

D I P L O M A E N ASTRONOMÍA U N I V E R S I D A D D E A N T I O Q U I A

Curso 2022-2

Galaxias y Cosmología

Agosto 13 a Diciembre 3 de 2022

Información completa: <http://astronomia-udea.co/cursos>

Jorge I. Zuluaga, Ph.D.

Profesor - Instituto de Física - U. de A.

Presentación

Si hay una historia increíble para contar en astronomía es la de cómo nosotros, los humanos, un puñado diminuto de materia que lleva observando y pensando sobre el universo unos cuantos miles de años desde una esquina cualquiera de una entre billones y billones de galaxias, como hemos podido reconstruir la historia del universo. Este curso es justamente sobre cómo conseguimos esta hazaña y a qué conclusiones (¡cuál más asombrosa!) hemos llegado en este proceso. Al ambicioso proyecto científico que busca describir el universo como un todo y contar su historia se lo conoce como Cosmología. En esta aventura viajaremos al pasado (al pasado de la ciencia) para reconstruir, primero, cómo a través de ingeniosos métodos logramos encontrar nuestro lugar en el Universo y medir su tamaño. Cómo pasamos, en 20 siglos, de ocupar el centro del cosmos a descubrir que vivimos en uno de los billones de “universos isla” (galaxias) que forman el universo. Las galaxias son los ladrillos del universo y serán protagonistas en este viaje. Conoceremos cómo funcionan, cómo se forman e interactúan entre sí, pero más importante, como su estudio nos ha enseñado acerca de la forma, tamaño y edad del universo. Junto al estudio de las galaxias y de los ecos del Big-Bang (la radiación cósmica de fondo) reconstruiremos la historia del Universo, desde un inicio caliente y denso (el Big-Bang) hasta la formación de estrellas

y planetas. ¿Es nuestro Universo único o es uno más de infinitas “burbujas” de existencia en un multiverso?. Está, la pregunta más importante y difícil de la cosmología contemporánea, será también parte de este viaje intelectual increíble.

Contenido temático

Este es el contenido relativamente detallado de lo que veremos en el curso. Se divide en unidades temáticas que agrupan temas relacionados entre sí.

Módulo 1. Nuestro lugar en el cosmos.

Una descripción global del Universo: extensión, forma, edad, composición, preguntas abiertas, multiverso. La escalera de distancias. La determinación del tamaño de la Tierra: antigüedad, siglo 18. Paralaje: siglo 19, siglo 20 y siglo 21. El descubrimiento de las cefeidas. El descubrimiento de la Galaxia. Las observaciones de William Herschel. El modelo de la Galaxia. El modelo de Shapley. El descubrimiento de las galaxias. El gran debate. Las nebulosas espirales: propiedades observacionales. La medida de la distancia a las primeras galaxias. La primera clasificación de Hubble. El descubrimiento de la expansión. Los espectros de las galaxias. La ley de Hubble-Lemaître. El parámetro de Hubble. La primera crisis de la escalera de las distancias. ¿De qué está hecho el universo?, primera parte.

Módulo 2. Galaxias.

La Galaxia revelada. Oort y el vecindario estelar. La rotación de la Galaxia, los primeros pinitos. Nubes de gas y los brazos espirales. Materia invisible y la rotación de la Galaxia. Anatomía de la Galaxia. Subestructuras. Composición. Dinámica de los brazos espirales. El centro de la Galaxia. El descubrimiento de Sagitario A*. Las propiedades del agujero negro en el centro de la Galaxia. La observación del agujero negro en el centro de la Vía Láctea. Lo que aprendemos sobre la Vía Láctea viendo otras galaxias de disco. Galaxias distintas, galaxias elípticas. Cúmulos de galaxias y materia oscura. Lentes gravitacionales fuertes, lentes gravitacionales débiles y el mapa de la materia oscura. ¿Cuántas galaxias hay en el Universo? La escalera de distancias (parte 2). Métodos galácticos de medidas de distancias. Supernovas en galaxias. Las supernovas como candelas estándar. La ley de Hubble-Lemaître a grandes distancias. Galaxias activas. El descubrimiento de los cuásares. Núcleos galácticos activos. El

modelo unificado de los AGN. Agujeros negros supermasivos en galaxias. ¿Cómo se fotografía un agujero negro.

