

*S. Postgrado*



## DECRETO EXENTO N° 414/12

**REF.:** Aprueba la creación del Programa y el Plan de Estudio del "Magíster en Astronomía".

LA SERENA, 06 de noviembre de 2012.



**VISTOS:** El D.F.L. N° 12, de 10 de marzo de 1981, del Ministerio de Educación, que crea la Universidad de La Serena; las facultades establecidas en los artículos 11º N° 2 y 12º letras a) c) y n) del D.F.L. N° 158, de 11 de diciembre de 1981, que aprueba el Estatuto de la Corporación; como lo establecido en el artículo 4º letra g) del mismo cuerpo legal; el Decreto N° 421, de 19 de octubre de 2010, del Ministerio de Educación, la Resolución N° 1600, de 30 de octubre de 2008, de la Contraloría General de la República, que establece normas sobre la exención del trámite de toma de razón, y

### CONSIDERANDO:

1. Lo informado por el Consejo Académico de la Corporación, en la Sesión Ordinaria N° 05/2012 de fecha 16 de agosto de 2012.

2. Lo aprobado por la Junta Directiva de la Universidad de La Serena, en la Sesión Ordinaria N° 06/2012 de fecha 24 de agosto de 2012, acuerdo N°23/2012: "Aprobar la creación del Magíster en Astronomía con la condición de no generar costos adicionales en las carreras de pregrado, y el compromiso de iniciar los procedimientos para la acreditación y aumentar la productividad científica con publicaciones ISI".

### DECRETO:

1. Crea el Programa de Magíster en Astronomía, adscrito a la Facultad de Ciencias.

2. Apruébase el Plan de Estudio del Magíster en Astronomía, cuyo texto es el siguiente:

**Nombre del Programa** : Magíster en Astronomía.

#### Objetivos del programa docente

Formar investigadores de alto nivel que hagan uso científico de la infraestructura existente para la astronomía en Chile. El programa de postgrado en Astronomía formará graduados capacitados para llevar a cabo investigación relevante en el área de la astrofísica y plenamente habilitado para continuar sus estudios a nivel de Doctorado.

#### I. PERFIL DEL PROFESIONAL

El graduado del programa de Magíster en Astronomía, estará dotado de competencias en investigación en astronomía, así como la aplicación de conocimiento de esta ciencia mediante la argumentación académica y procesos de investigación y creación.

## II. PLAN Y PROGRAMAS DE ESTUDIO

### Duración de los Estudios

La duración del Plan de Estudios será de dos años.

### Modalidad de Funcionamiento

El programa consiste de seis asignaturas más una tesis de grado. Los cursos están divididos en dos categorías: 4 cursos obligatorios y 2 de especialidad. Todos los cursos son presenciales y tienen una carga de 6 horas semanales docentes cada uno.

## III. CONTENIDOS

### CURSOS OBLIGATORIOS:

AO1	Astronomía Observacional (AO)	6	Semestre I (P) o II (O)
AO2	Procesos Radiativos en Astrofísica (PRA)	6	Semestre I (P) o II (O)
AO3	Astrofísica Estelar (AE)	6	Semestre I (P) o II (O)
AO4	Astronomía Extra-galáctica (AEX)	6	Semestre I (P) o II (O)

### CURSOS ESPECIALIDAD

(elegir dos de la lista abajo)

AE1	Dinámica Galáctica	6	Semestral
AE2	Medio Interestelar y Formación Estelar	6	Semestral
AE3	Estructura Galáctica	6	Semestral
AE4	Estructura en Gran Escala del Universo y Cosmología	6	Semestral
AE5	Estrellas Binarias	6	Semestral
AE6	Radioastronomía	6	Semestral

### Tesis de Grado

12 Anual (O)

## PLAN DE ESTUDIOS

### Primer Semestre

Nº	Prerrequisitos	Actividad Curricular	SCT	T L	Régimen	Periodicidad
1	Ingreso	Astronomía Observacional	10	6 - 0	Semestral	Anual
2	Ingreso	Procesos Radiativos en Astrofísica	10	6 - 0	Semestral	Anual
3	Ingreso	Astrofísica Estelar	10	6 - 0	Semestral	Anual
<b>TOTAL HORAS y SCT</b>			<b>30</b>	<b>18 - 0</b>		
			18 horas presenciales			

