma general, el aprendizaje que deberán lograr los educandos en un sistema específico de enseñanza y aprendizaje.

**Oferta Educativa:** Son los programas educativos iguales o similares al programa a analizarse y que se ofrecen a nivel municipal, estatal, regional y nacional.

**Orientación del Programa:** Es la dirección o tendencia del programa educativo.

**Perfil de Egreso:** Descripción de las características principales que deberán tener los educandos como resultado de haber transitado por un determinado sistema de enseñanza-aprendizaje. Dichas características deberán permitir la satisfacción de alguna o algunas necesidades sociales.

**Perfil de Ingreso:** Son las características mínimas indispensables que debe tener el candidato a ingresar en el programa educativo.

**Plan de Estudios:** Conjunto de contenidos a los que se postula como necesario y suficiente para lograr determinados objetivos curriculares.

**Planeación Curricular:** Generalmente con este término se hace referencia a las acciones destinadas a elaborar, instrumentar y evaluar el *currículum*.

**Profesor:** Es aquel que desarrolla actividades de docencia, investigación y extensión.

**Programa de Estudios:** Guía en la que se describe detalladamente lo que ha de ser aprendido en una unidad de aprendizaje; así mismo se incluyen sugerencias sobre las experiencias de aprendizaje y la forma de evaluación que pueden utilizarse.

**Programa Educativo:** Se puede referir a él también como Programa Académico, *currículum* o currículo. Es el currículo completo que se diseña o rediseña. Incluye el nivel y nombre del programa, así como todos los elementos de las fases I, II y III.

**Sistema:** Conjunto de elementos interactivos que forman un todo estructurado cuyas características son determinadas por el tipo de elementos e interacciones.

**Sistema Escolarizado:** Se desarrolla con asistencia a clases, con asesoría, y apoyo académico, dentro de un límite determinado de tiempo.

**Sistema No Escolarizado:** Se desarrollará con mínima presencia física de los estudiantes en las instalaciones universitarias, con asesoría y apoyo académico.

**Suspensión del Programa Educativo:** cuando se requiere hacer una pausa en las promociones de ingreso motivada por la saturación de profesionales en el mercado laboral, la baja demanda estudiantil, los aspectos relacionados con la infraestructura para la operación eficiente del programa y, la necesidad de realizar estudios exhaustivos para modificar el programa educativo.

**Supresión del Programa Educativo:** cuando, una vez agotadas las opciones anteriores, resulte necesario cerrar el programa en forma definitiva.



## ABREVIATURAS

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES)

Campus Guanajuato (CGT)

Comité Académico de Posgrado (CAP)

Comité Tutorial (CT)

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (CONCyTEG)

Consejo Nacional de Población (CONAPO)

Cuerpo Académico (CA)

División de Ciencias e Ingenierías (DCI)

División de Ciencias Naturales y Exactas (DCNE)

División de Ingenierías (DI)

El Departamento de Astronomía (DA)

Índice de Desarrollo Humano (IDH)

Instituciones de Educación Superior (IES)

Instituto de Astronomía (IA)

Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA)

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC)

Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas (MCERL)

Modelo Educativo de la Universidad de Guanajuato (MEUG)

Núcleo Académico Básico (NAB)

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)

Plan de Desarrollo del Campus Guanajuato (PLADECG)

Plan de Desarrollo Institucional (PLADI)

Plan Nacional de Desarrollo (PND)  
Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs)  
Población Económicamente Activa (PEA)  
Profesores de Tiempo Completo (PTC)  
Profesores de Tiempo Parcial (PTP)  
Programa Educativo (PE)  
Programa Estatal de Educación Superior (PREES)  
Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC)  
Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP)  
Radio Observatorio de Guanajuato (ROG)  
Secretaría de Innovación, Ciencia y Educación Superior (SICES)  
Sistema Estatal de Educación Superior (SEES)  
Sistema Nacional de Investigadores (SNI)  
Telescopio Internacional de Guanajuato Robótico Espectroscópico (TIGRE)  
Unidades de Aprendizaje (UDA)  
Universidad de Guadalajara (UdeG)  
Universidad de Guanajuato (UG)  
Universidad de Sonora (UniSon)  
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)