ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE QUITO

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

BOLETÍN 2019 ASTRONÓMICO

Boletín Astronómico 2019

Observatorio Astronómico de Quito

http://oaq.epn.edu.ec/

Dirección: Av. Gran Colombia S/N, Interior del parque *La Alameda*. CP: 170403

Teléfonos: 02-2583451/ 02-2570765 Ext: 100

Edición en Revisión

Coordenadas: 0°12’54”S 78°30’09”O

Dr. Ericsson López
Director del Observatorio Astronómico de Quito

Unidad de Astronomía y Astrofísica
Dr. Ericsson López
Dr. Jairo Armijos
Fís. Franklin Aldás
Fís. Daysi Quinatoa
Sr. Patricio Salazar

Unidad de Clima Espacial
Ing. Daniel Vera

Unidad de Meteorología
Lcdo. Yoandy Hernández

Unidad de Electrónica
Ing. Gary Flores
Ing. Darwin Mena
Ing. Santiago Sandobalín
Ing. Henry Llumiquinga

Unidad de Mecánica
Ing. David Benalcázar

Unidad de Diseño
Ing. Edison Celi

Secretaría
Ing. Carla Cisneros

Museo Astronómico
Ing. Freddy Picoíta
Lcda. María Eugenia Ramos
Lcdo. Francisco Carvajal
Lcdo. Darwin Jaramillo

Servicios Generales
Sr. Luis Kang

El Boletín Astronómico es una publicación anual que realiza el Observatorio Astronómico de Quito (OAQ) de la Escuela Politécnica Nacional (EPN) con el fin de divulgar las actividades organizadas por nuestra institución en el campo de la Astronomía.

En esta edición se incluyen resúmenes de conferencias técnicas dictadas a lo largo del año 2019, información del Congreso internacional *On the Origin (and Evolution) of Baryonic Galaxy Halos*, resúmenes de clases dictadas en la V Escuela Ecuatoriana de Astronomía y Astrofísica, información de eventos astronómicos, información de actividades organizadas por el OAQ y, además, noticias relevantes en el campo.

Boletín Astronómico 2019: 1ra Edición en Revisión

Comité Editorial
Dr. Ericsson López, Editor

Redacción
Dr. Ericsson López
Dr. Jairo Armijos
Fís. Franklin Aldás
Lcda. María Eugenia Ramos
Fís. Daysi Quinatoa
Sr. Patricio Salazar

Diseño Portada y Contraportada
Ing. Edison Celi

La nebulosa de la Laguna o NGC 6523 se encuentra a 5000 años luz de la Tierra y es una nebulosa de emisión visible en la constelación de Sagitario.
Créditos: John Nemcik.

Índice

1. Eventos OAQ 2019 **9**

1.1. Charlas de divulgación: 100 años bajo el mismo cielo 9

1.2. Evento Cultural Arrayanes . 13

1.3. Capacitación en Astronomía y Astrofísica a docentes de Instituciones Educativas Municipales del DMQ . . . 14

1.4. Eclipse Total de Luna 19

1.5. Visita al Colegio Alemán de Quito 21

1.6. Mujeres en la Ciencia: El Universo a todo Color 23

1.7. Otavalo Astronómico 25

1.8. El Universo a través del telescopio Hubble 27

1.9. El Sol, la Tierra y el Tiempo 29

1.10. Agujeros negros y su primera imagen 31

1.11. Astronomía en el aula: Colegio Municipal Calderón . . . 33

1.12. Exoplanetas: en busca de nuevos mundos 35

1.13. San Juan Astronómico . . . 37

1.14. 50 años de la llegada del hombre a la Luna 39

1.15. Eclipse parcial de Sol 40

1.16. Ecuador tiene un planeta . . 42

1.17. Curso de verano 44

1.18. Observaciones Nocturnas: Charlas de divulgación . . . 46

1.19. Astrocine: The Martian . . . 48

1.20. Más allá del cosmos: El túnel del tiempo 50

1.21. Feria de innovación: SINERGIA 52

1.22. Tránsitos Planetarios y Eclipses 54

1.23. Día de la Astronomía en las escuelas 56

1.24. Origen y Evolución del Universo 58

1.25. Navidad Astronómica 60

2. Noticias astronómicas 2019 **63**

2.1. Protoestrella exhibe un disco deforme a muy temprana edad 63

2.2. Evolución de un agujero negro mientras devora material estelar 65

2.3. Simulación por computadora arroja nueva luz sobre estrellas en colisión 67

2.4. Detección de un pulso de rayos X cuando un agujero negro devora una estrella . . 68

2.5. Imágenes divididas de cuásares para producir una nueva estimación de la constante de Hubble 70

2.6. Estrellas envueltas en polvo de hierro 72

2.7. Adiós a una belleza en el cielo nocturno 74

2.8. La materia oscura puede no existir realmente 75

2.9. La Vía Láctea está deformada 78

2.10. Evidencia de una nueva constante fundamental del Sol 80

2.11. Evidencia de una nueva constante fundamental del Sol 82

2.12. Descubren 83 agujeros negros supermasivos en el universo primitivo 84

3. V Escuela Ecuatoriana de Astronomía y Astrofísica 87

4. Eventos astronómicos 2019 94

4.1. Fases de la Luna 2019 94

4.2. Solsticios y Equinoccios 2019 96

4.3. Eclipses 2019 96

4.4. Visibilidad de planetas 2019 97

Lluvias de meteoros 2019 101

4.5. Lluvias de meteoros 2019 . . 101

Eventos del Observatorio 2019

1. Eventos OAQ 2019

1.1. Charlas de divulgación: 100 años bajo el mismo cielo

Figura 1.1: Afiche promocional de la charla.

La Unión Astronómica Internacional (IAU, por sus siglas en inglés) es una asociación internacional de astrónomos profesionales involucrados en investigación y educación de la Astronomía. Fue fundada en 1919 y uno de sus objetivos es promover este campo de la ciencias en todos sus aspectos a través de la cooperación global.

En el 2019, la IAU celebró su aniversario número 100 a lo largo del año con actividades de vinculación con el público en general, logrando así concientizar profundamente sobre un siglo de descubrimientos astronómicos que han cambiado nuestra imagen del Universo.

Una de las primeras actividades del centenario se denominó 100 horas de Astronomía y se realizó entre el 10 y 13 de enero alrededor del mundo.

En este contexto, el Observatorio Astronómico de Quito (OAQ) y su Museo Astronómico, formaron parte de esta celebración con el evento: *Charlas de Divulgación: 100 años bajo un mismo cielo* (ver Fig. 1.1) y dirigido a la comunidad en general. El evento tuvo lugar el jueves 10 y viernes 11 de enero de 2019.

El jueves 10 de enero, a las 11:00 h, tuvo lugar una charla gratuita en la Unidad Educativa Eugenio Espejo, dirigida a los estudiantes de la institución, en esta ocasión con el tema *¿De qué está compuesto el Universo?*.

La charla fue dictada por el Dr. Jairo Armijos, Doctor en Astrofísica. Los participantes también realizaron observaciones solares con los telescopios del OAQ.

Figura 1.2: Asistentes a la charla divulgativa.

Figura 1.3: Asistentes a la charla divulgativa.

El viernes 11 de enero, se dictaron una serie de charlas de divulgación, en las instalaciones del OAQ (ver Fig. 1.2, 1.3 y 1.4).

Las charlas fueron dirigidas para personas mayores a 12 años y los participantes disfrutaron de varios temas como:

- 11:00 h, *El Universo violento*, dictada por el Fís. Franklin Aldás, Físico de la Escuela Politécnica Nacional.
- 15:00 h, *100 años de la Unión Astronómica Internacional*, dictada por el Dr. Ericsson López, Director del Observatorio Astronómico de Quito.
- 17:00 h, *Exoplanetas, nuevos mundos en el horizonte*, dictada por la Fís. Daysi Quinatoa, Física de la Escuela Politécnica Nacional.
- 19:00 h, *Nuestro vecindario más allá del Sistema Solar*, dictada por el Fís. Mario Llerena, Físico de la Escuela Politécnica Nacional.

El ingreso a las charlas fue gratuito, y además los asistentes pudieron visitar las instalaciones del Museo del OAQ. Tanto el 10 y 11 de enero, la entrada fue gratuita y los visitantes realizaron observaciones con los telescopios del OAQ.

El evento contó con la participación de cerca de 236 personas (ver Fig. 1.5, 1.6, 1.7 y 1.8).

Figura 1.4: Asistentes a la charla divulgativa.

Figura 1.5: Asistentes a la charla divulgativa.

Figura 1.6: Asistentes a la charla divulgativa.

Figura 1.7: Observaciones con los telescopios del OAQ.

Figura 1.8: Asistentes a la charla divulgativa.

1.2. Evento Cultural Arrayanes

Figura 1.9: Afiche promocional de la charla.

La divulgación científica es una herramienta para que la comunidad en general pueda tener un acercamiento a la investigación desarrollada por investigadores del Observatorio Astronómico de Quito (OAQ).

En este contexto, el OAQ y su Museo Astronómico, participaron del evento *Noche de las estrellas*, organizado por el Arrayanes Country Club, con una charla de divulgación, en esta oportunidad con el tema: *¿De qué está compuesto el universo?* (ver Fig. 1.9). El evento tuvo lugar el viernes 18 de enero de 2019, a las 18:00 h en las instalaciones del club.

La charla fue dirigida para personas mayores a 12 años y los participantes disfrutaron de varios temas como planetas, exoplanetas, cometas, estrellas, pulsares, nebulosas, galaxias, entre otros cuerpos, que conforman el Universo. Así como la composición de estos objetos astronómicos.

La charla fue dictada por el Fís. Mario Llerena, Analista del OAQ y miembro de la Unidad de Gravitación y Cosmología. El evento contó con la participación de cerca de 174 personas (ver Fig. 1.10).

Los asistentes disfrutaron de una sesión de observaciones nocturnas con los telescopios del observatorio, donde pudieron observar planetas como Júpiter y Saturno, así como la Luna y sus cráteres.

Figura 1.10: Asistentes a la charla divulgativa.

1.3. Capacitación en Astronomía y Astrofísica a docentes de Instituciones Educativas Municipales del DMQ

Figura 1.11: Afiche promocional de la capacitación.

En el 2016, el Ministerio de Educación implementó una nueva propuesta curricular para el área de Ciencias Naturales, para la Educación General Básica y el Bachillerato General Unificado. En ella se incluyen conceptos de Astronomía y Astrofísica como: Leyes de Kepler, Vía Láctea, campo gravitacional, entre otros.

En este contexto, el Observatorio Astronómico de Quito (OAQ), emprendió un proyecto de vinculación con la colectividad denominado *Capacitación en Astronomía y Astrofísica a docentes de Instituciones Educativas Municipales del DMQ* (ver Fig. 1.11) avalado por la Escuela Politécnica Nacional (EPN) y en colaboración con la Secretaría de Educación, Recreación y Deporte del Municipio de Quito.

Durante el 2019, se llevó a cabo el tercer y último ciclo de este proyecto de capacitación. Cada docente recibió 40 horas de capacitación distribuidas en 8 sesiones durante el ciclo. Las sesiones se realizaron de 8:00 h a 13:00 h, los días sábados y estuvieron conformadas por clases teóricas y charlas de divulgación, talleres en grupos de trabajo, uso de telescopios, fotografía astronómica, observaciones solares y visitas al Observatorio (ver Fig. 1.12, 1.13, 1.14, 1.15, 1.16 y 1.17).

Para la capacitación se elaboró un texto guía con el objetivo el dar soporte a los docentes durante el proceso de capacitación. El texto guía contiene contenido teórico introductorio de Astronomía y Astrofísica. Además de algunos ejercicios resueltos y propuestos para su desarrollo.

Figura 1.12: Sesión de capacitación.

Figura 1.13: Sesión de capacitación.

Los capacitadores durante este proyecto de vinculación fueron:

- Dr. Ericsson López
- Dr. Jairo Armijos
- Dr. Alberto Celi
- MSc. Hugo Barbier
- Ing. Daniel Vera
- Fís. Mario Llerena
- Fís. Franklin Aldás
- Fís. Marcelo Arias

Además se contó con la ayuda de algunos estudiantes de soporte durante la realización de los talleres: Karen Martínez, Daysi Quinatoa, Erika Amanta y Patricio Salazar.

El tercer ciclo, contó con la participación de 54 docentes del Sistema Educativo Nacional, se inauguró el sábado 19 de enero en las instalaciones de la EPN y finalizó el sábado 30 de marzo de 2019, en las instalaciones del OAQ, con la presentación de pósteres y exposiciones de parte de los docentes (ver Fig. 1.18 y 1.19).

Los docentes pertenecen a las instituciones Colegio Politécnico, Unidad Educativa Municipal Calderón, Instituto Nacional Mejía, entre otros.

A través de este proyecto de vinculación con la sociedad, se capacitó gratuitamente a un total de 54 docentes de instituciones del sistema nacional de educación a lo largo de 2019 (ver Fig. 1.20).

Los docentes serán los encargados de difundir el conocimiento obtenido a sus estudiantes y se cumpla con la malla curricular actual. Además, se conformaron clubes de Astronomía en las diferentes instituciones educativas.

Figura 1.14: Taller de Stellarium.

Figura 1.15: Taller de construcción de un telescopio.

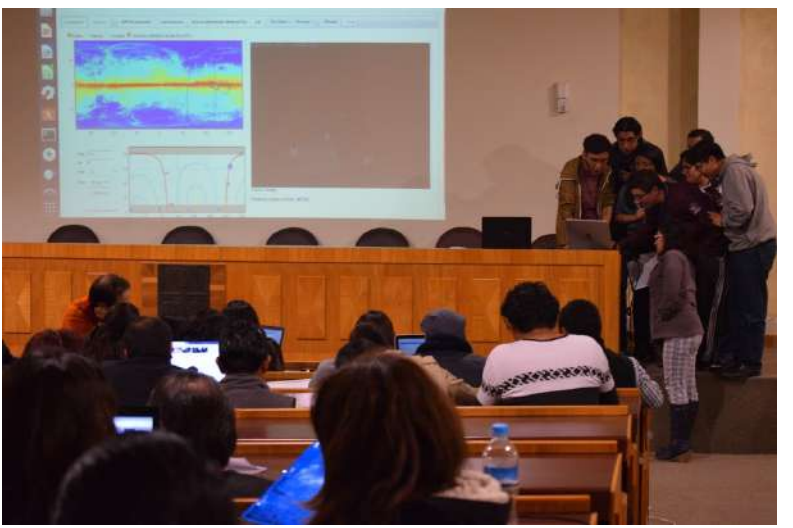

Figura 1.16: Observaciones con un radiotelescopio con un grupo de docentes.

Figura 1.17: Asistentes al tercer ciclo de capacitación.

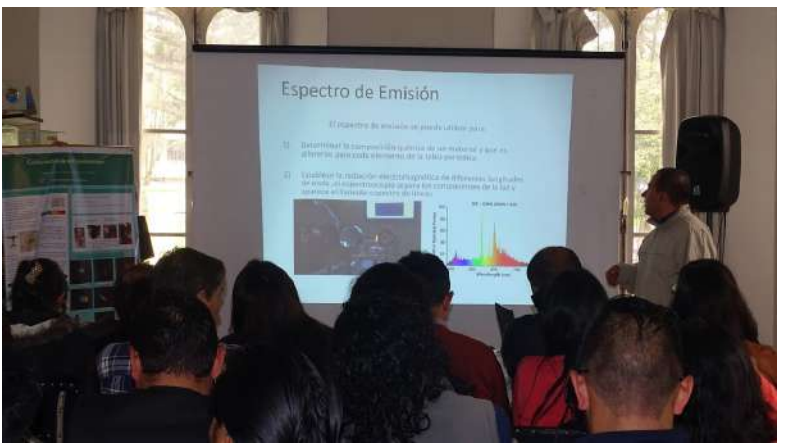

Figura 1.18: Presentación de resultados de los proyectos realizados por los docentes.

Figura 1.19: Presentación de pósters.

Figura 1.20: Tercer grupo de docentes de instituciones educativas capacitados.

1.4. Eclipse Total de Luna

Figura 1.21: Afiche promocional de la charla.

La noche del 20 de enero y la madrugada del 21 de enero de 2019 tuvo lugar un eclipse total de Luna.

El eclipse total de Luna fue visible desde Ecuador y desde el resto del continente americano, y tuvo una duración de 5 horas y 15 minutos. El inicio del eclipse penumbral (primer contacto con la penumbra) fue a las 21:34 h locales. La fase total del eclipse empezó a las 22:33 h, tuvo su máximo a las 00:12 h del lunes 21 de enero (mejor hora para su observación) y terminó a las 00:44 h locales, el 21 de enero. El último contacto penumbral (fin del eclipse) ocurrió a las 02:49 (tiempo local).

Además el día del eclipse, la Luna estuvo cerca del perigeo (punto más cercano en su órbita alrededor de la Tierra), viéndose así más grande de lo habitual.

A pesar de que el eclipse se pudo observar a simple vista, el Observatorio Astronómico de Quito (OAQ) transmitió (en vivo) todo el evento por streaming a través de su canal de youtube OAQEcuador. Además, el OAQ abrió sus puertas desde las 22:45 h (del domingo 20 de enero) hasta la 01:30 h (del lunes 21 de enero) para que la ciudadanía pueda observar el eclipse con instrumental especializado (ver Fig. 1.21).