### Segundo Semestre

Nº	Prerrequisitos	Actividad Curricular	SCT	T L	Régimen	Periodicidad
4	Sin prerrequisito	Astronomía Extragaláctica	10	6 - 0	Semestral	Anual
5	Sin prerrequisito	Electivo I	10	6 - 0	Semestral	Anual
6	Sin prerrequisito	Electivo II	10	6 - 0	Semestral	Anual
<b>TOTAL HORAS y SCT</b>			<b>30</b>	<b>18 - 0</b>		
			18 horas presenciales			

### Tercer Semestre

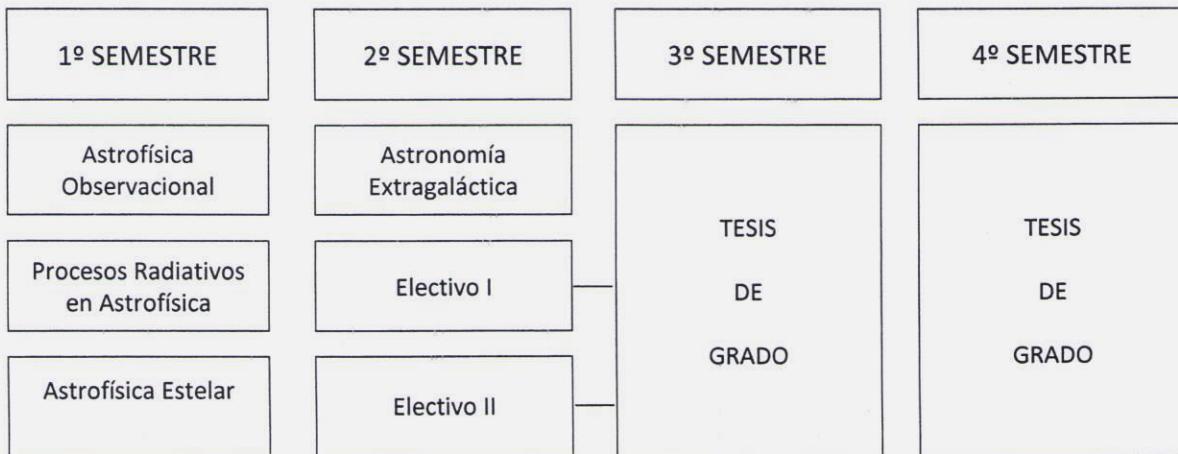
Nº	Prerrequisitos	Actividad Curricular	SCT	T L	Régimen	Periodicidad
7	-Dinámica Galáctica -Medio Interestelar y Formación Estelar	Tesis	30	6 - 0	Semestral	Anual
<b>TOTAL HORAS y SCT</b>			<b>30</b>	<b>6 - 0</b>		
			6 horas presenciales			



**Cuarto Semestre**

Nº	Prerrequisitos	Actividad Curricular	SCT	T L	Régimen	Periodicidad
8	-Dinámica Galáctica -Medio Interestelar y Formación Estelar	Tesis	30	6 - 0	Semestral	Anual
<b>TOTAL HORAS y SCT</b>			30	6 - 0		
			6 horas presenciales			

**Malla del Programa**



**Cursos Obligatorios**

**CURSO 1: Astronomía Observacional**

a-) Objetivos Generales:

El objetivo general del curso Astronomía Observacional es dar a conocer las herramientas y técnicas observacionales usadas actualmente para la adquisición, reducción y análisis de datos astronómicos de calidad científica, así como capacitar a los alumnos en los instrumentos, métodos y técnicas específicas para la moderna observación astronómica.

b-) Justificación:

La actividad observacional es uno de los pilares de la Astrofísica moderna, alimentando continuamente la actividad teórica. La formación observacional es fundamental para los investigadores que producen estos datos, así como a aquellos teóricos que deben estar aptos a evaluarlos críticamente.

c-) Contenido del curso:

- Interferencia de la atmósfera terrestre y del medio interestelar en las observaciones astronómicas.
- Colectores de radiación: Telescopios ópticos/infrarrojo, antenas, interferómetros, conceptos de óptica activa y adaptativa.
- Instrumentación astrofísica – Detectores: CCDs, infrarrojo, receptores radio, detectores de rayos X y Gama.
- Analizadores de radiación: Espectrógrafos, fotómetros, filtros, polarizadores.
- Fotometría: Sistemas fotométricos, calibración, extinción atmosférica e interestelar.
- Espectroscopia: Clasificación espectral, parámetros de líneas espectrales, elementos de polarimetría.
- Reducción de datos astronómicos: IRAF, CLASS90, paquetes de reducción de datos de la ESO.
- Radio Astronomía: Fundamentos de las antenas, telescopios tipo "single dish", receptores de continuo y líneas, bolómetros.



## **CURSO 2: Procesos Radiactivos en Astrofísica**

### **a-) Objetivos Generales:**

En este curso se estudia una gran parte de los procesos físicos importantes para una descripción de los fenómenos de interacción radiación-materia en Astrofísica. Estos procesos microscópicos tienen consecuencias muy importantes en el comportamiento de la radiación emitida por una fuente astrofísica. En particular, se enfatiza la teoría del transporte radiactivo y se dan ejemplos de aplicaciones de esta teoría.

### **b-) Justificación:**

El universo es un inmenso laboratorio para las ciencias físicas y en particular la Astronomía se dedica a estudiar los componentes de este universo a través de la radiación electromagnética. En este contexto, el estudio de los procesos radiactivos en astrofísica es fundamental para la correcta interpretación de los fenómenos físicos asociados a la radiación electromagnética recibida por el telescopio y sus detectores. Por lo tanto es de fundamental importancia dar al estudiante una sólida formación en un área que es uno de los principales pilares de la astrofísica moderna.

### **c-) Contenido del curso:**

- Fundamentos de transferencia radiactiva, parámetros de Stokes.
- Teoría básica de campos radiactivos.
- Radiación de cargas en movimiento, efectos de relatividad restricta.
- Bremsstrahlung (Radiación de frenado).
- Radiación sincrotrón.
- Radiación de Compton inverso.
- Efectos del plasma.
- Estructura atómica y molecular: Transiciones radiactivas, niveles moleculares.

## **CURSO 3: Astrofísica Estelar**

### **a-) Objetivos Generales:**

El objetivo general en este curso es posibilitar al estudiante adquirir los conocimientos relativos a la moderna teoría de evolución estelar. Al final el egresado del curso de Astrofísica Estelar deberá ser capaz de entender y aplicar los conceptos de la teoría relacionados a la estructura básica de una estrella, las fuentes de energía estelar, los cambios en su estructura a lo largo de su proceso evolutivo, bien como su evolución química como función del tiempo.

### **b-) Justificación:**

El estudio de la evolución estelar es fundamental para la comprensión de la distribución de los tipos estelares. De estos grupos y de su evolución química, se puede entender la evolución de las galaxias y a partir de éstas la historia y evolución del universo.

### **c-) Contenido del curso:**

- Propiedades observables de las estrellas.
- Estado físico del interior estelar en equilibrio hidrostático.
- Ecuaciones de la estructura estelar.
- Reacciones termonucleares.
- Atmósferas estelares.
- Estructura de las estrellas de secuencia principal.
- Evolución fuera de la secuencia principal.
- Estrellas binarias.
- Evolución de estrellas masivas.
- Estrellas compactas.



#### **CURSO 4: Astronomía Extragaláctica**

##### a-) Objetivos Generales:

Las Galaxias son objetos donde confluyen variadas ramas de la Astronomía: Cosmología, Medio Interestelar, Dinámica, Formación y Evolución de Estrellas y Galaxias, Astrofísica de Altas Energías, etc. Estos objetos tienen la propiedad de ser puntos de convergencia de fenómenos que suceden a distintos rangos y escalas, como aquellos que afectan a grandes volúmenes en el Universo, y aquellos que se producen a más pequeñas escalas galácticas e intragalácticas.

##### b-) Justificación:

El desarrollo de la Astronomía extragaláctica en los últimos años ha sido muy intenso. En este contexto, el curso de Astronomía extragaláctica es fundamental para incrementar los conocimientos básicos del estudiante a respecto de los temas más importantes de la moderna teoría de formación y evolución del universo.

##### c-) Contenido del curso:

- Características observacionales de las galaxias.
- Física de las galaxias.
- Galaxias peculiares y núcleos activos de galaxias.
- Cúmulos de galaxias y la estructura a gran escala del Universo.
- Modelos cosmológicos estándares.
- Métodos de la cosmología observacional.
- Formación de estructuras en el Universo. La materia oscura.

### **Cursos de Especialidad**

#### **CURSO 1: Dinámica Galáctica**

##### a-) Objetivos Generales:

Estudiaremos el movimiento orbital de estrellas en nuestra galaxia y exploraremos como la dinámica del movimiento estelar se relaciona con las características observadas de la galaxia: su disco, su halo, y su núcleo. Finalmente investigaremos las implicaciones de estos resultados para la evolución galáctica y para la estructura de otras galaxias.

##### b-) Contenido del curso:

- Introducción.
- Teoría de Potenciales.
- Órbitas de las Estrellas.
- Equilibrio de sistemas no colisionales.
- Estabilidad de sistemas no colisionales.
- Dinámica del disco y estructura espiral.
- Colisiones y encuentros.
- Teoría Cinética.
- Materia oscura.
- Formación de la Galaxia.

#### **CURSO 2: Medio Interestelar y Formación Estelar**

##### a-) Objetivos Generales:

El curso de "Medio Interestelar (MIE) y Formación Estelar" permite al estudiante tomar conocimiento de las distintas fases que componen el MIE, su interrelación físico-química-dinámica. En la primera parte del curso se describe el MIE de la Vía Láctea dado que es el entorno mejor estudiado; la importancia de la radiación (fundamentalmente las altas energías) y los campos magnéticos. Posteriormente, se estudian las distintas fases del MIE: gas neutro, gas molecular, polvo, y gas ionizado, haciendo énfasis en los procesos de calentamiento y enfriado. En la segunda parte del curso se estudia como el



MIE llega a formar estrellas: la importancia de la turbulencia, las condiciones de equilibrio, colapso y formación estelar.

b-) Contenido del curso:

- El medio interestelar en la Vía Láctea.
- Radiación y campos magnéticos.
- Gas neutro interestelar.
- Gas ionizado interestelar.
- Polvo interestelar.
- Calentamiento y enfriamiento del polvo interestelar.
- Química del MIE.
- Regiones de fotodisociación y choques.
- Turbulencias interestelares.
- Equilibrio, Colapso y Formación estelar.
- Protoestrellas.

### **CURSO 3: Estructura Galáctica**

a-) Objetivos Generales:

Las galaxias son los bloques fundamentales que constituyen el Universo, y además son la conexión entre los fenómenos físicos de pequeña escala y la distribución y estructura del Universo a muy grandes escalas. Este curso está centrado en entender cómo se desarrollan los sistemas de estrellas, principalmente la Vía Láctea y galaxias del Grupo Local. Se describe la fenomenología de una galaxia, cúmulos estelares, y una breve descripción del medio interestelar, enfatizando el punto de vista observacional.

b-) Contenido del curso:

- Historia y conceptos básicos de poblaciones estelares.
- Función de luminosidad estelar.
- Cúmulos estelares.
- El medio interestelar de la Vía Láctea.
- Componentes de la Vía Láctea. El bulbo y la barra.
- Componentes de la Vía Láctea. El disco.
- Componentes de la Vía Láctea. El halo estelar.
- Componentes de la Vía Láctea. El centrogaláctico.

### **CURSO 4: Estructura en Gran Escala del Universo y Cosmología**

a-) Objetivos Generales:

En Cosmología el término estructura a gran escala se refiere a la caracterización de las distribuciones observables de materia y luz en las mayores escalas (típicamente de megaparsecs). Las expediciones de observación del cielo y el mapeo en varias frecuencias de la radiación electromagnética han proporcionado mucha información sobre el contenido y el carácter de la estructura del Universo. La organización de la estructura parece seguir un modelo jerárquico con la organización en la escala superior de supercúmulos y filamentos. Por encima de esto, parece que no hay ninguna estructura continuada, un fenómeno que ha sido conocido como el Final de la Grandeza.

b-) Contenido del curso:

- La Expansión del Universo.
- Radiación cósmica de fondo de microondas.
- Universo Temprano.
- Inflación.
- Teoría general de pequeñas fluctuaciones.
- Evolución de las fluctuaciones cosmológicas.
- Anisotropías.
- Lentes gravitacionales.
- Inflación como origen de las fluctuaciones cosmológicas.



### **CURSO 5: Estrellas Binarias**

#### a-) Objetivos Generales:

Los sistemas binarios son tan o más comunes que las estrellas simples. Este curso apunta a entender las propiedades físicas fundamentales de esta clase importante de objetos que nos ayudan a derivar parámetros fundamentales de las estrellas y tienen consecuencias en la evolución de las galaxias.

#### b-) Contenido del curso:

- Introducción.
- Movimiento orbital de dos cuerpos.
- Determinación de las órbitas.
- Perturbaciones, el modelo de Roche y pérdida/intercambio de masa.
- Fotometría y polarimetría: forma y tamaño de las estrellas.
- Masas y dimensiones absolutas de estrellas en sistemas binarios.
- Exótica estelar.
- Imagen de la superficie estelar y estructuras de acreción.

### **CURSO 6: Radioastronomía**

#### a-) Objetivos Generales:

Capacitar a los estudiantes a nivel de posgrado, en los conocimientos de los métodos de estudio específicos de las observaciones radioastronómicas. Este es un curso teórico en el que se presentan las aplicaciones, alcances y limitaciones de cada tipo de radiotelescopio y instrumentación asociada. En este contexto se pueden mencionar el estudio de la Astrofísica de ondas de radio, procesos radiactivos en radioastronomía (procesos térmicos y no térmicos), los radiotelescopios y sus configuraciones, el radiotelescopio de antena única y los receptores de continuo y de línea. Interferometría: síntesis de abertura – Interferometría no conexa: VLBI. Escenarios astrofísicos para la radioastronomía: Medio interestelar, supernovas, púlsares, núcleos de galaxias activos. Aspectos prácticos: preparación de propuestas, acceso a bases de datos, métodos de reconstrucción de imágenes en radio.

#### b-) Contenido del curso:

- Fundamentos de la Radioastronomía y del campo de radiación.
- Antenas, configuraciones y Radiómetros.
- Emisión térmica y no-térmica – procesos físicos asociados.
- Observaciones en el continuo y en rayas espectrales.
- Taller de radioastronomía – Propuesta de pedido de tiempo de telescopio.

### **IV. REQUISITOS DE ADMISIÓN Y CRITERIOS DE SELECCIÓN.**

Podrán postular al Programa aquellas personas que, estando en posesión de un grado o título universitario en ciencias o ingeniería, acrediten una formación en Física y/o Astronomía equivalente a la de un Licenciado en esta(s) disciplina(s). Los casos no contemplados en el párrafo anterior, serán dirimidos por una comisión de evaluación constituida por el director del programa y dos académicos adscritos a él.

El programa está orientado para un número acotado de alumnos, pensando principalmente en el número de tesis que pueden ser guiadas con el cuerpo docente involucrado. Se estima que para un cuerpo docente de 4 (cuatro) profesores doctores en la actualidad, más otro que se incorporará el año 2013 por medio de un Proyecto de Inserción de Capital Humano Avanzado, el número máximo de alumnos debería ser de 10 alumnos en régimen completo de dos años, con un ingreso de 5 alumnos por año y con 5 estudiantes desarrollando la tesis de grado.



## V. REQUISITOS DE OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN ASTRONOMÍA.

Para obtener el grado de Magíster en Astronomía el alumno deberá:

- 1.- Aprobar las asignaturas correspondientes al plan de estudios.
- 2.- Desarrollar un Trabajo de Tesis.
- 3.- Tener enviada a una revista de la especialidad un trabajo producto de su investigación.
- 4.- Aprobar Examen de Grado.

La escala de notas será de 1,0 a 7,0 con nota mínima de aprobación igual a 4,0. El programa exige una asistencia mínima a los cursos de un 80%.

El alumno debe cursar durante el primer año las materias denominadas cursos obligatorios y de especialidad. Al finalizar éste, deberá presentar un anteproyecto de tesis, el cual debe ser aprobado por una comisión compuesta por 3 académicos pertenecientes al programa de Magíster. Luego durante el segundo año, el alumno de acuerdo a su línea de especialización, desarrollará y defenderá su tesis.

El estudiante tiene un plazo máximo de 4 semestres para completar el programa de Magíster, de no ser así, deberá presentar una solicitud de extensión del plazo (máximo 1 semestre).

## VI. CAMPO OCUPACIONAL ESTABLECIDO Y/O POTENCIAL DEL EGRESADO.

El Magíster en Astronomía está enfocado principalmente a que el estudiante adquiera el conocimiento necesario para poder optar al grado de Doctor en Astronomía en cualquier universidad de Chile y el extranjero. Por su alto nivel de conocimientos, el Magíster en Astronomía podrá trabajar en institutos y centros de investigación, así como en los observatorios astronómicos que se encuentran en Chile como en el extranjero.

3. El texto íntegro del presente Decreto, autorizado por las firmas del Rector y del Secretario General se depositará en la Secretaría General de la Corporación, y a él deberán conformarse los demás ejemplares que se hagan.

**ANÓTESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.**



NAP/SZM/EET/jcbe.

Distribución:

- A todas las Unidades que corresponda.