Módulo 3. Cosmología.

La expansión del Universo. El Universo relativista: ¿qué significa la recesión de las galaxias?. El origen del corrimiento al rojo. El Universo homogéneo y el principio Cosmológico. Modelos cosmológicos. La ley de Friedmann-Lemaître. La geometría del Universo. ¿Es el universo finito o infinito?. ¿Podría la expansión detenerse y revertirse?. El descubrimiento de la expansión acelerada. Modelos con constante cosmológica o energía oscura. ¿Qué es la energía oscura?. La radiación cósmica de fondo. Si hay expansión, hay origen. El Big-Bang de Lemaitre y Fred Hoyle. Prediciendo el calor inicial. En busca de las cenizas del Big-Bang. El descubrimiento fortuito. Las anisotropías de la radiación cósmica de fondo. Big-Bang. Antes y después de la radiación cósmica de fondo. ¿Cómo reconstruir la historia del Universo durante el Big-Bang?. Historia térmica del Big-Bang. ¿Cómo empezó la expansión?. El modelo inflacionario. De la inflación al multiverso. La Gran Historia. La evolución de la materia oscura. La era oscura. Cómo surgieron las estrellas y la reionización. Cómo surgieron las galaxias. El primer planeta. La era de la dominación de la energía oscura. El ensamblaje de la Vía Láctea. El futuro del Universo.

Cronograma

Actualizado: Octubre 22 de 2022

En esta tabla se hace una programación preliminar de las jornadas de lecciones. Cada jornada está hecha típicamente de 2 lecciones. El orden y la duración puede cambiar durante el semestre. El orden de los temas se escoge para mayor disfrute del curso y no sigue necesariamente el orden de unidades descrito arriba.

Jornada	Contenido	Sesión	Tipo
1	Presentación e introducción Descripción global del Universo	Agosto 13	Virtual
2	Un universo muy grande	Agosto 20	Semipresencial
3	La escalera de distancias: primera parte.	Agosto 27	Virtual
4	El descubrimiento de la Galaxia	Septiembre 3	Virtual
5	De la materia negra a los universos isla	Septiembre 10	Semipresencial
6	Galaxias y expansión	Septiembre 17	Semipresencial
7	La escalera de distancias: segunda parte.	Septiembre 24	Virtual

8	La Galaxia revelada	Octubre 1	Virtual
9	Estructura y funcionamiento de las galaxias	Octubre 8	Semipresencial
10	Galaxias activas.	Octubre 15	Semipresencial
11	Universo relativo	Octubre 22	Virtual
12	Universo y energía	Octubre 29	Virtual
13	¿De qué está hecho el Universo?	Noviembre 5	Semipresencial
14	Modelos cosmológicos	Noviembre 12	Semipresencial
15	Big-Bang, inflación y multiverso	Noviembre 19	Virtual
16	La Gran Historia	Noviembre 26	Virtual
17	Charla de síntesis del curso Clausura	Diciembre 3	Semipresencial

* Sesión solo virtual: el profesor y todos los participantes están en Zoom.

** Sesión semipresencial: el profesor y algunos participantes están en un aula real mientras los demás se conectan por Zoom.

Bibliografía

En la lista a continuación encontrarán algunas fuentes que es posible que el profesor use en el semestre. Se trata de libros que van desde textos semi profesionales (S) a textos divulgativos (D).

- **De la tierra al universo, astronomía general teórica y práctica**, Davi Galadi-Enriquez y Jordi Gutierrez Cabello (2022) [D].
- **Universo**, Rees (2012) [D].
- **Universe**, Freedman, Geller & Kaufman (2019) [S].
- **An introduction to modern cosmology**, Liddle (2015) [S].
- **Fundamental astronomy**, Karttunen (2017) [S].
- Artículos selectos de la revista “Investigación y Ciencia) [D].