El ingreso al Observatorio fue gratuito, y además los asistentes pudieron conocer más detalles de este fenómeno astronómico (ver Fig. 1.22, 1.23 y 1.24).

El evento contó con la participación de cerca de 80 personas.

Figura 1.22: Asistentes al evento.

Figura 1.23: Observación del eclipse con los telescopios del OAQ.

Figura 1.24: Observación del eclipse con los telescopios del OAQ.

1.5. Visita al Colegio Alemán de Quito

Figura 1.25: Visita del presidente Federal de Alemania.

En el año 2019 se celebró el aniversario 250 del natalicio de Alexander von Humboldt (1769-1859) y, como homenaje, a nivel mundial se realizaron réplicas del proyecto "Humbolt Cosmos", el cual presentó una muestra que reúne varias de las obras más notables de este científico naturalista, explorador y diplomático, quien ha sido considerado como un hombre renacentista por su amplio conocimiento y dominio de disciplinas artísticas, científicas, históricas y filosóficas.

En este contexto, el Observatorio Astronómico de Quito (OAQ) fue invitado por el Colegio Alemán Quito (CAQ) para ser parte de la celebración con una exposición de varios instrumentos relacionados a la medición astronómica, geográfica, climática, etc, similares a los utilizados por Humbolt para sus investigaciones.

Los instrumentos son parte de la exposición permanente disponible en el Museo Astronómico, entre los que se incluyen barómetros, sextantes y termómetros de campo.

Uno de los invitados de honor de la muestra fue el Presidente Federal de Alemania, Frank-Walter Steinmeier (ver Fig. 1.25), quien resaltó la importancia de las investigaciones en varios campos de la ciencia realizadas por Humbolt hace más de 200 años en nuestro país.

El evento tuvo lugar el viernes 15 de febrero de 2019, a las 9:00 h, en las instalaciones del CAQ, y contó con la participación del Dr. Jürgen Haist, Rector del Colegio, el Dr. Ericsson López, Director del OAQ, la Dra. Florinella Muñoz, Rectora de la Escuela Politécnica Nacional y los estudiantes del CAQ (ver Fig. 1.26, 1.27 y 1.28).

Figura 1.26: Asistentes al evento. *Créditos: OAQ.*

Figura 1.27: Asistentes al evento. *Créditos: OAQ.*

Figura 1.28: Asistentes al evento. *Créditos: OAQ.*

1.6. Mujeres en la Ciencia: El Universo a todo Color

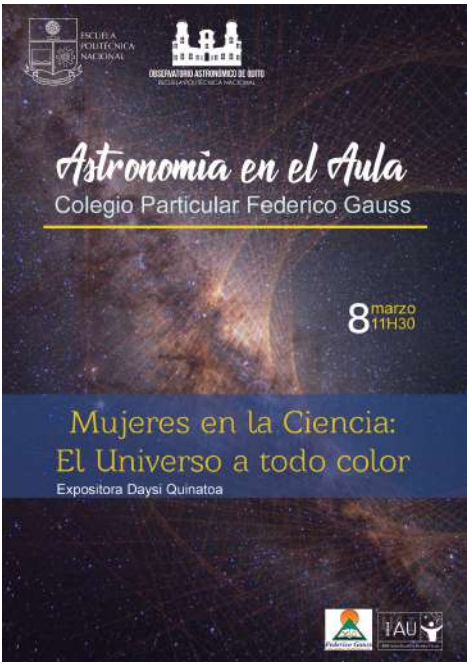

Figura 1.29: Afiche promocional de la charla.

Una de las propuestas de la Unión Astronómica Internacional en conmemoración de su centenario, fue reconocer el papel de Mujeres y Niñas en la Astronomía e incentivar su participación en esta área.

En este contexto, el OAQ y su Museo Astronómico, en conmemoración al día internacional de la mujer y para celebrar la propuesta de la IAU, organizaron la Charla de Divulgación Científica: *Mujeres en la Ciencia: El Universo a todo Color* (ver Fig. 1.29). El evento tuvo lugar el viernes 8 de marzo de 2019, a las 11:30 h en las instalaciones del Colegio Particular Federico Gauss.

La charla fue dirigida a los estudiantes de la institución educativa y los participantes disfrutaron de temas relacionados con:

- ¿Qué es el espectro electromagnético?
- ¿Cómo se producen los diferentes tipos de radiación?
- ¿Cómo se clasifican las estrellas?

También se hizo énfasis en el papel que han desempeñado las mujeres en la Astronomía. Todo con el objetivo de incentivar a los asistentes a estudiar una carrera en esta área y evitar cualquier tipo de discriminación a lo largo de sus carreras académicas.

La charla fue dictada por la Fís. Daysi Quinatoa, Asistente del OAQ y miembro de la Unidad de Radioastronomía. El evento contó con la participación de cerca de 50 estudiantes (ver Fig. 1.30 y 1.31).

El ingreso a la charla fue gratuito, y además los asistentes pudieron realizar observaciones solares con los telescopios del OAQ (ver Fig. 1.32).

Figura 1.30: Asistentes a la charla divulgativa.

Figura 1.31: Asistentes a la charla divulgativa.

Figura 1.32: Observaciones solares con los estudiantes.

1.7. Otavalo Astronómico

Figura 1.33: Afiche promocional del evento.

El Observatorio Astronómico de Quito (OAQ), visita diferentes lugares de nuestro país para dar a conocer a la ciudadanía, en su propia localidad, el trabajo investigativo y las diferentes actividades de vinculación con la comunidad que realiza nuestra institución.

En este contexto, el OAQ, su Museo Astronómico y la Dirección de Gestión Social Intercultural del GAD Municipal del Cantón Otavalo organizaron el evento denominado *Otavalo Astronómico* (ver Fig. 1.33) y dirigido a la comunidad en general. El evento tuvo lugar el viernes 15 de marzo de 2019, a las 11:30 h, en las instalaciones del Mercado Municipal 24 de Mayo.

La programación incluyó una charla del Dr. Ericsson López, Director del Observatorio Astronómico en esta oportunidad con el tema: *Los secretos del Universo*.

Los participantes, también realizaron observaciones solares con los telescopios del OAQ. Con estos equipos se hizo una demostración de su funcionamiento y una breve explicación del papel que desempeñan en la Astronomía.

El ingreso a la charla fue gratuito, asistieron los estudiantes de varias unidades educativas del cantón. El evento contó con la participación de cerca de 400 personas (ver Fig. 1.34, 1.35 y 1.36).

Figura 1.34: Asistentes a la charla divulgativa.

Figura 1.35: Asistentes a la charla divulgativa.

Figura 1.36: Observaciones solares.

1.8. El Universo a través del telescopio Hubble

Figura 1.37: Afiche promocional de la charla.

El 24 de abril de 1990, el Telescopio Espacial Hubble (HST) fue lanzado desde Cabo Cañaveral, Florida, en una órbita terrestre baja a bordo del transbordador espacial Discovery. Además de revolucionar la astrofísica, es el primer observatorio óptico importante en el espacio construido por NASA (National Aeronautics and Space Administration, EEUU) en conjunto con la ESA (European Space Agency).

En este contexto, el Observatorio Astronómico de Quito (OAQ) y su Museo Astronómico, organizaron el evento Astronomía en el Aula, en esta oportunidad con el tema: *El Universo a través de telescopio Hubble* (ver Fig. 1.37). El evento tuvo lugar el jueves 11 de abril de 2019, a las 15:00 h en las instalaciones de la Institución Educativa Fiscal Amazonas.

El ingreso a la charla fue gratuito, y los participantes de la misma disfrutaron de varios temas como:

- ¿Cuál es el funcionamiento de un telescopio espacial?
- ¿Cómo se construyen las imágenes astronómicas?
- ¿Cuáles son los principales descubrimientos del telescopio Hubble?
- ¿Cuáles fueron los principales aportes de Edwin Hubble?

La charla fue dictada por la Fís. Daysi Quinatoa, Asistente del OAQ y miembro de la Unidad de Radioastronomía. El evento contó con la participación de cerca de 200 estudiantes (ver Fig. 1.38, 1.39 y 1.40).

Figura 1.38: Parte de la charla divulgativa.

Figura 1.39: Asistentes a la charla divulgativa.

Figura 1.40: Asistentes a la charla divulgativa.

1.9. El Sol, la Tierra y el Tiempo

Figura 1.41: Afiche promocional de la charla.

Los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales proporcionan conocimientos técnicos y servicios tanto para aprovechar la energía del Sol como para protegernos de ella. En efecto, emiten ininterrumpidamente observaciones y predicciones meteorológicas, y vigilan los gases de efecto invernadero, la radiación ultravioleta, los aerosoles y el ozono de la atmósfera, así como sus efectos en los seres humanos, el clima, la calidad del aire y el agua, y la vida marina y terrestre.

En el marco del Día Meteorológico Mundial de 2019. el OAQ y su Museo Astronómico, organizaron el Ciclo de Charlas de Divulgación Científica, en esta oportunidad con el tema: *El Sol, la Tierra y el tiempo* (ver Fig. 1.41) y dirigido a la comunidad en general. El evento tuvo lugar el martes 30 de abril de 2019, a las 11:00 h.

En esta oportunidad los participantes disfrutaron de varios temas como: las principales características del Sol, de la Tierra, así como del tiempo meteorológico. Se abordaron también los principales acontecimientos climáticos a nivel mundial, así como los sucedidos en Quito durante el 2018.

La charla fue dictada por el Lic. Yoandy Hernandez, Analista del OAQ y miembro de la Unidad de Meteorología. El evento contó con la participación de cerca de 32 personas (ver Fig. 1.42, 1.43 y 1.44).

El ingreso a la charla fue gratuito, y además los asistentes pudieron visitar las instalaciones del Museo del OAQ y realizaron observaciones solares con nuestros telescopios.

Figura 1.42: Asistentes a la charla divulgativa

Figura 1.43: Parte de la charla divulgativa.

Figura 1.44: Asistentes a la charla divulgativa.

1.10. Agujeros negros y su primera imagen

Figura 1.45: Afiche promocional de la charla.

La existencia de los agujeros negros es una de las predicciones más importantes de la Teoría de la Relatividad General de Albert Einstein. Los agujeros negros son regiones del espacio en el que la gravedad es tan intensa que ni siquiera la luz puede escapar de ellos.

Luego de varias pruebas indirectas de su existencia, finalmente, en abril de 2018, la colaboración Event Horizont Telescope (EHT) anunció la obtención de la primera imagen de la sombra del horizonte de eventos del agujero negro supermasivo situado en la galaxia M87.

En este contexto, el Observatorio Astronómico de Quito (OAQ) y su Museo Astronómico, organizaron el Ciclo de Charlas de Divulgación Científica, en esta oportunidad con el tema: *Agujeros negros y su primera imagen* (ver Fig. 1.45) y dirigido a la comunidad en general. El evento tuvo lugar el viernes 17 de mayo de 2019, a las 18:00 h.

Los participantes de la charla disfrutaron de varios temas relacionados a los agujeros negros y la forma en la que se obtuvo la primera imagen de su sombra.

La charla fue dictada por el Fís. Franklin Aldás, Analista del OAQ y miembro de la Unidad de Gravitación y Cosmología. El evento contó con la participación de cerca de 80 personas (ver Fig. 1.46, 1.47 y 1.48).

El ingreso a la charla fue gratuito, además los asistentes pudieron visitar las instalaciones del Museo del OAQ y realizaron observaciones nocturnas.

Figura 1.46: Asistentes a la charla divulgativa.

Figura 1.47: Parte de la charla divulgativa.

Figura 1.48: Asistentes a la charla divulgativa.

1.11. Astronomía en el aula: Colegio Municipal Calderón

Figura 1.49: Afiche promocional de la charla.

Astronomía en el Aula es una iniciativa de divulgación, que lleva a cabo el Observatorio Astronómico de Quito (OAQ), el cual pretende beneficiar a los niños y jóvenes que conforman el sistema educativo nacional con charlas de divulgación en diferentes areas de Astronomía.

El objetivo es lograr ampliar el campo de conocimiento relacionado con la astronomía e incentivar a los estudiantes para que sean capaces de llevar a cabo sus propias investigaciones.

En este contexto, el OAQ y su Museo Astronómico visitaron la Unidad Educativa Municipal Calderón con dos charlas de divulgación, un stand informativo y dos telescopios para observaciones solares (ver Fig. 1.49). El evento tuvo lugar el miércoles 22 de mayo de 2019, en las instalaciones de la institución educativa.

Las charlas fueron dirigidas para los estudiantes y profesores de la institución. Los participantes disfrutaron de varios temas como:

- A las 10:30, el Fís. Franklin Aldás, dictó la primera charla titulada: *Agujeros negros y su primera imagen*.
- A las 11:30, Patricio Salazar, Asistente del OAQ presentó la charla titulada: *Más allá del Cosmos – El Multiverso.*

El evento contó con la participación de cerca de 180 personas (ver Fig. 1.50, 1.51 y 1.52).

El ingreso a la charla fue gratuito, y además los asistentes realizaron observaciones solares con los telescopios del OAQ.

Figura 1.50: Asistentes a la charla divulgativa.

Figura 1.51: Parte de la charla divulgativa.

Figura 1.52: Asistentes a la charla divulgativa.

1.12. Exoplanetas: en busca de nuevos mundos

Figura 1.53: Afiche promocional de la charla.

El Observatorio Astronómico de Quito (OAQ) y su Museo Astronómico visitaron el Colegio Particular Jim Irwin como parte de la iniciativa Astronomía en el Aula, que beneficia a niños y jóvenes que conforman el sistema educativo nacional con charlas de divulgación en diferentes áreas de astronomía.

La visita incluyó una charla de divulgación en esta oportunidad con el tema: *Exoplanetas: en busca de nuevos mundos* (ver Fig. 1.53). El evento tuvo lugar el miércoles 12 de junio de 2019, a las 11:00 h, en las instalaciones del centro educativo.

La charla fue dictada por el Fís. Daysi Quinatoa, Asistente del OAQ y miembro de la Unidad de Radioastronomía.

La charla fue dirigida para los estudiantes y profesores de la institución. Los participantes disfrutaron de varios temas relacionados a los exoplanetas que se encuentran en nuestro Universo como:

- ¿Qué son los exoplanetas?
- ¿Cuál fue el primer exoplaneta descubierto?
- ¿Cuántos planetas extrasolares han sido descubiertos?
- ¿Cómo se descubren nuevos planetas?
- ¿Existen planetas similares a la Tierra?
- ¿Cómo se puede saber si hay vida en un exoplaneta?

El evento contó con la participación de cerca de 60 personas (ver Fig. 1.54, 1.55 y 1.56).

El ingreso a la charla fue gratuito, y además los asistentes realizaron observaciones solares con los telescopios del OAQ.

Figura 1.54: Asistentes a la charla divulgativa.

Figura 1.55: Parte de la charla divulgativa.

Figura 1.56: Asistentes a la charla divulgativa.

1.13. San Juan Astronómico

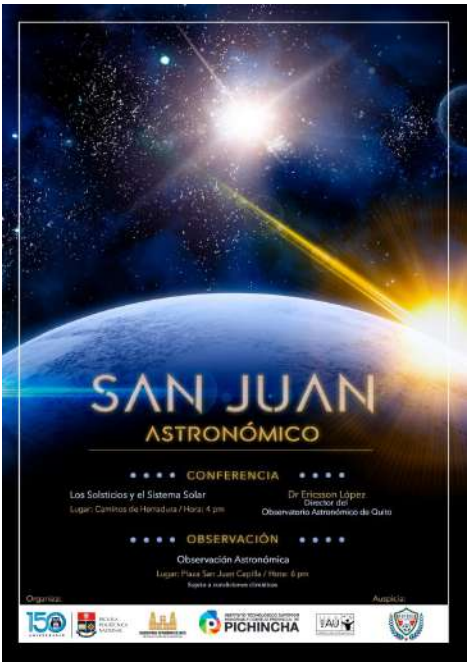

Figura 1.57: Afiche promocional de la charla.

Con motivo de las celebraciones del INTI RAYMI (fiesta del Sol) el Observatorio Astronómico de Quito (OAQ) y su Museo Astronómico, participaron en el evento: *San Juan Astronómico* (ver Fig. 1.57), dirigido a la comunidad en general. El evento tuvo lugar el viernes 21 de junio de 2019, a las 16:00 h en la ciudad de Otavalo.

Este evento se llevó a cabo de manera conjunta con la Dirección de Gestión Social Intercultural de la Municipalidad del Cantón Otavalo, como parte de la iniciativa del "Ecuador Astronómico" de llevar la divulgación científica a todo el país y en el marco de la celebración por los 100 años de la Unión Astronómica Internacional.

La visita incluyó una charla de Divulgación Científica, en esta oportunidad con el tema: *Los solsticios y el sistema solar*. El evento estuvo dirigido a los pobladores locales.

La charla fue dictada por el Dr. Ericsson López, Director del OAQ. El evento contó con la participación de cerca de 200 personas (ver Fig. 1.58, 1.59 y 1.60).

El ingreso a la charla fue gratuito, y además los asistentes pudieron realizar observaciones nocturnas con los telescopios del OAQ.

Figura 1.58: Asistentes a la charla divulgativa.

Figura 1.59: Parte de la charla divulgativa.

Figura 1.60: Asistentes a la charla divulgativa.

1.14. 50 años de la llegada del hombre a la Luna

Figura 1.61: Stand del Observatorio Astronómico de Quito.

Por motivo de la celebración de los 243 años de Independencia de los Estados Unidos de América, su Embajada en Ecuador, organizó en la noche del miércoles 3 de julio, un evento en conmemoración de los 50 años de la llegada del hombre a la Luna.

El Apollo 11 aterrizó en la luna el 20 de julio de 1969. Ecuador fue uno de los 73 países del mundo en inmortalizar un mensaje para la humanidad durante el alunizaje.

El mensaje, grabado en un disco por el presidente de la república José María Velasco Ibarra, fue dejado en la Luna por los astronautas del Apollo 11 y dice lo siguiente:

"Expreso mis sinceros deseos para el éxito de los heroicos y jóvenes astronautas, quienes con sublime valor, pondrán un pie en la Luna dominando así las leyes del espacio exterior y consagrando la grandeza de la humanidad y su buena voluntad".

En este contexto, el Observatorio Astronómico de Quito y su Museo Astronómico, participaron en este evento con un stand de presentación (ver Fig. 1.61), bajo la temática que se abordó en esta ocasión vinculada a la ciencia, tecnología y exploración espacial.

Esta actividad se llevó a cabo en el Palacio de Cristal del Parque Itchimbia, el stand del Observatorio Astronómico se ubicó en un lugar visible al tránsito peatonal de invitados.

Los asistentes tuvieron la oportunidad de utilizar uno de los telescopios que posee la institución para realizar observaciones del cielo nocturno (ver Fig. 1.62) y conocer más acerca del trabajo que realiza esta institución en favor de la ciudadanía.

Figura 1.62: Asistentes al evento.

1.15. Eclipse parcial de Sol

Figura 1.63: Afiche promocional del evento.

El 2 de julio de 2019 tuvo lugar un eclipse parcial de Sol, el cual fue visible desde todo el territorio ecuatoriano.

Los eclipses solares ocurren cuando la Luna bloquea total o parcialmente la luz proveniente del Sol. Ello es posible gracias a que el diámetro solar es 400 veces mayor que el lunar y que el Sol se encuentra 400 veces más lejos que la Luna, conllevando a que ambos objetos tengan el mismo tamaño aparente observados desde la Tierra. El 2 de julio de 2019 tuvo lugar un eclipse, donde el Sol se oscureció completamente durante cerca de 2.5 minutos.

La fracción del diámetro solar oculto por la Luna depende del lugar de observación. Un 29 % del disco solar se observó oculto desde Quito. El inicio del eclipse fue a las 14:36 h, mientras que el máximo del eclipse ocurrió a las 15:35 h y finalizó a las 16:27 h (hora de Ecuador).

En este contexto, el Observatorio Astronómico de Quito llevó a cabo observaciones y toma de datos durante el eclipse, pero también permitió el acceso al público para la observación del eclipse con instrumental especializado desde las 14:40 h hasta las 16:15 h del martes 02 de julio de 2019 (ver Fig. 1.63).

El ingreso al Observatorio fue gratuito, y además los asistentes pudieron visitar las instalaciones del Museo del OAQ (ver Fig. 1.64, 1.65 y 1.66).

Figura 1.64: Asistentes a al evento.

Figura 1.65: Asistentes al evento.

Figura 1.66: Asistentes al evento.

1.16. Ecuador tiene un planeta

Figura 1.67: Afiche promocional del evento.

El proyecto IAU100-NameExoWorlds, organizado por la Unión Astronómica Internacional (IAU), ofreció la oportunidad a todas las naciones del mundo, de nombrar un exoplaneta y su estrella anfitriona.

En este contexto, el Observatorio Astronómico de Quito (OAQ) de la Escuela Politécnica Nacional (EPN), fue la institución designada en Ecuador para recoger las propuestas de nombres para la estrella HD6434 y el exoplaneta HD 6434b. La iniciativa *Ecuador tiene un planeta* (ver Fig. 1.67) se llevó a cabo de junio a diciembre de 2019.

La recepción de propuestas de nombres para el sistema HD 6434, se realizó mediante el formulario en el sitio web `https://exoplaneta.epn.edu.ec/`, desde el 4 de julio hasta el 3 de septiembre de 2019. Un total de 457 propuestas fueron recibidas desde todos los rincones del país.

El comité nacional encabezado por el Dr. Ericsson López, Director del OAQ y miembro activo de la IAU y conformado por la Dra. Florinella Muñoz, Rectora de la EPN, Dr. Juan Manuel Carrión, Concejal del Municipio del DMQ, Arq. Sofía Mackliff Cornejo, Delegada del Ministerio de Cultura, Dr. Edwin Miño Arcos, Director Ejecutivo CONGOPE, Mg. Diana Narváez, Delegada del Ministerio de Educación (ver Fig. 1.68), seleccionaron las 10 propuestas finalistas, sometidas a votación abierta al público desde el 23 de octubre al 14 de noviembre.

Las tres propuestas con mayor cantidad de votos, escogidas de la votación pública, fueron enviadas a la IAU para su validación y asignación al sistema HD 6434.

La ceremonia de premiación, en presencia del Comité Nacional, dió a conocer la propuesta ganadora, estrella: Nenque y planeta: Eyeke. Entregando el reconocimiento al proponente ganador Truman Tapia, el 20 de diciembre de 2019 (ver Fig. 1.69 y 1.70).

Figura 1.68: Comité Nacional.

Figura 1.69: Asistentes al evento.

Figura 1.70: Ganador de la iniciativa. *Ecuador tiene un planeta.*

1.17. Curso de verano

Figura 1.71: Afiche promocional del curso.

Los estudiantes de los planteles educativos del régimen Sierra disfrutaron de sus vacaciones por fin del año escolar desde el 6 de julio hasta el 1 de septiembre de 2019. Durante las vacaciones de verano, los padres de familia buscan actividades recreativas y didácticas para los niños entre ellas algunos cursos vacacionales.

En este contexto, el Observatorio Astronómico de Quito (OAQ) y su Museo Astronómico, organizaron el *Curso de Verano 2019* (ver Fig. 1.71) dirigido a niños entre 6 y 12 años. El mismo, se desarrolló en las instalaciones del OAQ de lunes a viernes, desde las 09:30 h hasta las 12:30 h. El costo de la inscripción fue de $15,00 por niño.

El curso de verano OAQ 2019, incluyó charlas, manualidades, instrucción sobre el uso de telescopios, observaciones solares, talleres de robótica y vulcanología (ver Fig. 1.72 y 1.73).

También los pequeños aprendieron sobre astronomía en charlas didácticas como:

- Exoplanetas: nuevos mundos en el horizonte
- Constelaciones
- Galaxias
- Los secretos de la Luna

Estas fueron impartidas por el personal técnico del Observatorio Astronómico.

El curso de verano tuvo lugar del 29 de julio al 2 de agosto de 2019. En total, participaron 20 niños (ver Fig. 1.74).

Figura 1.72: Asistentes al curso de verano.

Figura 1.73: Taller de exoplanetas.

Figura 1.74: Asistentes al curso de verano.

1.18. Observaciones Nocturnas: Charlas de divulgación

Figura 1.75: Afiche promocional de la charla.

Dentro de las observaciones nocturnas del mes de agosto la Unidad de Astronomía del Observatorio Astronómico de Quito (OAQ), preparó diversas charlas de divulgación dirigidas para público de todas las edades (ver Fig. 1.75). Esta actividad se realizó los tres últimos jueves de agosto a las 18:00 h en las instalaciones del OAQ con los siguientes temas:

15 de agosto *La vida de las Estrellas*.- Las estrellas con una masa superior a 8 veces la masa del Sol se conocen como estrellas masivas, aunque tienen una gran importancia en el enriquecimiento químico del medio interestelar aún no se tiene claro su proceso de formación. En la charla se explicaron las características de las estrellas, el proceso de formación y el ambiente químico en las regiones de formación estelar.

22 de agosto *Universos Paralelos*.- Una de las versiones científicas más curiosas que recurren a los universos paralelos es la «interpretación de los universos múltiples» o «interpretación de los mundos múltiples» (IMM), de Hugh Everett. Dicha teoría aparece dentro de la mecánica cuántica como una posible solución al «problema de la medida» en mecánica cuántica.

29 de agosto *Cosmología: Origen y Evolución del Universo*.- El Universo como lo conocemos se originó hace aproximadamente 13700 millones de años. La teoría aceptada científicamente que explica la evolución del Universo es el Big Bang, sin embargo la física de las primeras etapas del Universo es aún desconocida. En esta charla se abordarán temas teóricos y experimentales del origen y la evolución de nuestro Universo.

Adicionalmente en cada fecha, los asistentes pudieron visitar las instalaciones del Museo Astronómico y realizaron observaciones nocturnas con los telescopios. Los eventos contaron con la participación de cerca de 198 personas (ver Fig. 1.76, 1.77 y 1.78).

Figura 1.76: Asistentes a la charla divulgativa.

Figura 1.77: Observaciones nocturnas con los telescopios del OAQ.

Figura 1.78: Asistentes a la charla divulgativa.

1.19. Astrocine: The Martian

Figura 1.79: Afiche promocional de la charla.

La fascinación de la humanidad por la astronomía puede verse reflejada en los cientos de películas relacionadas con eventos astronómicos, viajes interplanetarios y biografías de astrónomos célebres.

En este contexto el Observatorio Astronómico de Quito de la Escuela Politécnica Nacional (OAQ) llevó a cabo la iniciativa *Astrocine*, donde se proyectó películas con temática astronómica e incluyó un breve conversatorio con datos interesantes de las mismas.

En esta ocasión se proyectó la película *The Martian* (ver Fig. 1.79). La misma retrata la historia de un explorador espacial abandonado por los miembros de su tripulación en Marte.

El evento tuvo lugar el jueves 19 de septiembre de 2019, a las 18:00 h, en las instalaciones del OAQ.

La película fue dirigida para personas mayores a 12 años y los asistentes participaron en un conversatorio acerca de los últimos descubrimientos realizados en Marte.

El conversatorio fue encabezado por Patricio Salazar, Asistente del OAQ y miembro de la Unidad de Astronomía. El evento contó con la participación de cerca de 62 personas (ver Fig. 1.80, 1.81 y 1.82).

El ingreso al evento fue gratuito, y además los asistentes pudieron visitar las instalaciones del Museo del OAQ.

Figura 1.80: Asistentes al evento.

Figura 1.81: Asistentes al evento.

Figura 1.82: Asistentes al evento.

1.20. Más allá del cosmos: El túnel del tiempo

Figura 1.83: Afiche promocional de la charla.

El carácter constante de la velocidad de la luz exige que abandonemos la noción de que la simultaneidad es un concepto universal. También tenemos que abandonar la idea que el tiempo es absoluto, es decir, no podemos construir un reloj que pueda marcar con precisión segundos idénticos en la Tierra, en Marte o Júpiter, mucho menos en los lugares más alejados del Universo.

Por el contrario, la teoría de la Relatividad nos propone que los observadores que se encuentren en movimiento relativo unos con respecto a otros, no coincidirán en percibir que dos sucesos simultáneos para un observador sean simultáneos para los demás observadores. De igual manera, el paso del tiempo también está condicionado por la presencia del campo gravitacional, es decir, cuanto mayor sea el campo gravitatorio, más lento transcurre el tiempo.

En este contexto, el Observatorio Astronómico de Quito (OAQ) de la Escuela Politécnica Nacional (EPN) y su Museo Astronómico, organizaron el Ciclo de Charlas de Divulgación Científica, en esta oportunidad con el tema: *Más allá del cosmos: El túnel del tiempo* (ver Fig. 1.83) y dirigido a la comunidad en general. El evento tuvo lugar el jueves 10 de octubre de 2019, a las 11:00 h.

El expositor fue Patricio Salazar, asistente de la unidad de Astronomía del OAQ.El evento contó con la participación de cerca de 41 personas (ver Fig. 1.84, 1.85 y 1.86).

El ingreso a la charla fue gratuito, y además los asistentes pudieron visitar las instalaciones del Museo del OAQ.

Figura 1.84: Visita a las instalaciones del museo.

Figura 1.85: Parte de la charla divulgativa.

Figura 1.86: Asistentes a la charla divulgativa.

1.21. Feria de innovación: SINERGIA

Figura 1.87: Afiche promocional del evento.

La Escuela Politécnica Nacional (EPN) realizó la Primera Feria de Innovación "SINERGIA" (ver Fig. 1.87), una iniciativa que buscó proveer soluciones tecnológicas oportunas e innovadoras a los problemas de la sociedad creando espacios convergentes entre la academia, la empresa privada y lo público.

El evento tuvo lugar el jueves 7 y viernes 8 de noviembre de 2019, de 8:00 h a 17:00 h.

Esta feria de dos días se presentó en tres espacios: conferencias sobre el desarrollo tecnológico, la feria de innovación (donde se pudieron ver de cerca proyectos de investigación y vinculación de las Facultades y Centros de la EPN) y una sala de "mentoring" de emprendedores del HUB UIO. Esta sala albergaba a los preseleccionados del concurso INNOVA 2019 que luego de esta jornada fueron evaluados; para seleccionar al mejor proyecto de investigación, vinculación y transferencia de tecnología a través de un jurado externo.

En este contexto, el Observatorio Astronómico de Quito (OAQ) y su Museo Astronómico, participaron de este evento con un stand donde se pudieron ver de cerca los proyectos de investigación y vinculación del OAQ (ver Fig. 1.88, 1.89 y 1.90). El ingreso al evento fue gratuito.

Los asistentes al evento pudieron conocer de los proyectos presentados se encuentran los siguientes:

- Estudio de la distribución de hidrógeno fotoionizado en el Centro Galáctico.
- Capacitación en Astronomía y Astrofísica a docentes de Instituciones Educativas Municipales del DMQ.
- Modelamiento de trayectorias de globos meteorológicos.
- Análisis de datos meteorológicos mediante Raspberry Pi.

Figura 1.88: Asistentes a la charla divulgativa.

Figura 1.89: Parte de la charla divulgativa.

Figura 1.90: Asistentes a la charla divulgativa.

1.22. Tránsitos Planetarios y Eclipses

Figura 1.91: Afiche promocional de la charla.

El 11 de Noviembre de 2019 tuvo lugar el tránsito de Mercurio entre las 07:35 h y las 13:04 h, evento que fue visible desde todo el Ecuador. Los tránsitos planetarios ocurren cuando un planeta pasa a través del disco solar. Para que esto suceda, el Sol, la Tierra y un planeta tienen que estar alineados. Los únicos planetas que pueden producir tránsitos visibles desde la Tierra son los planetas interiores, es decir, Mercurio y Venus.

En este contexto, el Observatorio Astronómico de Quito (OAQ) llevó a cabo observaciones y toma de datos durante el eclipse. Además, se dictó una charla de Divulgación Científica, en esta oportunidad con el tema: *Tránsitos Planetarios y Eclipses* (ver Fig. 1.91) y dirigido a la comunidad en general. El evento tuvo lugar el lunes 11 de noviembre de 2019, a las 11:00 h.

La charla fue dictada por el Dr. Jairo Armijos, Astrofísico del OAQ y miembro de la Unidad de Radioastronomía. El evento contó con la participación de cerca de 50 personas (ver Fig. 1.92, 1.93 y 1.94).

El ingreso a la charla fue gratuito, y además los asistentes pudieron visitar las instalaciones del Museo del OAQ se realizará la observación del tránsito con los telescopios equipados con filtros solares.

Figura 1.92: Asistentes a la charla divulgativa.

Figura 1.93: Visita a las instalaciones del museo.

Figura 1.94: Observación del tránsito de Mercurio.

1.23. Día de la Astronomía en las escuelas

Figura 1.95: Afiche promocional del evento. *Crédito: IAU.*

La iniciativa del Día de la Astronomía en las Escuelas es un Proyecto Global de la Unión Astronómica Internacional (IAU), que en 2019 celebró su aniversario 100, con la visión de movilizar a la comunidad astronómica para organizar actividades en las escuelas.

En este contexto, el Observatorio Astronómico de Quito (OAQ) y su Museo Astronómico, participaron de esta propuesta con la iniciativa *Astronomía en el Aula* (ver Fig. 1.95) visitando escuelas y colegios con charlas de divulgación sobre diferentes temas astronómicos. El evento tuvo lugar el del 12 al 14 de noviembre de 2019.

El martes 12 de noviembre, se acudió a la Unidad Educativa María Edgeworth, en Alangasí, con la charla: *Nebulosas* dictada por el Fís. Franklin Aldas, Analista del OAQ y miembro de la Unidad de Gravitación y Cosmología. Con la presencia de del club de Astronomía UEDME, conformado por algunos estudiantes de la institución, se realizó una manualidad que semejaba a una nebulosa.

El jueves 14 de noviembre, se visitó la Unidad Educativa 24 de Julio, en Pacto, con la charla: *Telescopios, máquinas del tiempo*, dictada por Patricio Salazar, asistente de la unidad de Astronomía del OAQ. Con la presencia de del club de Astronomía Andrómeda, conformado por algunos estudiantes de la institución, se construyeron telescopios caseros.

Este ciclo de conferencias brindó la oportunidad a los estudiantes para que interactúen directamente con los astrónomos en sus comunidades y aprendan sobre astronomía de forma didáctica e interactiva.

El evento contó con la participación de cerca de 230 estudiantes (ver Fig. 1.96, 1.97 y 1.98).

El ingreso a las charlas fue gratuito, y además los estudiantes pudieron realizar observaciones solares con los telescopios del OAQ.

Figura 1.96: Asistentes a la charla divulgativa de Nebulosas.

Figura 1.97: Observaciones solares con estudiantes de la Unidad Educativa María Edgeworth.

Figura 1.98: Asistentes a la charla divulgativa de Telescopios.

1.24. Origen y Evolución del Universo

Figura 1.99: Afiche promocional de la charla.

El Universo como lo conocemos se originó hace aproximadamente 13700 millones de años. La teoría aceptada científicamente que explica la evolución del Universo es el Big Bang, sin embargo, la física de las primeras etapas del Universo es aún desconocida.

En este contexto, el Observatorio (Astronómico de Quito OAQ y su Museo Astronómico, organizaron el Ciclo de Charlas de Divulgación Científica, en esta oportunidad con el tema: *Origen y Evolución del Universo* (ver Fig. 1.99) y dirigido a la comunidad en general. El evento tuvo lugar el miércoles 27 de noviembre de 2019, a las 15:00 h.

En esta charla se abordaron temas teóricos y experimentales de la Cosmología así como el Universo a gran escala y su composición.

La charla fue dictada por el Fís. Franklin Aldás, Analista del OAQ y miembro de la Unidad de Gravitación y Cosmología. El evento contó con la participación de cerca de 50 personas (ver Fig. 1.100, 1.101 y 1.102).

Adicionalmente a la charla, los asistentes pudieron visitar las instalaciones del Museo Astronómico y realizaron observaciones solares. El evento tuvo un costo de $2 adultos y $1 estudiantes y tercera edad.

Figura 1.100: Asistentes a la charla divulgativa.

Figura 1.101: Parte de la charla divulgativa.

Figura 1.102: Asistentes a la charla divulgativa.

1.25. Navidad Astronómica

Figura 1.103: Afiche promocional de la charla.

Los amantes del cosmos buscamos cualquier excusa para celebrar la ciencia y esta época de celebraciones de fin de año no es la excepción. Por eso queremos compartir con los pequeños de casa: Cómo adornar el árbol navideño con temática astronómica.

En este contexto, el OAQ y su Museo Astronómico, organizaron el taller para niños *Navidad Astronómica* (ver Fig. 1.103) dirigido a niños de 8 a 12 años. El evento tuvo lugar el sábado 14 de diciembre de 2019, a las 11:00 h.

Los participantes del taller realizaron tres decoraciones navideñas con la forma de los planetas de nuestro sistema solar.

Además los asistentes disfrutaron de una una charla explicativa, en esta oportunidad con el tema: *Explorando el Sistema Solar*, donde aprendieron de las propiedades de cada uno de los planetas. La charla fue dictada por Patricio Salazar, Asistente del OAQ.

El ingreso al taller tuvo un costo de $1 dólar. Además los asistentes pudieron visitar las instalaciones del Museo del OAQ. El evento contó con la participación de 26 niños (ver Fig. 1.104, 1.105 y 1.106).

Figura 1.104: Asistentes a la charla divulgativa.

Figura 1.105: Parte de la charla divulgativa.

Figura 1.106: Asistentes a la charla divulgativa.

Noticias Astronómicas 2019

2. Noticias astronómicas 2019

2.1. Protoestrella exhibe un disco deforme a muy temprana edad

El telescopio ALMA (Atacama Large Millimeter/subillimeter Array) ha permitido observar un disco deforme alrededor de una joven protoestrella de apenas unas decenas de miles de años (ver Fig. 2.1).

Figura 2.1: Esquema artístico de la región donde se encuentra la protoestrella temprana.
Crédito: CC0 Public Domain.

Esto implica que la desalineación de órbitas planetarias de muchos sistemas, incluido nuestro propio Sistema Solar, pueden tener su origen en tempranas distorsiones del disco protoplanetario que da origen a los planetas.

Los planetas de nuestro Sistema Solar orbitan alrededor del Sol en planos que están como mucho 7 grados desalineados con el ecuador del mismo Sol. Se sabe desde hace un tiempo que muchos planetas extrasolares (que se encuentran en sistemas planetarios distintos al nuestro) tienen órbitas que no se encuentran alineadas en un solo plano o con el ecuador de su estrella central. Una explicación para esto es que algunos de ellos podrían haber sufrido colisiones con otros objetos en el sistema o la influencia de estrellas pasando por o cerca del sistema, afectando sus órbitas iniciales.

Sin embargo, permanece la posibilidad de que la desalineación de estos planetas se originaría en realidad por una deformación de la nube en que nacen la estrella y los planetas. Imágenes recientes de discos protoplanetarios (ver Fig. 2.2), discos giratorios de gas y polvo en los que se forman los planetas alrededor de una estrella central, han mostrado ya estas deformaciones, pero se mantenía incierto que tan temprano aparecen estas.

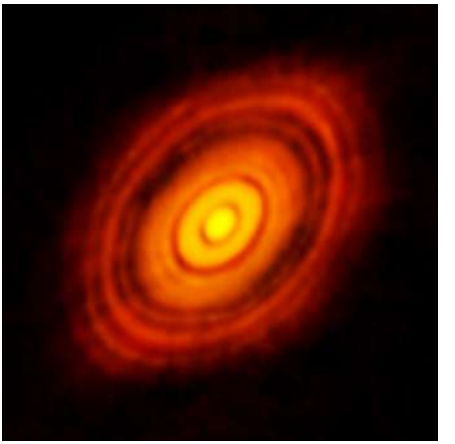

Figura 2.2: Imagen de un disco protoplanetario en HL Tauri.
Crédito: SA/Hubble y NASA.

En los últimos hallazgos, los científicos han descubierto que L1527; una protoestrella joven aún incrustada dentro de una nube, tiene un disco con dos partes: una interna que gira en un plano y otra externa en un plano diferente. El disco es muy joven y si-

gue creciendo. L1527, que está a unos 450 años luz de distancia en la Nube Molecular de Tauro, es un buen objeto de estudio ya que tiene un disco que está casi al borde de nuestra vista.

Esta observación muestra que es posible que la desalineación de las órbitas planetarias pueda ser causada por una estructura formada en las primeras etapas de la formación planetaria.

Artículo completo en:
https://go.nature.com/3200AVX

2.2. Evolución de un agujero negro mientras devora material estelar

Figura 2.3: Imagen de la Estación Espacial Internacional (ISS).
Crédito: NASA.

Un instrumento a bordo de la Estación Espacial Internacional (ISS) (ver Fig. 2.3) detectó una enorme explosión de luz de rayos X que creció hasta ser seis veces más brillante que la Nebulosa del Cangrejo, a casi 10,000 años luz de distancia de la Tierra. Los científicos determinaron que la fuente era un agujero negro atrapado en medio de un estallido, una fase extrema en la cual un agujero negro puede arrojar explosiones brillantes de energía de rayos X mientras devora una avalancha de gas y polvo de una estrella cercana (ver Fig. 2.4).

Astrónomos del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y otros lugares han detectado "ecos" dentro de esta explosión de emisiones de rayos X, que creen que podría ser una pista de cómo evolucionan los agujeros negros durante un estallido.

En un estudio publicado en la revista Nature, se muestra evidencia de que a medida que el agujero negro consume enormes cantidades de material estelar, su corona, el halo de electrones altamente energizados que rodea un agujero negro, se contrae significativamente, desde una extensión inicial de aproximadamente 100 kilómetros a solo 10 kilómetros, en poco más de un mes.

Figura 2.4: Ilustración de un agujero negro devorando una estrella cercana.
Crédito: NASA.

A este agujero negro se lo denominó MAXI J1820 + 070, por el instrumento que lo detectó. La misión Monitor of All-sky X-ray Image (MAXI) es un conjunto de detectores de rayos X instalados en el Módulo Experimental Japonés de la Estación Espacial Internacional (ISS), que monitorea todo el cielo para detectar estallidos y erupciones de rayos X.

Un estallido típico puede ocurrir cuando un agujero negro absorbe enormes cantidades de material de una estrella cercana. Este material se acumula alrededor del agujero negro, en un vórtice giratorio conocido como disco de acreción, que puede abarcar millones de kilómetros de diámetro. El material en el disco que está más cerca del centro del agujero negro gira más rápido, generando fricción que calienta el disco.

Los científicos han observado previamente que los fotones de rayos X emitidos por el disco de acreción pueden hacer ping a los

electrones de alta energía en la corona de un agujero negro. Se afirma que algunos de estos fotones pueden dispersarse “hasta el infinit”, mientras que otros se dispersan nuevamente en el disco de acreción como rayos X de mayor energía.

Al usar NICER, otro instrumento a bordo de la ISS, el equipo pudo recopilar mediciones extremadamente precisas de la energía y el tiempo de los fotones de rayos X a lo largo de la explosión del agujero negro. Crucialmente, captaron “ecos” o retrasos entre los fotones de baja energía (aquellos que inicialmente pudieron haber sido emitidos por el disco de acreción) y los fotones de alta energía (los rayos X que probablemente habían interactuado con los electrones de la corona). En el transcurso de un mes, los investigadores observaron que la longitud de estos retrasos disminuyó significativamente, lo que indica que la distancia entre la corona y el disco de acreción también se estaba reduciendo. ¿Pero era el disco o la corona lo que estaba cambiando?

Para responder esto, los investigadores midieron una firma que los astrónomos conocen como la “línea de hierro”, una característica que emiten los átomos de hierro en un disco de acreción solo cuando están energizados, como por el reflejo de los fotones de rayos X de uno de los electrones de la corona. El hierro, por lo tanto, puede medir el límite interno de un disco de acreción.

Cuando los investigadores midieron la línea de hierro durante todo el estallido, no encontraron ningún cambio medible, lo que sugiere que el disco en sí no estaba cambiando de forma, sino que permanecía relativamente estable. Junto con la evidencia de una disminución del retraso de los rayos X, concluyeron que debía ser la corona la que estaba cambiando y disminuyendo como resultado del estallido del agujero negro.

Artículo completo en:
https://go.nature.com/38nsUS1

2.3. Simulación por computadora arroja nueva luz sobre estrellas en colisión

Un detalle sin precedentes de las secuelas de una colisión entre dos estrellas de neutrones (ver Fig. 2.5) representadas en un modelo computacional tridimensional creado por un astrofísico de la Universidad de Alberta, proporciona una mejor comprensión de cómo se forman algunos de los elementos fundamentales del universo en las colisiones cósmicas. Las estrellas de neutrones son las estrellas más pequeñas y densas, que acumulan más masa que el sol en un área del tamaño de una ciudad de la Tierra. Cuando dos de ellas chocan, se fusionan en un destello de luz y escombros conocidos como kilonova, a medida que el material explota hacia afuera.

Figura 2.5: Ilustración artística de dos estrellas de neutrones colisionando.
Crédito: Robin Dienel, Carnegie Institution for Science.

Hasta ahora, las simulaciones por computadora de las colisiones no han sido lo suficientemente sofisticadas como para explicar dónde termina todo ese material.

Por ejemplo, el nuevo modelo 3-D muestra que el disco de acreción —la colección de restos sobrantes que orbita la estrella combinada— expulsa el doble de la cantidad de material y a velocidades más altas en comparación con los modelos 2-D anteriores.

Al modelar las consecuencias de la colisión con tanto detalle, los científicos pudieron notar otra forma en que la materia es expulsada de la colisión: en un chorro astrofísico, se disparó una columna de partículas y radiación a casi la velocidad de la luz, mientras las estrellas chocan también se cree que el chorro es la fuente del estallido de rayos gamma. Aunque una colisión de estrellas de neutrones ocurre en solo milisegundos, el disco de acumulación puede durar segundos. Su formación también implica una física compleja y muchos procesos físicos que ocurren todos a la vez, lo que dificulta mucho más la simulación de las computadoras. Una de las principales dificultades en el proceso de simulación es el campo magnético. Se conocen las ecuaciones que describen dicho proceso, pero la única forma en que podemos describirlas adecuadamente es en 3-D. Entonces, no solo se tiene que ejecutar la simulación durante mucho tiempo, también se debe modelar en tres dimensiones, lo que es computacionalmente muy costoso.

Artículo completo en:
https://bit.ly/33cy6Hn

2.4. Detección de un pulso de rayos X cuando un agujero negro devora una estrella

Científicos detectan un evento raro en el cielo nocturno: un agujero negro supermasivo en el centro de una galaxia, a casi 300 millones de años luz de la Tierra, destrozando una estrella cercana. El evento, conocido como destello de interrupción de la marea, por el tirón masivo de la marea del agujero negro que desgarra la estrella, creó una explosión de actividad de rayos X cerca del centro de la galaxia. Desde entonces, una gran cantidad de observatorios han centrado su vista en el evento, con la esperanza de aprender más sobre cómo se alimentan los agujeros negros (ver Fig. 2.6).

Figura 2.6: Ilustración artística de gas caliente orbitando en un disco alrededor de un agujero negro que gira rápidamente.
Crédito: NASA/CXC/M.Weiss.

Investigadores del MIT y de otros lugares han examinado los datos de las observaciones del evento realizadas por múltiples telescopios y han descubierto un pulso o señal curiosamente intenso, estable y periódico de rayos X en todos los conjuntos de datos. La señal parece ser emanada desde un área muy cercana al horizonte de eventos del agujero negro, el punto más allá del cual el material es ingerido inevitablemente por el agujero negro. La señal parece iluminarse y desvanecerse periódicamente cada 131 segundos y persiste durante al menos 450 días.

Los científicos creen que lo que sea que esté emitiendo la señal periódica debe estar orbitando el agujero negro, justo fuera del horizonte de eventos, cerca de la órbita circular estable más interna, o ISCO, la órbita más pequeña en la que una partícula puede viajar con seguridad alrededor de un agujero negro.

Dada la proximidad estable de la señal al agujero negro, y la masa del agujero negro, que los investigadores estimaron previamente que era aproximadamente 1 millón de veces mayor que la del sol, el equipo ha calculado que el agujero negro gira a aproximadamente el 50 por ciento de la velocidad de la luz.

Los hallazgos de esta investigación son la primera demostración de un destello de interrupción de las mareas que se utiliza para estimar el giro de un agujero negro.

La mayoría de los agujeros negros supermasivos están inactivos y generalmente no emiten mucha radiación de rayos X. Solo ocasionalmente lanzan una explosión de actividad, como cuando las estrellas se acercan lo suficiente como para que los agujeros negros las devoren. Los destellos de interrupción de las mareas se pueden usar para estimar el giro de los agujeros negros supermasivos, una característica que ha sido, hasta ahora, increíblemente difícil de precisar.

Los eventos en los que los agujeros negros trituran estrellas que se acercan demasiado a ellos podrían ayudar a mapear los giros de varios agujeros negros supermasivos que están latentes y ocultos en los centros de

las galaxias, también es de gran utilidad para comprender cómo evolucionaron las galaxias a lo largo del tiempo cósmico.

Los modelos teóricos de destellos de interrupción de las mareas muestran que cuando un agujero negro destruye una estrella, parte del material de esa estrella puede permanecer fuera del horizonte de eventos, dando vueltas, al menos temporalmente, en una órbita estable como la ISCO, y emitiendo destellos periódicos de Rayos X antes de ser finalmente alimentado por el agujero negro. La periodicidad de los destellos de rayos X codifica así la información clave sobre el tamaño de la ISCO, que a su vez está dictada por la velocidad del giro del agujero negro.

Artículo completo en:
https://bit.ly/3a0f6hC

2.5. Imágenes divididas de cuásares para producir una nueva estimación de la constante de Hubble

La pregunta de qué tan rápido se está expandiendo el universo ha estado molestando a los astrónomos durante casi un siglo. Diferentes estudios siguen dando diferentes respuestas, lo que hace que algunos investigadores se pregunten si han pasado por alto un mecanismo clave en la maquinaria que impulsa el cosmos.

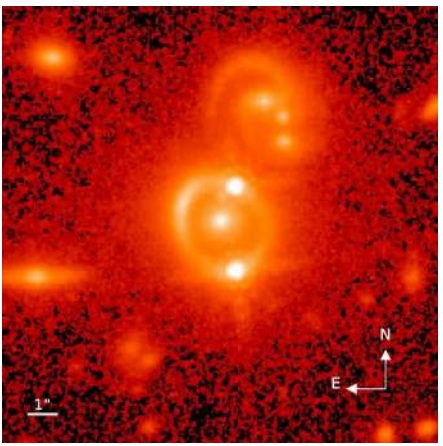

Figura 2.7: Imagen del telescopio espacial Hubble de un cuásar con doble imagen.
Crédito: NASA Hubble Space Telescope, Tommaso Treu/UCLA y Birrer et al.

La constante de Hubble es un número que relaciona las distancias con los desplazamientos al rojo de las galaxias: la cantidad de luz que se estira a medida que viaja a la Tierra a través del universo en expansión. Las estimaciones para el rango constante de Hubble de aproximadamente 67 a 73 kilómetros por segundo por megaparsec, lo que significa que dos puntos en el espacio separados por 1 megaparsec (el equivalente a 3,26 millones de años luz) se alejan entre sí a una velocidad entre 67 y 73 kilómetros por segundo.

La constante del Hubble ancla la escala física del universo. Sin un valor preciso para la constante de Hubble, los astrónomos no pueden determinar con precisión el tamaño de las galaxias remotas, la edad del universo o la historia de expansión del cosmos.

La mayoría de los métodos para derivar la constante de Hubble tienen dos ingredientes: una distancia a alguna fuente de luz y el desplazamiento al rojo de esa fuente de luz. Buscando una fuente de luz que no se hubiera utilizado en los cálculos de otros científicos, se ha recurrido a los cuásares, fuentes de radiación que funcionan con gigantescos agujeros negros. