

Especialidades y cursos de Posgrado  
OAC, Segundo semestre de 2019



# Índice

Introducción a la magnetohidrodinámica	
<i>Mariana Cécere</i> . . . . .	3
Elementos de espectroscopía astronómica con red de difracción	
<i>Walter Weidmann</i> . . . . .	11
Elementos de reducción de datos: fotometría y espectroscopía	
<i>Celeste Parisi</i> . . . . .	13
Formación y evolución estelar y planetaria	
<i>Mercedes Gómez</i> . . . . .	19
Medio interestelar, galaxias Starbursts y núcleos activos de galaxias	
<i>Guillermo Gunthardt</i> . . . . .	27
Espectroscopía integrada de sistemas galácticos y extragalácticos	
<i>Andrea Ahumada</i> . . . . .	31
Estructura y dinámica de la Galaxia	
<i>Victoria Alonso</i> . . . . .	35
Propiedades observacionales de cúmulos y grupos de galaxias	
<i>Hernán Muriel</i> . . . . .	39
Núcleos Activos de Galaxias	
<i>Luis Vega</i> . . . . .	43
Astroestadística	
<i>Mariano Domínguez</i> . . . . .	47
Simulación y visualización	
<i>Marcelo Lares</i> . . . . .	51
Diseño de software para cómputo científico	
<i>Juan Cabral</i> . . . . .	59



# Introducción a la MHD

**Carácter:** Especialidad o Curso de posgrado

**Docentes:** Dr. F. Stasyszyn (fstasyszyn@unc.edu.ar), Dra. M. Cécere (mariana.cecere@unc.edu.ar)

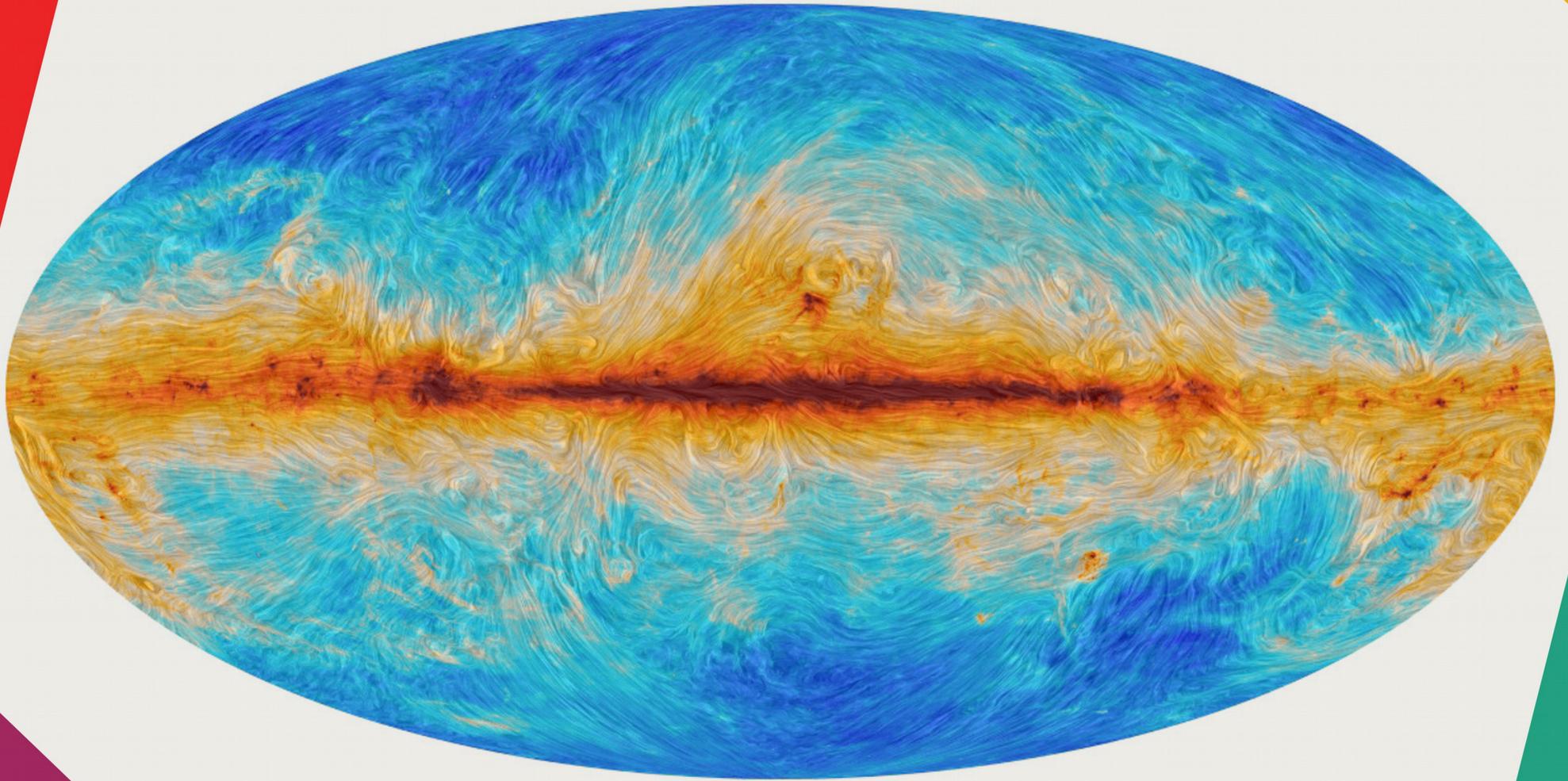
**Fundamentación:**

- El plasma es el estado de la materia observable más abundante en el Universo (99%). La mayor parte de las estrellas, el medio interplanetario, interestelar e integralítico es plasma.

**Objetivos:**

- Describir los parámetros característicos de un plasma y sus diferentes regímenes
- Diferenciar los planteos de la MHD de los que requieren soluciones cinéticas
- Comprender problemas en los que se aborda la dinámica de flujos astrofísicos en la aproximación del continuo
- Resolver problemas analíticos sencillos
- Caracterizar los diferentes tipos de ondas MHD que se propagan en un plasma
- Caracterizar los distintos tipos de ondas de choque MHD
- Iniciar en forma guiada un trabajo de investigación en la especialidad

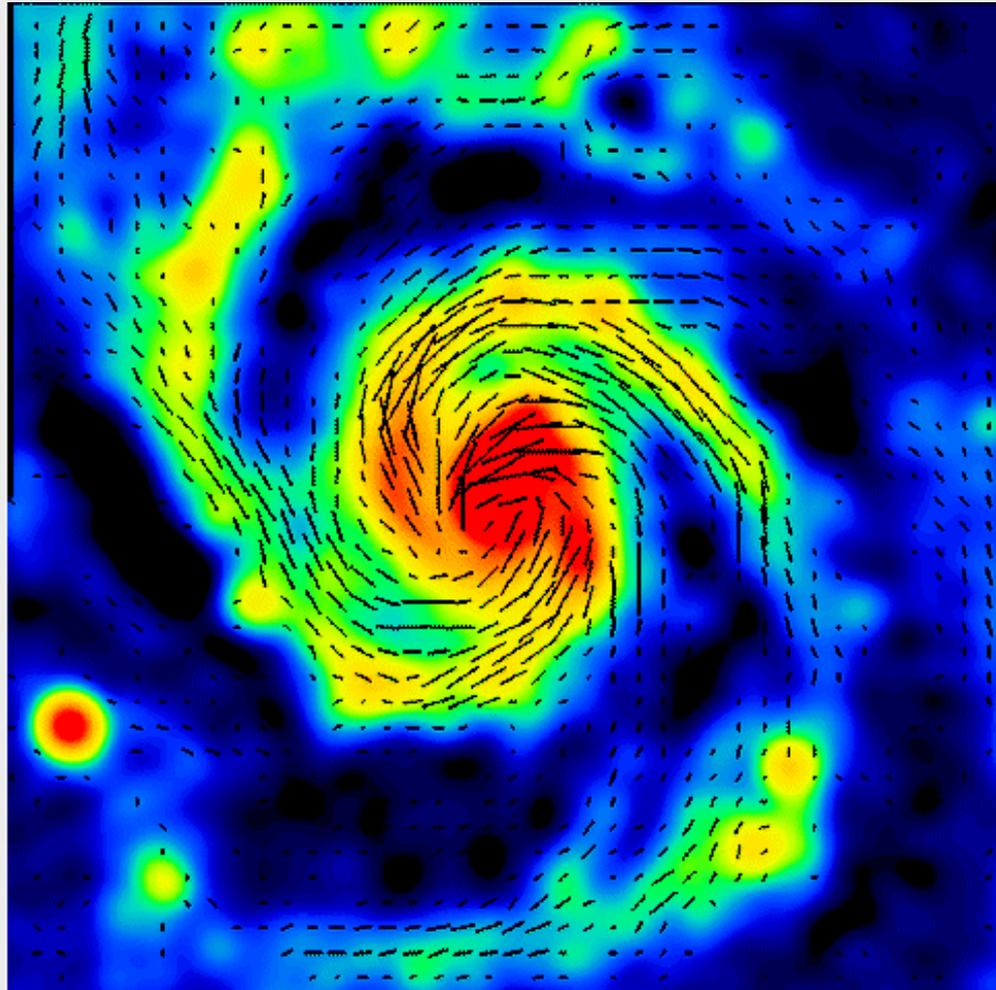
# Introducción a la MHD



Galactic Magnetic Field as revealed by Planck

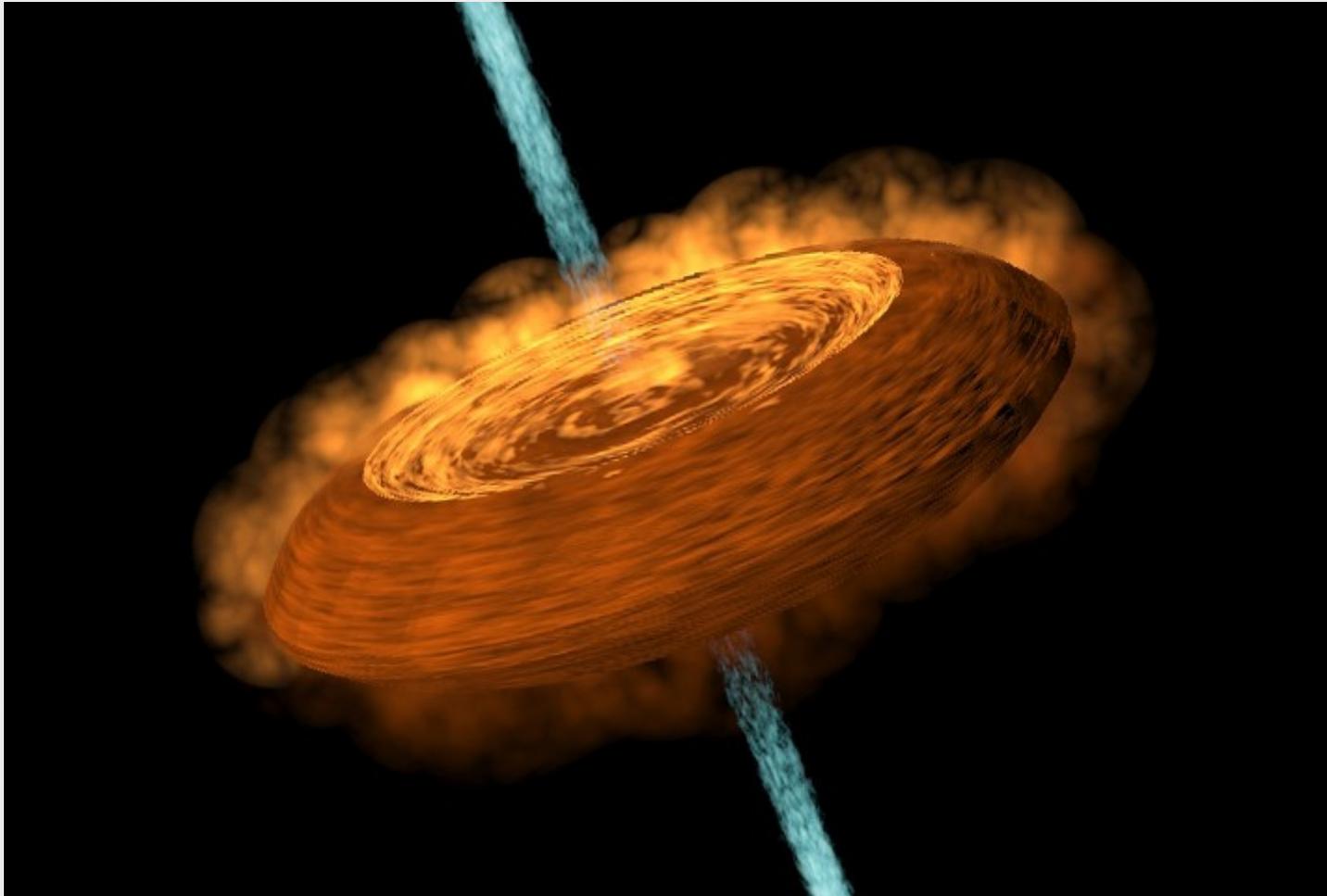
# Introducción a la MHD

M51-Center 6cm Total Intensity + B-vectors (VLA)



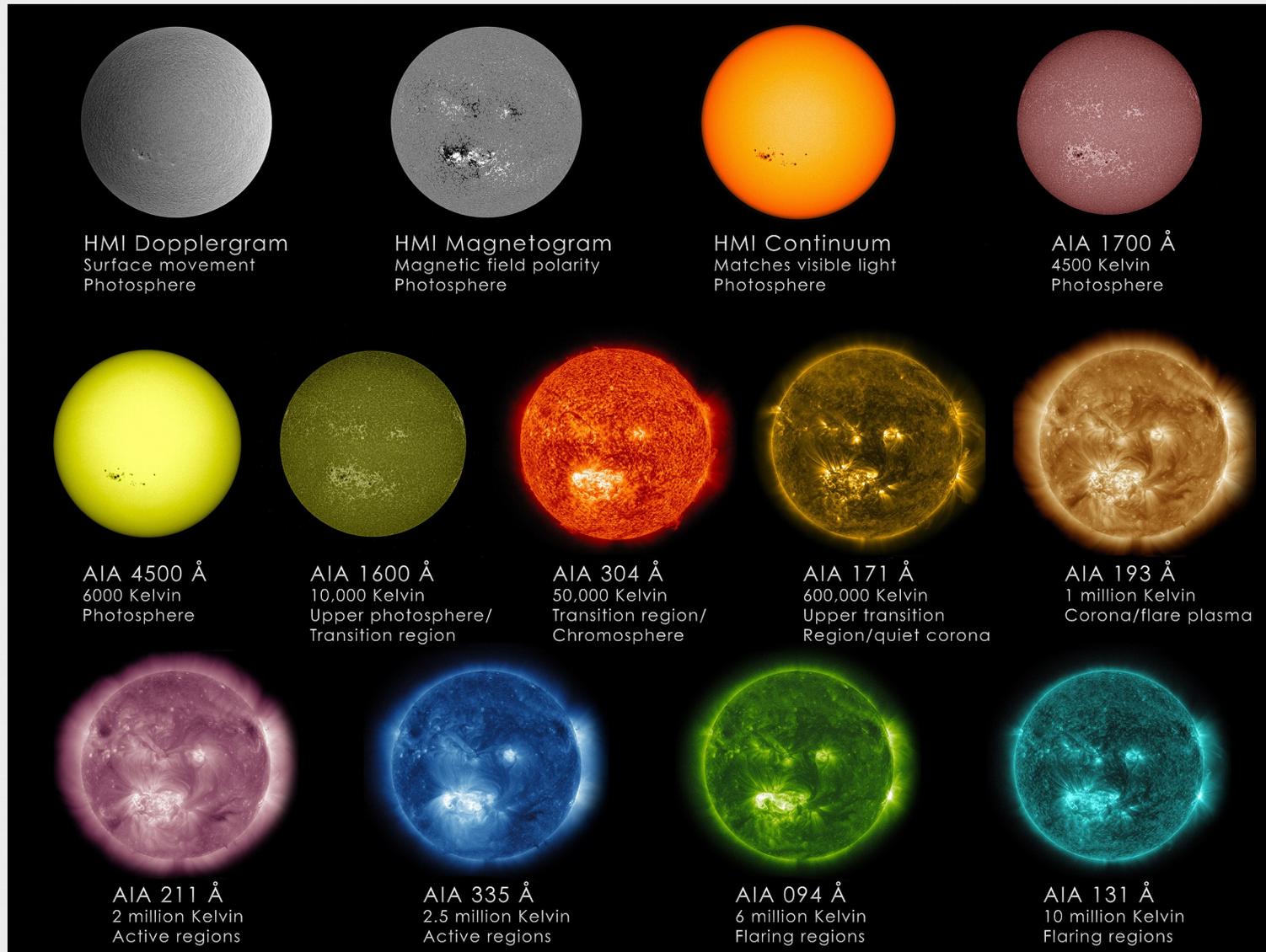
Copyright: MPIfr Bonn (R. Beck, C. Horellon & N. Neininger)

# Introducción a la MHD



An illustration of an accretion disk. Credit: Yin-Chih Tsai/ASIAA

# Introducción a la MHD



Credit: NASA/SDO

# Introducción a la MHD

## Contenidos:

- Introducción: teoría de plasma, movimiento de partículas cargadas en CEM.
- Plasma como fluido: descripción cinética, de fluido. Aproximación MHD, ecuaciones. Teorema de Alfvén.
- Equilibrios magnetohidrostáticos: gravedad, campos force-free, simetrías.
- Ondas MHD: ondas acústicas, magnéticas, magnetohidrodinámicas, de gravedad, de choque.
- Reconexión magnética: hoja de corriente, modelos de Sweet-Parker y Petschek.
- Teoría de dínamo: Teorema de Cowling, ondas de dínamo.
- Aplicaciones astrofísicas: Corona solar: viento solar, arcos magnéticos, fulguraciones, agujeros coronales, streamers, etc. Discos de acreción, chorros astrofísicos, dínamos galácticos, campos magnéticos cosmológicos.

# Introducción a la MHD

## **Correlativas:**

- Para cursar:
  - Electro II regularizada
  - Electro I aprobada
- Para rendir:
  - Electro II aprobada

## **Condiciones para obtener la regularidad:**

- Aprobar 2 parciales

## **Evaluación:**

- Final: presentación oral de algún material específico de la materia



# Elementos de espectroscopía astronómica con red de difracción

Walter Weidmann → [walter@oac.unc.edu.ar](mailto:walter@oac.unc.edu.ar)

## Correlativas

Astrofísica  
Astrometría

## Regularidad

Aprobar 5  
trabajos prácticos

## Objetivos

*-Al finalizar la materia los estudiantes estarán en condiciones de: comprender los aspectos teóricos relacionados a la obtención de un espectrograma.*

*-El objetivo es que el alumno adquiera herramientas que le permitan planificar, optimizar y tomar espectros de ranura larga con CCD. Reducir, clasificar, medir y familiarizarse con los espectrogramas.*

*-Se espera, además, que el alumno al finalizar el curso cuente con un manejo medio de LATEX y aceptable de IRAF.*



# Elementos de reducción de datos. Fotometría y Espectroscopía.

**Carácter:** Especialidad y/o Curso de posgrado

**Docente:** Dra. Celeste Parisi

**e-mail:** celeste@oac.unc.edu.ar



**Fundamentación:** es una materia que completa la formación elemental del alumno brindando herramientas y conocimientos intrínsecos y prácticos sobre reducción de datos astronómicos. Los contenidos incluidos en el presente curso se corresponden con los conocimientos mínimos y esenciales que cualquier alumno debe poseer al momento de comenzar su Trabajo Especial de Licenciatura o Tesis de Doctorado, independientemente del área específica de investigación.

# Elementos de reducción de datos. Fotometría y Espectroscopía.

**Carácter:** Especialidad y/o Curso de posgrado

**Docente:** Dra. Celeste Parisi

**e-mail:** celeste@oac.unc.edu.ar

**Objetivos:** Al finalizar la materia los estudiantes estarán en condiciones de comprender la manera de abordar distintos problemas, a los que se enfrentarán de manera cotidiana en su labor como investigadores, relacionados a la reducción y análisis de datos astronómicos, principalmente fotométricos y espectroscópicos. (Fundamentos y objetivos del programa de la materia)

# Elementos de reducción de datos. Fotometría y Espectroscopía.

**Carácter:** Especialidad y/o Curso de posgrado

**Docente:** Dra. Celeste Parisi

**e-mail:** celeste@oac.unc.edu.ar

**Contenidos mínimos:**

# Elementos de reducción de datos. Fotometría y Espectroscopía.

**Unidad 1.** Principios y funcionamiento del detector CCD: Unidad básica, pozo de potencial, análogo eléctrico de una imagen óptica, transferencia de carga, sistema de detección, sistema de transferencia, concepto de pixel, binned, eficiencia de transferencia de carga. Tipos de CCD, cámara y convertidor digital. Parámetros característicos del CCD: resolución, linealidad, razón señal/ruido, corriente oscura, sensibilidad y eficiencia cuántica. Factores instrumentales de corrección.

**Unidad 2.** Introducción a la reducción de datos: introducción al uso de IRAF ("Image Reduction and Analysis Facility"). Conceptos básicos: establecimiento de un entorno de IRAF, tareas y paquetes, archivos de parámetros, ejecución de tareas, archivos de imágenes, visualización de imágenes. Remoción de efectos aditivos: bias, flat, trimming, etc.

**Unidad 3.** Fotometría de apertura: Identificación automática de estrellas, medición de la anchura a mitad de altura o FWHM (full width half maximum) y medición del nivel del fondo del cielo. Introducción a DAOPHOT. Fotometría de apertura: elección del tamaño de la apertura y el anillo del cielo, medición de magnitudes instrumentales a ojo y automáticamente. Fotometría diferencial.

**Unidad 4.** Fotometría PSF (Point Spread Function): Construcción de la PSF y aplicación a campos poco poblados y campos con mucha población estelar. Análisis de diferentes cuantificadores de calidad fotométrica. Corrección por extinción atmosférica y transformación al Sistema Estándar: definición, resolución y aplicación de las ecuaciones de transformación. Identificación en distintas imágenes de fuentes en común. Corrección por apertura.

**Unidad 5.** Espectroscopía: Rutinas de calibración. Corrección por distorsiones. Extracción de espectros: elección del tamaño de la apertura para la estrella y el fondo del cielo. Combinación de espectros. Remoción de rayos cósmicos. Calibración en longitud de onda. Calibración en flujo. Normalización. Tratamiento y distinción de espectros obtenidos con diferentes configuraciones: espectroscopía integrada, de ranura larga y con máscaras. Medición de velocidades radiales y corrección por efecto doppler. Medición de anchos equivalentes.

**Unidad 6.** Análisis astrofísico de resultados: Determinación fotométrica y espectroscópicas de parámetros estelares fundamentales: edad, metalicidad, distancia, etc.

# Elementos de reducción de datos. Fotometría y Espectroscopía.

**Carácter:** Especialidad y Curso de posgrado

**Docente:** Dra. Celeste Parisi

**e-mail:** celeste@oac.unc.edu.ar

**Materias Correlativas:** Regularizadas Astrofísica General y Astrometría General.

**Condiciones para regularidad:**

1. ASISTENCIA: Cobertura del 70% de la totalidad de las horas previstas, tanto teóricas como prácticas.
2. TRABAJOS PRÁCTICOS Y DE LABORATORIO: Entrega de los trabajos prácticos en la fecha establecida y aprobación del 60% de los mismos.



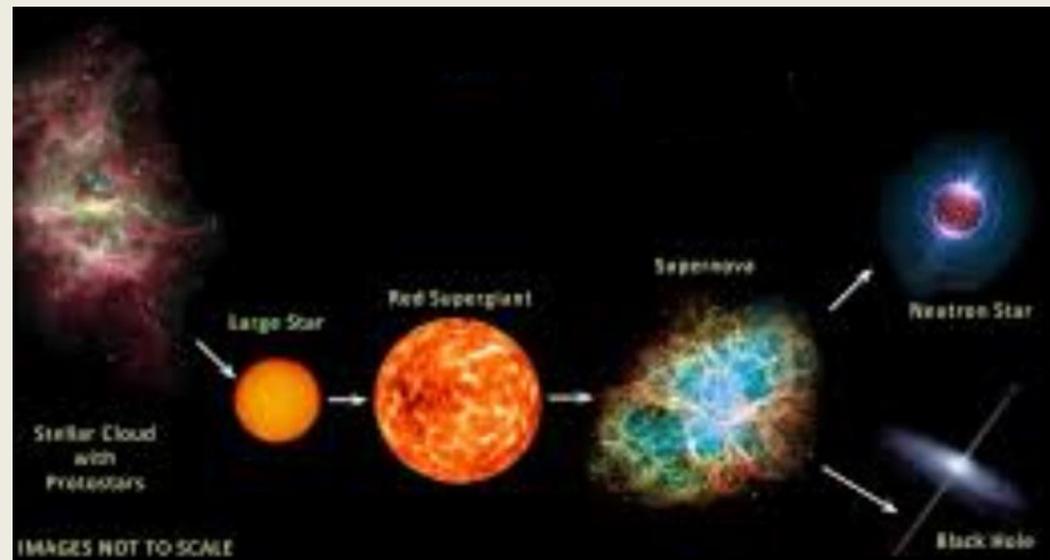
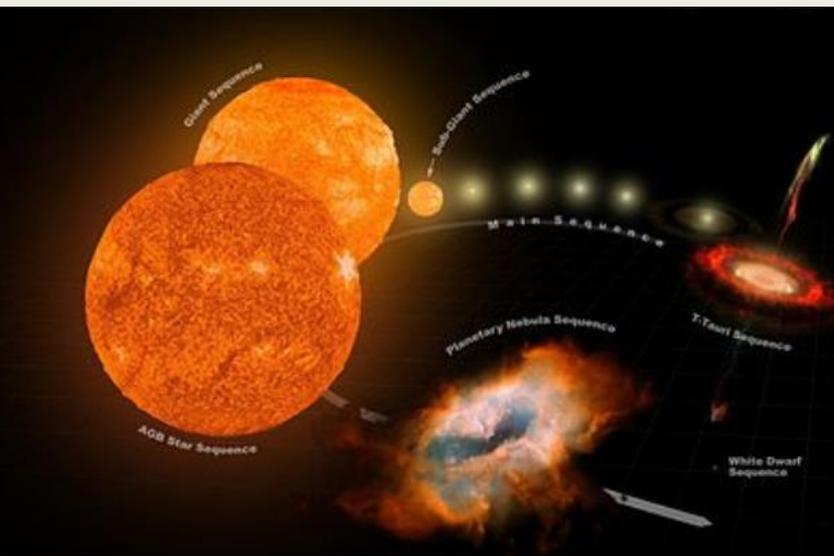
# **Formación y Evolución Estelar y Planetaria**

**Especialidad y Curso de Posgrado**

**Mercedes Gómez**  
**[mrcdsgomez@gmail.com](mailto:mrcdsgomez@gmail.com)**

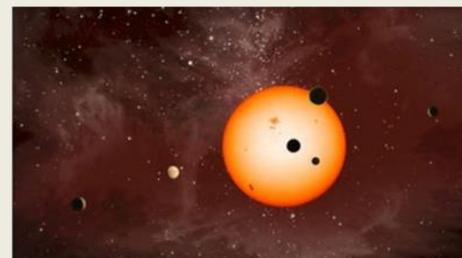
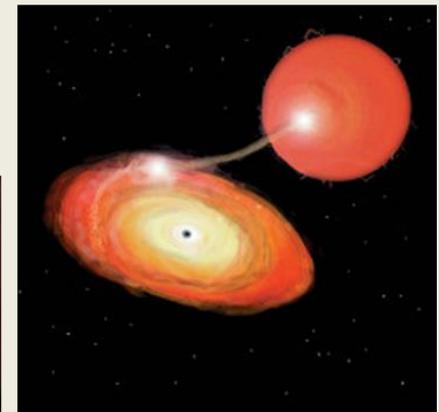
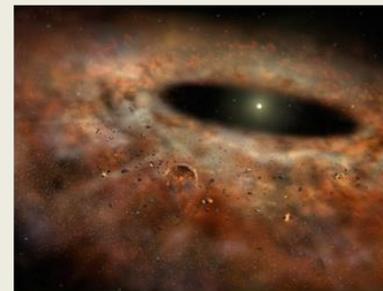
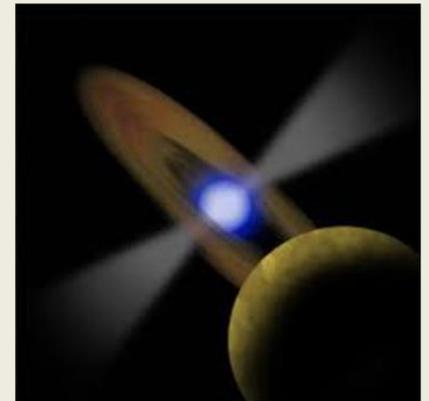
# Formación y evolución estelar en todo el espectro de masas estelares

- Desde las proto-estrellas a las enanas blancas, estrellas de neutrones, agujeros negros. Nubes moleculares. Escenarios de formación estelar. Jets estelares. Estrellas masiva. Enanas marrones. Secuencia principal inferior. Evolución pos-secuencia principal: ramas subgigante, gigante y gigante asintótica. Estrellas de masa baja e intermedia. Enanas blancas y nebulosas planetarias. Secuencia principal superior. Evolución de estrellas masivas. Formación del núcleo de hierro-níquel. Explosión de supernova: Tipos. Estrellas de neutrones y púlsares. Agujeros negros.



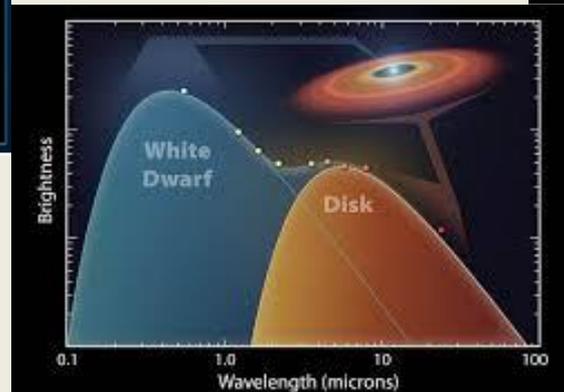
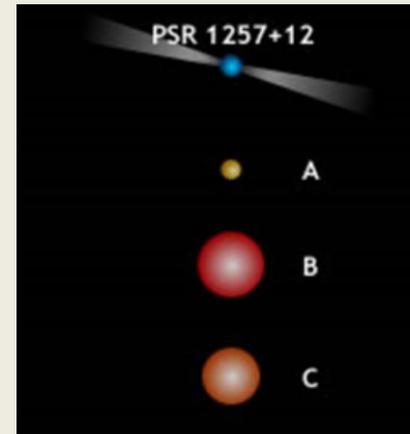
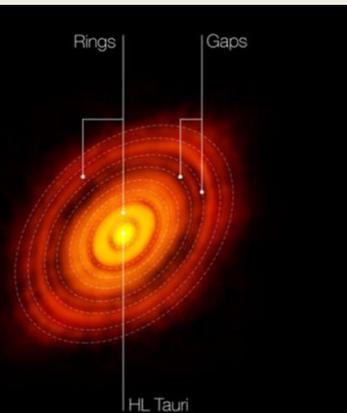
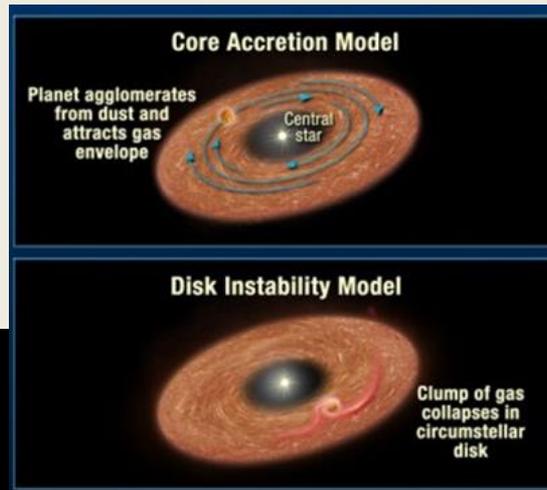
# Planetas extrasolares

- Técnicas de detección. Diversidad de exoplanetas y sistemas planetarios. Planemos. Sistemas planetarios múltiples: Arquitectura. Propiedades estelares: Diversidad. Similitudes y diferencias con el sistema solar.



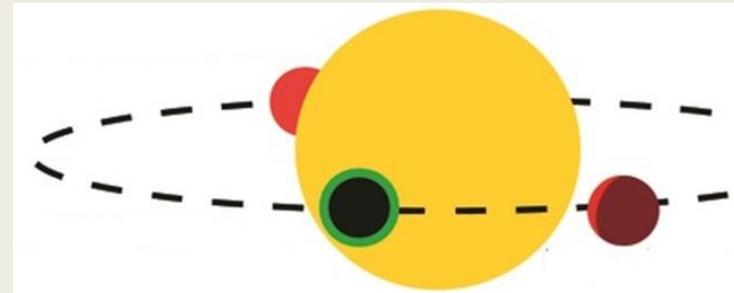
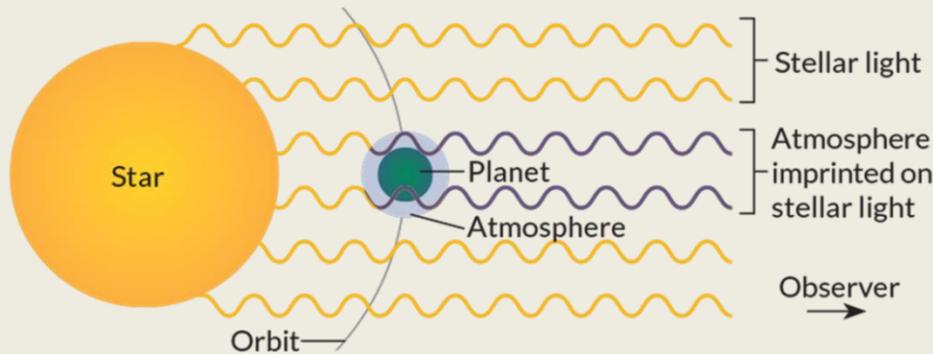
# Formación y evolución discos circunestelares y planetas

- Discos protoplanetarios: Mineralogía y evolución. Análogos del Cinturón de Kuiper y discos de escombros o desechos. Modelos de formación planetaria: Acreción de núcleo, inestabilidad gravitacional, modelos híbridos. Planetas en estrellas evolucionadas: subgigantes, gigantes, enanas blancas, pulsares.

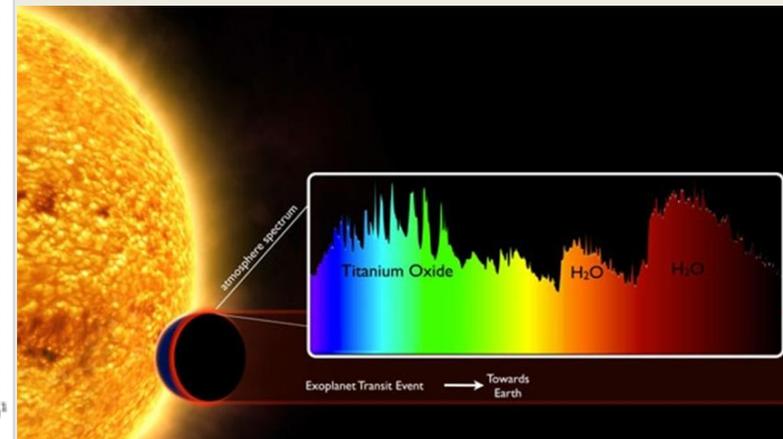
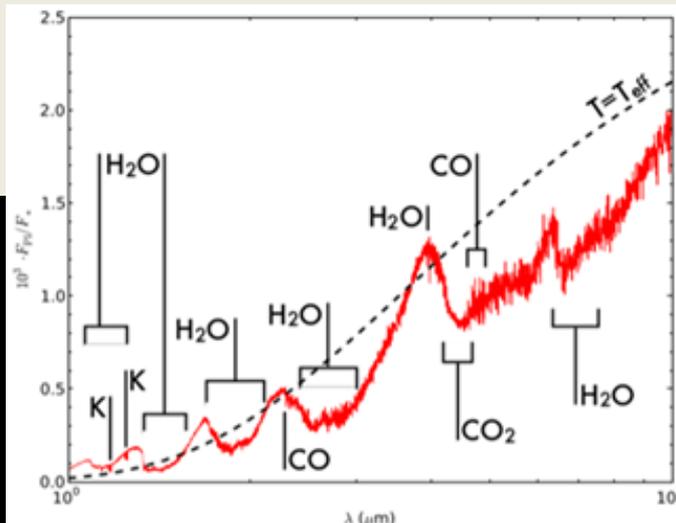
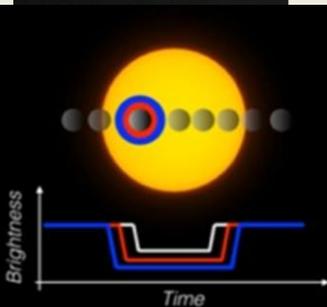


# Propiedades físicas de planetas extrasolares

- Determinación de parámetros físicos planetarios. Espectroscopía de transmisión. Espectros de "emisión". Espectroscopía directa. Composición química de las atmósferas planetaria. Temperatura, Presión, Radiación Ultravioleta, etc.

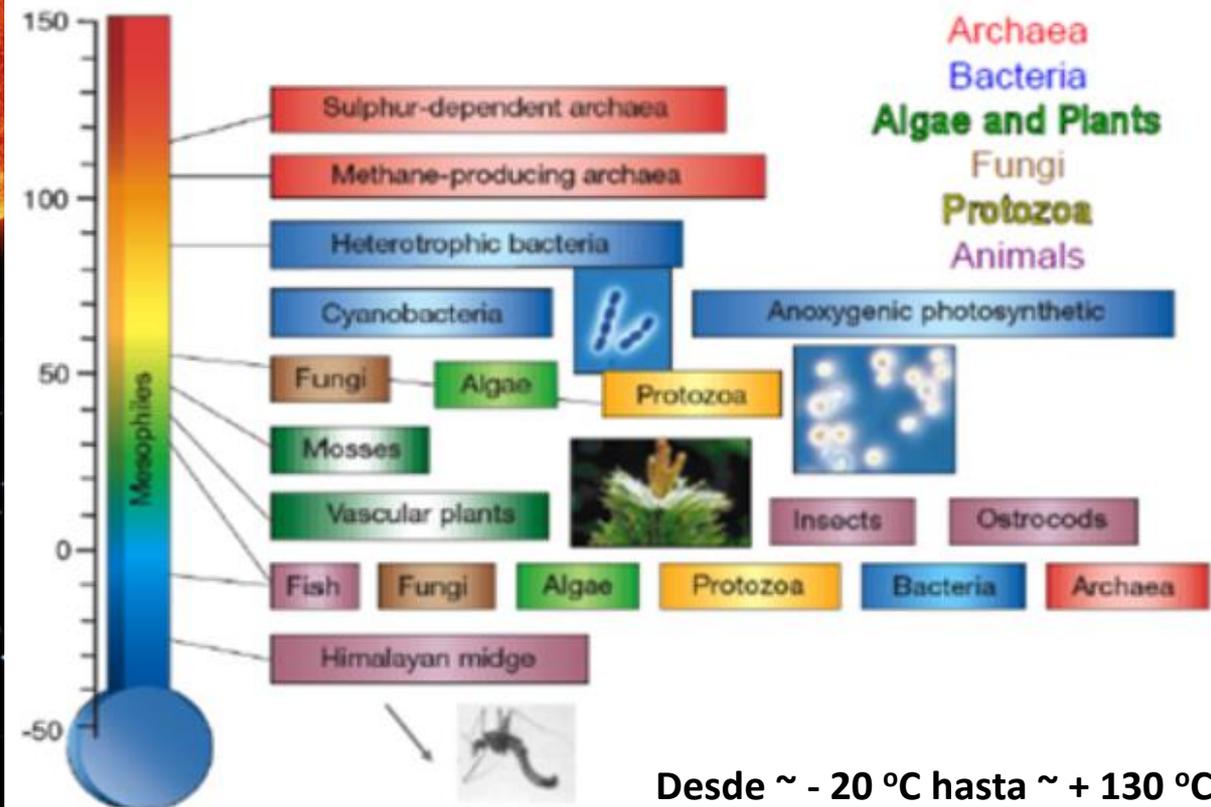
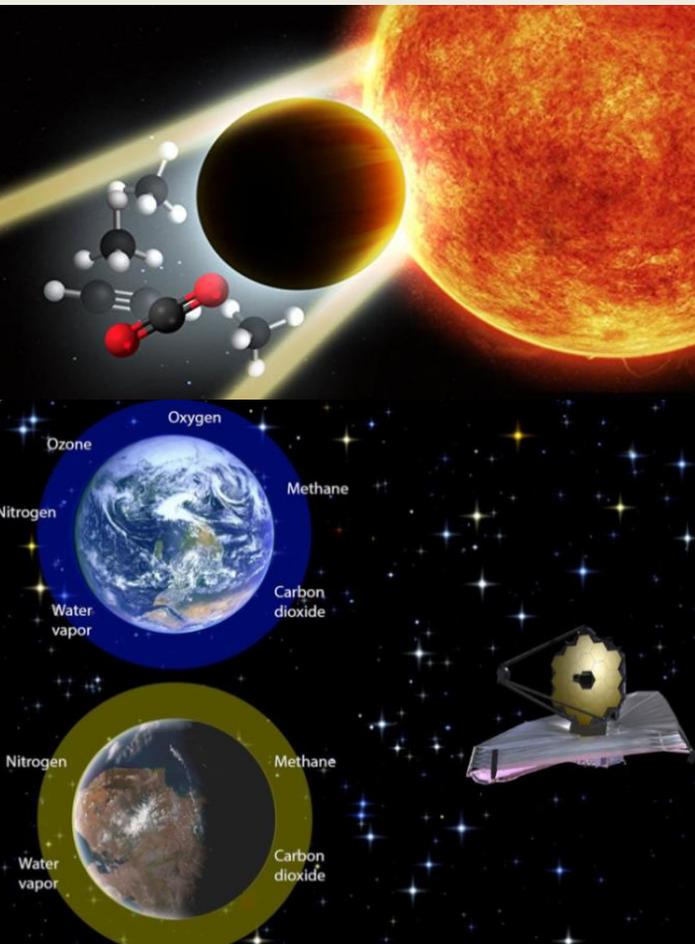


$$\frac{\Delta f}{f} = \left( \frac{R_p}{R_*} \right)^2$$



# Nociones básicas de Astrobiología

- Habitabilidad estelar y estrellas Astrobiológicamente interesante. Nociones básicas de Astrobiología. Extremófilos y Poliextermófilos. Bio-marcadores - Bio-indicadores. Búsqueda y detección de bio-marcadores en las atmósferas planetarias. Los Telescopios TESS y James Webb.



# En Síntesis ...

- Estudio de las propiedades físicas de estrellas y planetas a través de todo el ciclo evolutivo de las estrellas.
- Paradigma clásico vs Paradigma moderno.
- Relación entre propiedades físicas de estrellas y planetas con aspectos esenciales para la vida como habitabilidad, radiación UV, existencia de  $O_2$ ,  $H_2O$ , etc.

# Formación y Evolución Estelar y Planetaria

- **Materias correlativas:**

Para cursar: Astronomía General (aprobada) -- Astronomía Esférica (regularizada) -- Astrofísica General (regularizada).

Para rendir: Astronomía Esférica (aprobada) -- Astrofísica General (aprobada).

- **Condiciones de regularidad:**

Asistencia al 70% de las clases teóricas.

Presentación oral de un trabajo integrador desarrollado en forma gradual y supervisada durante el transcurso de la materia.

**PROGRAMA DE ASIGNATURA**

<b>ASIGNATURA:</b> Medio Interestelar, galaxias Starburst y Núcleos Activos de Galaxias.	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARÁCTER:</b> Especialidad I y III / curso de posgrado	
<b>CARRERA:</b> Lic. en Astronomía / Doctorado en Astronomía	
<b>RÉGIMEN:</b> cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 hs.
<b>UBICACIÓN en la CARRERA:</b> cuarto-quinto año / posgrado	

**FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

El medio interestelar constituye aproximadamente el 10 % de la materia visible de las galaxias, estando compuesto principalmente por gas y en mucha menor proporción por el polvo interestelar. El estudio del medio interestelar en sus distintos estados (ionizado, atómico, molecular) resulta de fundamental importancia, ya que está asociado a procesos directamente vinculados a la formación de estrellas en la Vía Láctea, así como en otras galaxias. El medio interestelar también puede ser un indicador de procesos que involucran alta emisión de energía y que no pueden ser explicados a partir de la formación de estrellas, como es el caso de los núcleos activos de galaxias.

En particular, en la primera sección de este curso se abordarán los fundamentos físicos que permitan entender los procesos que tienen lugar en el medio interestelar en su estado ionizado. Es necesario que el estudiante adquiera este conocimiento básico acerca de la física de las nebulosas gaseosas, ya que le permitirá comprender la fenomenología vinculada a las galaxias Starbursts y los Núcleos Activos de Galaxias, temática que también será abordada en este curso.

**CONTENIDO**

27

**1- FÍSICA DEL MEDIO INTERESTELAR**

Conceptos físicos básicos acerca del Medio Interestelar. Organización del Medio Interestelar y sus diferentes Fases. Proceso de Ionización en las distintas fases.

Composición del Medio Interestelar. Equilibrio de fotoionización en el medio difuso. Fotoionización y recombinación del hidrógeno. Fotoionización en una nebulosa de hidrógeno puro; esfera de Strömgren. Fotoionización en una nebulosa de hidrógeno y Helio. Reacciones de Intercambio de Carga. Equilibrio térmico. Inyección de energía por fotoionización. Pérdida de energía por recombinación, radiación libre-libre y por radiación de líneas excitadas colisionalmente. Densidad crítica. Equilibrio térmico resultante. Espectro emitido. Líneas de recombinación y radiación continua en el óptico. Líneas prohibidas. Coeficientes de emisión. Decremento de Balmer; casos de nebulosas transparentes y no transparentes a las líneas de Lyman. Polvo interestelar: extinción interestelar; polvo en Regiones H II. Distribución de nebulosas planetarias y regiones H II en la Galaxia y en otras galaxias. Mapeos de la estructura espiral en la Galaxia. Detección de la emisión nebular: instrumental espectroscópico e interferométrico.

## 2- DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS EN REGIONES H II.

Estimación de Enrojecimiento y su corrección. Determinación de Temperatura y Densidad electrónicas a partir de líneas de emisión en el rango óptico (método directo y método semi-empírico). Abundancias de elementos. Determinación de Abundancias de Oxígeno y Nitrógeno mediante métodos semi-empíricos.

## 3- GALAXIAS STARBURST

Introducción. Diferentes tipos de galaxias peculiares: Núcleos *Starburst* y Regiones HII Extragalácticas, *Blue Compact Dwarf Galaxies*, etc.. Propiedades integradas de las Galaxias *Starburst*. Distribución espectral de energía: emisión continua y de líneas. Indicadores de Formación Estelar: colores, H $\alpha$ , IR, etc. Ley de Kennicutt-Schmidt. Diagramas de diagnóstico en diferentes rangos de frecuencia (óptico, infrarrojo cercano, etc.). Luminosidad y tasas de formación estelar. Disparadores de la actividad de formación estelar. Asociación entre las propiedades galácticas globales de los SBs y la Formación Estelar. Espectrofotometría de galaxias con Formación Estelar (*Starburst99*). Interacciones de Galaxias. *Starbursts* a alto redshift.

#### 4- NÚCLEOS ACTIVOS DE GALAXIAS

Antecedentes históricos. Características generales. Clasificación de galaxias activas: Galaxias Seyferts, LINERs, QSOs, Quasars, Radio Galaxias. Espectros; líneas de emisión anchas y angostas. Proceso de Fotoionización. Parámetro de ionización. Regiones de líneas anchas y angostas: propiedades físicas (densidades, temperaturas electrónicas); estimaciones de masas y dimensiones.

Observaciones de AGNs en diferentes rangos de frecuencia. Fuente de energía. Masa de la fuente central. Relación de masas entre agujero negro y bulbo de la galaxia huésped. Tasas de acreción de masa. Variabilidad del continuo y de las líneas. Método de reverberación. Modelo unificado.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Physics of Thermal Gaseous Nebulae. 1984. L. H. Aller (D. Reidel)
- Astrophysics of Gaseous Nebulae and Active Galactic Nuclei. 1989. D. E. Osterbrock (Mill Valley, University Science Books).
- Spectroscopy of Astrophysics Plasmas. 1987. Ed. A. Dalgarno and D. Layzer (Cambridge University Press).
- Massive stars in Starbursts. 1991, Ed. C. Leitherer, N. R. Walborn, T. M. Heckman and C. A. Norman.
- Starburst galaxies. A.F.M. Moorwood. ESO Reprint N° 1170.
- Active galactic Nuclei. 1990. Ed. R. D. Blandford, H. Netzer and L. Woltjer.
- Accretion Power in Astrophysics. 1992. J. Frank, A. King and D. Raine (Cambridge University Press).
- The Nature of the Starburst Galaxies. M.D. Lehnert and T.M. Heckman. A. J., 472, 546, 1996.
- Quasars and Active Galactic nuclei. 1999. A.K. Kembhavi and J.V. Narlikar (Cambridge University Press).
- Active Galactic Nuclei. 1996. I. Robson. (Wiley Praxis series in Astronomy and Astrophysics).
- Galactic Astronomy. 1998. Binney & Merrifield. (Princeton University Press).

- Active Galactic Nuclei. 1999. J.H. Krolik (Cambridge University Press).
- Physics of the Interstellar and Intergalactic Medium. 2011. Bruce T. Draine (Princeton University Press).
- Active Galactic Nuclei, Beckman V. & Shrader, C., 2012 (Wiley-VCH)
- Nuclei of Seyfert galaxies and QSOs - Central engine and conditions of star formation. Workshop summary and open questions – 2013, Valencia et al . ArXiv 1312.1281v1
- Mid to far infrared properties of star-forming galaxies and active galactic nuclei, Magdis et al 2013, A&A, 558, 136.

## **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

Las actividades principales consistirán en clases teóricas y la realización de trabajos prácticos. Los alumnos además deberán elegir un tema directamente relacionado con la temática desarrollada en la materia y presentar una exposición oral sobre el mismo.

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Examen oral individual frente al tribunal designado.

### **CONDICIONES PARA OBTENER LA REGULARIDAD**

Asistencia al 70% de las clases teóricas. Aprobar los trabajos prácticos que se asignen, así como la presentación oral del desarrollo del tema elegido por el alumno.

### **CORRELATIVIDADES**

*Para cursar:*

- *Astronomía Esférica (aprobada) – Astrofísica General (regularizada).*

*Para rendir:*

- *Astrofísica General (aprobada).*

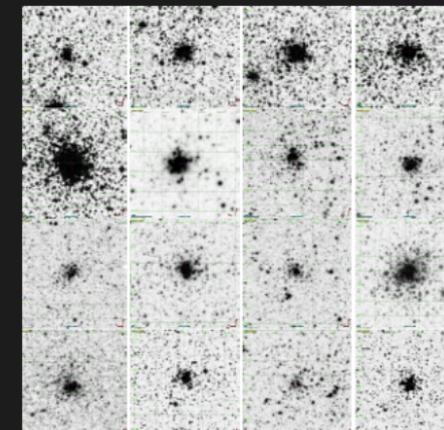
# Espectroscopía Integrada de Sistemas Estelares Galácticos y Extragalácticos

Carácter: Especialidad y/o Curso de posgrado

Docente: Dra. Andrea V. Ahumada (e-mail: [andrea@oac.unc.edu.ar](mailto:andrea@oac.unc.edu.ar))



Resumen: Los cúmulos estelares pueden ser considerados como “*building blocks*” que forman las galaxias, por lo cual su estudio provee valiosa información acerca de los procesos de formación estelar y sobre la historia de evolución química de las galaxias que los albergan. En esta asignatura abordaremos el estudio de los sistemas estelares galácticos y extragalácticos mediante sus espectros integrados. Aplicaremos diversas técnicas para el tratamiento de los espectros, tales como la síntesis espectral de poblaciones estelares y *template match*, a fin de derivar sus parámetros astrofísicos.



# Espectroscopía Integrada de Sistemas Estelares Galácticos y Extragalácticos

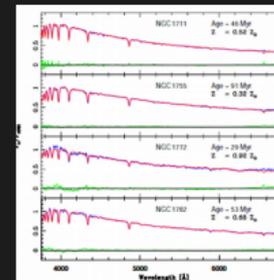
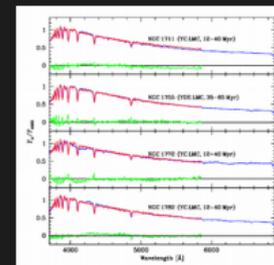
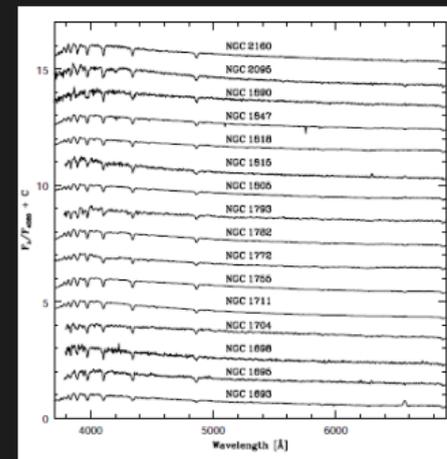
Docente: Dra. Andrea V. Ahumada (andrea@oac.unc.edu.ar)

Sistemas Estelares (Estrellas. Sistemas estelares. Evolución. Cúmulos estelares. Cúmulos estelares en nuestra Galaxia y en las Nubes de Magallanes)

Síntesis Evolutiva de Poblaciones Estelares (Poblaciones estelares simples y múltiples. Librerías espectrales empíricas y teóricas)

Reducción y Análisis de Datos Espectroscópicos (Herramientas para el tratamiento de datos)

Síntesis Espectral de Poblaciones Estelares y *Templates* (Diferentes *Softwares*. Ajustes de espectros sintéticos. Librerías de espectros. Síntesis de cúmulos estelares. *Templates*. Parámetros espectroscópicos integrados. Aplicación)



# Espectroscopía Integrada de Sistemas Estelares Galácticos y Extragalácticos

Docente: Dra. Andrea V. Ahumada ([andrea@oac.unc.edu.ar](mailto:andrea@oac.unc.edu.ar))

## **Correlativas:**

Para cursar: Astrofísica General (regularizada)

Para rendir: Astrofísica General (aprobada)

## **Condiciones para regularizar:**

75% de asistencia a clases teóricas y prácticas.

Aprobar el trabajo práctico







Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

<b>ASIGNATURA:</b> Estructura y Dinámica de la galaxia	<b>AÑO:</b> 2017
<b>CARÁCTER:</b> Especialidad I / II / III	
<b>CARRERA/s:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>RÉGIMEN:</b> cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 hs.
<b>UBICACIÓN en la CARRERA:</b> cuarto/quinto año – Primer Cuatrimestre	

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Esta materia de Especialidad pretende dar una visión general de la Galaxia que habitamos. Los alumnos han estudiado la astrofísica estelar y a través de las estrellas que se observan y la estadística que se aplica a distintas muestras y volúmenes, comienzan a entender la Galaxia que habitamos. Las distintas poblaciones estelares que se observan están íntimamente ligadas a las diferentes componentes que forman la Galaxia. Es una materia netamente observacional que pone en evidencia los diferentes relevamientos estelares que han servido y sirven para entender la estructura de la Galaxia.

Entre los objetivos principales se cuenta la visión global de la Galaxia, entender cómo se distribuyen las estrellas y cual es el aporte al entendimiento global de la formación de nuestra Galaxia.

### CONTENIDO



## PROGRAMA

UNIDAD 1. Estructura galáctica. Medidas astronómicas. Propiedades de las estrellas. Evolución estelar. Poblaciones estelares.

UNIDAD 2. Componentes de la Vía Láctea. El "bulge" galáctico. Forma. Contenido Metálico. Edad.

UNIDAD 3. Estructura en gran escala del Disco. Brazos Espirales. Cinemática del Disco galáctico. Relación Edad-Metalicidad-Velocidad para el Disco galáctico. "Warp". Extinción y Distribución de la Materia Interestelar Galáctica.

UNIDAD 4. Estructura en pequeña escala del Disco. Encontrando sub-estructuras. Cúmulos Abiertos. Asociaciones OB. Super cúmulos y grupos en movimiento. El cinturón de Gould. Complejos estelares y Regiones de Formación Estelar. Estrellas "Run-Away". Estructura Interna y Dinámica de Agregados Estelares.

UNIDAD 5. El Disco grueso. Formación del Disco Grueso. "Signatures" cinemáticas. Distribución de Metalicidades.

UNIDAD 6. El Halo estelar. Abundancias, Edades y Evolución Química. Corrientes en el Halo. Sagittarius. El Halo exterior.

UNIDAD 7. Cúmulos Globulares. Dinámica Interna y distancias. Disrupción tidal.

UNIDAD 8. Materia Oscura y la Masa de la Vía Láctea. Materia Oscura en el Disco. Binarias. Velocidad de Escape Local. Movimientos espaciales de Cúmulos globulares distantes y satélites. Usando corrientes tidales para determinar el Perfil de Masas.

UNIDAD 9. Campo de Radiación estelar y el Medio Interestelar. Descripción de ISM. Nubes. Medio inter-nubes. El campo de radiación estelar. Distancias de nubes y asociaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFIA BASICA

36

Galactic Astronomy de Binney & Merrifield (libro principal).

Galactic Dynamics de Binney & Tremaine.

Galactic Astronomy de Mihalas & Binney.

Artículos seminales, progresos en el área y nuevos resultados estadísticos provenientes de los relevamientos más modernos.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

## METODOLOGÍA DE TRABAJO

La materia incluye clases teóricas y de practicas. En las clases practicas se realizan trabajos estadísticos con catálogos provenientes de los relevamientos estelares estudiados.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

Presentación de seminario por parte del alumno sobre un relevamiento reciente realizado en la Galaxia.

Prácticos estadísticos resultantes de manipular catálogos provenientes de estos relevamientos.

Examen final: Tema propuesto por el alumno y evaluación final por parte del tribunal sobre temas de la materia.

### CONDICIONES PARA OBTENER LA REGULARIDAD Y PROMOCIÓN

Regularidad alcanzada con la presentación del Seminario e Informes escritos sobre los Prácticos relacionados.

Esta materia no está sujeta a promoción.

### CORRELATIVIDADES

*Para cursar:*

- Astronomía Gral. II (Aprobada)<sup>37</sup>
- *Astrofísica Gral. (Regularizada)*

*Para rendir:*

- *Astrofísica Gral. (Aprobada)*



# Curso de posgrado: **Propiedades Observacionales de Cúmulos y Grupos de Galaxias**

Hernán Muriel







- Catálogos de Cúmulos de Galaxias en el óptico: tradicionales y automáticos
- Supercúmulos.
- Función de correlación de Cúmulos y Supercúmulos.
- Mecanismos de emisión: térmica y no térmica.
- Espectro de la emisión en rayos X. Espectro continuo y de líneas.
- Detección de cúmulos de Galaxias con emisión en rayos X.
- Detección de cúmulos de galaxias con emisión en radio.
- Correlación de la emisión en radio con la emisión en X y la información en el óptico.
- Clasificaciones morfológicas en base a la información en el óptico.
- Clasificaciones morfológicas en base a la información en X.
- Distribución de las galaxias, emisión en X, gas caliente y materia oscura.
- Modelo beta. Modelo NFW.
- Dispersión de velocidades ( $\sigma$ ). Morfología en base a  $\sigma$ .
- Otras formas alternativas de estudiar la morfología de los cúmulos.
- Mapas de temperatura y entropía.
- Contenido galáctico de los cúmulos de galaxias.
- Morfología de las galaxias en cúmulos y su dependencia con el entorno.
- Distribución 2D vs. distribución 3D.
- Cooling flows (cool core).
- Galaxias cD, propiedades y modelos de formación.
- Modelos para la determinación de masa de las galaxias, del gas y de la materia oscura.
- Masas en función del radio.
- Determinaciones de masa vía óptico, vía X y vía lentes gravitacionales. Grandes arcos, arclets y weak lensing. Estimaciones de  $H_0$ .
- Efecto Sunyaev-Zeldovich. Estimaciones de  $H_0$ .
- Contenido bariónico de los cúmulos.
- Relación  $\sigma$  vs.  $T$  (dispersión de velocidades vs. temperatura del gas caliente).
- Función de luminosidad de los cúmulos de galaxias.
- Función de temperatura. Estimación de parámetros cosmológicos.
- Función de masa. Estimación de parámetros cosmológicos.
- Espectro de potencia.
- Análisis comparativo de las propiedades de Cúmulos y Grupos de Galaxias.

# Núcleos Activos de Galaxias

Carácter: Especialidad

Docente: Dr. Luis Vega

E-mail: [luis@oac.unc.edu.ar](mailto:luis@oac.unc.edu.ar)

## Resumen

Los Núcleos Activos de Galaxias (AGN: Active Galactic Nuclei) son galaxias que contienen en su núcleo un agujero negro supermasivo y un disco de acreción de materia, p.ej., las galaxias Seyfert y los quásares. La emisión que se produce abarca todo el rango electromagnético, desde rayos gamma hasta ondas de radio, y constituye una fracción significativa de toda la energía emitida por la galaxia. Además de esta inyección de energía al medio pueden estar presentes outflows, shocks, y formación estelar. Este curso abordará estos temas desde el punto de vista teórico y observacional de AGN a diferentes redshifts y su relación con la evolución de la galaxia.

# Núcleos Activos de Galaxias

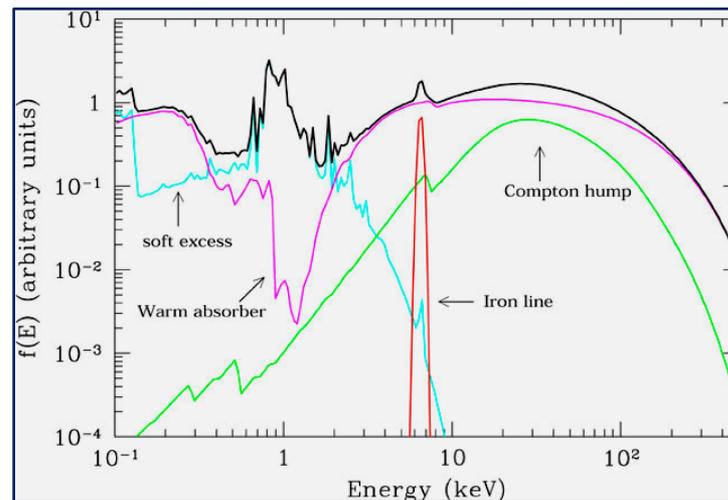
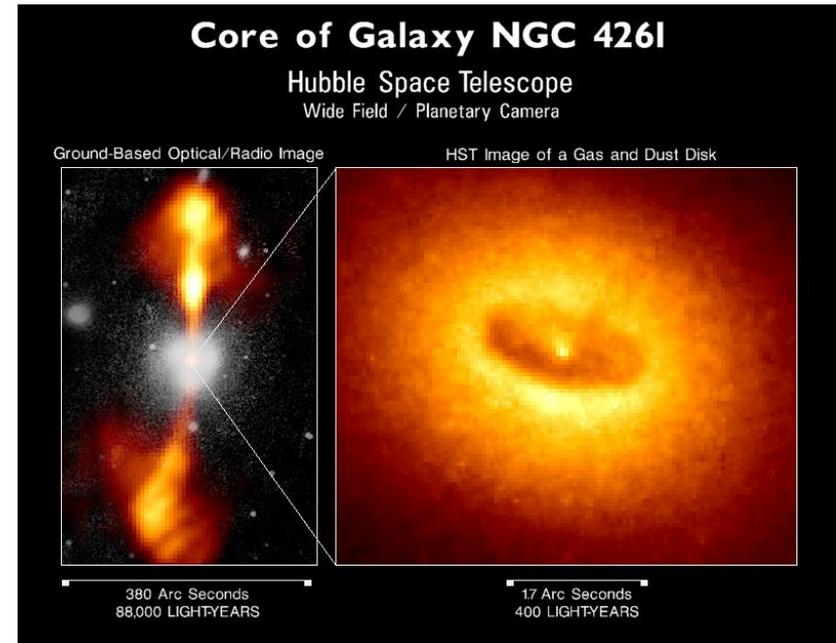
Carácter: Especialidad

Docente: Dr. Luis Vega

E-mail: luis@oac.unc.edu.ar

## Contenidos mínimos:

1. Resultados Observacionales
2. Física de AGN
3. Parámetros Físicos
4. Agujeros Negros
5. Modelización Espectral



# Núcleos Activos de Galaxias

Carácter: Especialidad

Docente: Dr. Luis Vega

E-mail: [luis@oac.unc.edu.ar](mailto:luis@oac.unc.edu.ar)

## Materias Correlativas:

Para cursar:

- Astrofísica General y Astrometría General (regularizadas)

Para rendir:

- Astrofísica General y Astrometría General (aprobadas)

## Condiciones para regularizar:

- Asistencia a clases Teóricas
- Trabajo Práctico y Exposición



# Astrostatistics

Mariano Dominguez

April 22, 2019

## The Rise of Statistics and Informatics in Astronomy

Astronomy is entering the cyber age. Astrostatistics and astroinformatics are burgeoning enterprises with rapid growth in the astronomical research literature, cross-disciplinary meetings, new textbooks, and attention by scholarly societies. These trends are responding to the proliferation of large-scale imaging, spectral and time domain data. Advanced computational and statistical analysis techniques are essential to analyzing our increasing data flow and realizing our endeavor to characterize and understand cosmic phenomena.

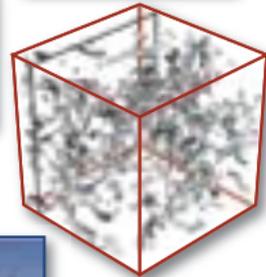
The Astrostatistics and Astroinformatics Portal (<http://asaip.psu.edu>) is a new Web site serving the cross-disciplinary communities of astronomers, statisticians and computer scientists. It is intended to foster research into advanced methodologies for astronomical research, and to promulgate such methods into the broader astronomy community.

## Science Paradigms

- Thousand years ago:  
**science was empirical**  
*describing natural phenomena*
- Last few hundred years:  
**theoretical** branch  
*using models, generalizations*
- Last few decades:  
**a computational** branch  
*simulating complex phenomena*
- Today: **data exploration (eScience)**  
*unify theory, experiment, and simulation*
  - Data captured by instruments or generated by simulator
  - Processed by software
  - Information/knowledge stored in computer
  - Scientist analyzes database/files using data management and statistics



$$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 = \frac{4\pi G\rho}{3} - K\frac{c^2}{a^2}$$





Check the phenomena by yourself: **Machine Learning in Astrophysics**

- **Photometric Redshifts** (Pasquet et al. 2019; Disanto & Polsterer 2018)
- **Morphological Classification** (Ma et al. 2018)
- **Galaxy Formation** (Rafieerantsoa et al. 2018)
- **Transient Detection** (Masci et al. 2019; Cavaglia et al. 2018; Sooknunan et al. 2018)
- **Ligh Curve Classification** (Lochner et al. 2016; Akras et al. 2018; Bugnet et al. 2018; Heinze et al. 2018)
- **PSF Modelling** (Fast Point Spread Function) (Reiman & Gohre 2018)
- **Supernova Detection** (Masci et al. 2019; Bloom et al. 2012; Djorgovski et al. 2012; Adams et al. 2013)
- **Gravitational Lensing Detection** (Armitage et al. 2018)
- **Mock Catalogs** (Jennings et al. 2019; Khan et al. 2018)
- **Radio Sources Detection** (Pang et al. 2018)
- **Cosmology** (La Plante & Ntampaka 2018; Simola et al. 2018; Merten et al. 2018)
- **Detección de ondas gravitacionales** (Jit Singh et al. 2018)
- **Big Catalogs Analysis** (Bai et al. 2018)
- **Exoplanets Transits** (Mislis et al. 2018; Schanche et al. 2018)
- **QSO-Star Classification** (Bai et al. 2019; Morice-Atkinson et al. 2018)
- **SED Analysis** (Ucci et al. 2019)
- **Stellar Clusters** (Gao 2018; Askar et al. 2018; Das and Sanders 2018)

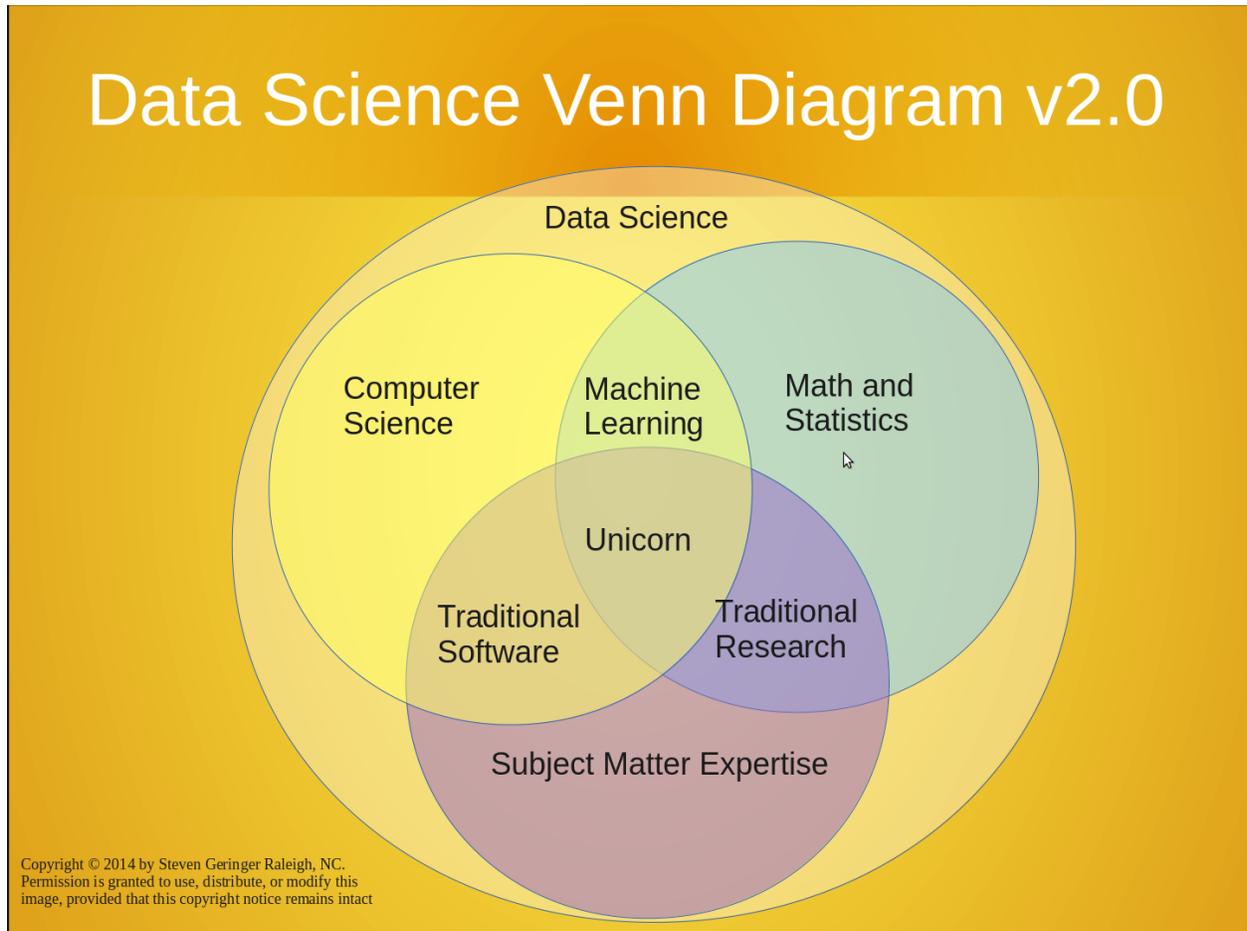
**You should select a problem(s) in astronomy that could be solved using these techniques in order to apply them in the practical part of this course.**

Using the Python Language and the git code management tool. The core python packages for scientific computing are:

- Numpy
- SciPy
- Matplotlib
- astroML
- Scikit-learn
- PyMC
- Healpy
- Astropy
- Pandas

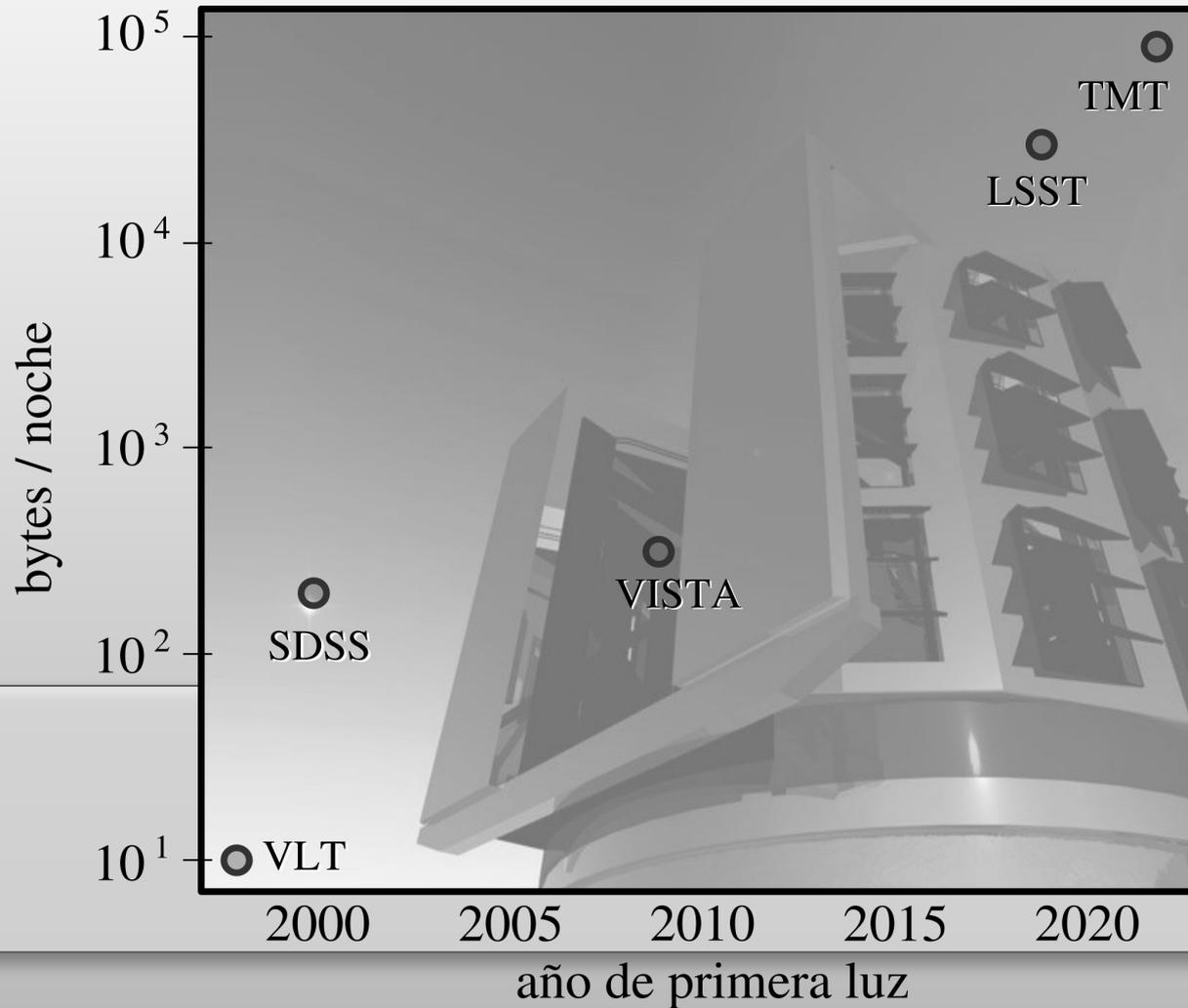
Computational science must develop standards for reproducibility before it can be considered a third (fourth) branch of the scientific method i.e. **Reproducible Research or Data and Code Sharing with publication.**

- An incomplete survey of the relevant literature:
  - Numerical Recipes 3 by Press, Teukolsky, Vetterling and Flannery.
  - The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction by Hastie, Tibshirani and Friedman.
  - Modern Statistical Methods for Astronomy with R Applications by Feigelson and Babul.
  - Information Theory, Inference and Machine Learning Algorithms by Mac Kay.
  - Pattern Recognition and Machine Learning by Bishop.
  - Artificial Intelligence by Russell and Norvig.



# Simulación y visualización [OAC.2019]

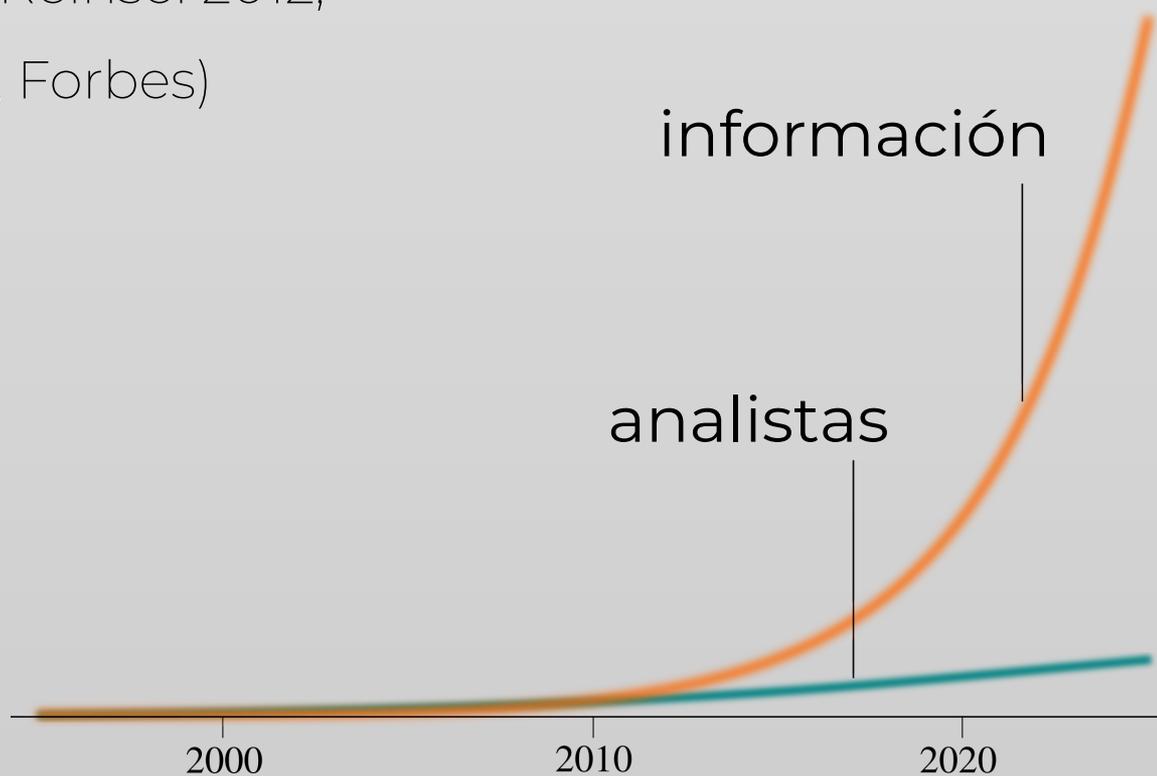
# Simulación y visualización [OAC.2019]



(adaptado de Kremer+2017)

La cantidad de información en  
el mundo se duplica cada dos años

(Gantz & Reinsel 2012;  
LinkedIn; Forbes)



VISUALIZACIÓN  
SIMULACIÓN

animaciones tiempo atributos  
gestalt densidad atención  
contexto histogramas espacio embeddings orden  
etiquetas python **Visualización** forma  
paletas mapas correlaciones visión cierre  
esquemas matices congruiva t-SNE **R** foco color multidimensional tablas estética  
codificación alineación intensidad similaridad barras ojo  
ilusiones aglomeraciones coordenadas interpretación fuentes  
interactivo tamaño dispersión superficies área percepción  
conexión software orientación **Tipos de gráficos**  
abstracción texto presentaciones

**SIMULACIÓN**  
VISUALIZACIÓN

Cadenas de Markov Algoritmos genéticos  
muestreo Reducción de varianza  
estratificado importancia *chi-cuadrado*  
Datos Pruebas de ajuste multidimensional  
Montecarlo poblaciones *Gibbs*  
*Hastings-Metrópolis estocásticos* validación Bootstrap  
Poisson Modelos Latin hypercube sampling  
Estadística verificación algoritmos  
Resampling Números aleatorios  
KS-test Simulación ECM  
composición Jackknife  
*Narrativa* annealing PSO *procesos*  
Eventos discretos  
toma de decisiones Estimación de intervalos  
parámetros  
problema de las dos muestras

#EnvisionDataScience

 @LaresMarcelo

# Diseño de software para cómputo científico.

---

Curso de postgrado para doctorado  
Juan B. Cabral (jbc.develop@gmail.com)

La ciencia tiene una dependencia de grandes infraestructuras computacionales como super-computadoras e infraestructuras de redes.

Con esto las tareas del científico moderno también abarcan desarrollar herramientas confiables, optimizando el uso del cómputo, así como su tiempo en tareas de desarrollo.

# Aclaraciones previas.

- **Lenguajes de alto nivel:**

Python, R, Julia, etc.

- **Lenguajes de bajo nivel:**

C, C++, FORTRAN, etc.

---

# Objetivos

- Explicar el **correcto** uso de lenguajes de alto y bajo nivel. (utilizar la simpleza de los primeros **cuando se pueda** y la eficiencia de los segundos **cuando se necesite**).
- Introducir técnicas y tecnologías modernas para la creación de software **confiables**.

**En palabras simples: Exprimir un lenguaje de alto nivel hasta el punto que sea necesario el esfuerzo de utilizar bajo nivel.** (en nuestro caso el alto nivel es **Python**)

# Aclaraciones posteriores.

**No se va enseñar HPC** (Eso es la materia de Nicolás Wolovick).

**No se va enseñar grandes volúmenes de datos** (Esto es la materia de Damián Barsotti)

Si se va enseñar **cuándo** es útil alguna de esas dos técnicas.

---

# Aclaraciones Finales.

- La ingeniería de software es un área imposible de barrer extensivamente en su totalidad en una materia.
- La idea es preparar al alumno en el uso eficiente de herramientas de alto nivel así como prácticas básicas para la mejora de la calidad de sus proyectos resultantes.
- Osea: como se trabaja en la industria.

# Contenido

lo que se ve.

1. Lenguajes de alto nivel.
2. Calidad de software.
3. Persistencia de datos.
4. Optimización, paralelismo, concurrencia y cómputo distribuido en alto nivel.
5. Integración con lenguajes de alto nivel con bajo nivel.
6. Utilidades.

## 1. Lenguajes de alto nivel

1. Mini intro a Python.
2. Una intro a librerías de cómputo científico (Numpy + Scipy + Matplotlib + Pandas).
3. Orientación a objetos.

## 2. Calidad de software

1. Depuración de código.
2. Testing.
3. Profiling.

### 3. Persistencia

1. CSV, XML, JSON y todos los formatos comunes de texto plano.
2. Formato HDF5.
3. SQL y bases de datos.

### 4. Optimización, paralelismo, concurrencia y cómputo distribuido en alto nivel

1. Compiladores justo a tiempo (Numba).
2. Hilos, concurrencia y paralelismo.
3. Intro a cómputo distribuido.

## 5. Integración con lenguajes de alto nivel con bajo nivel

1. Cython (Python compilado).
2. Integración con C/C++.
3. Integración con FORTRAN.

## 6. Utilidades

1. Herramientas comunes (SSH, GIT, entornos virtuales).
2. Versionado.
3. Publicación de Paquetes.

# Cerrando

- Se va a evaluar con trabajos prácticos y un seminario final.
- Está orientado a los doctorados de todas las licenciaturas.
- La unidad de utilidades (unidad 6) se va a ver en paralelo con las demás (vendría a ser algo así como el práctico).

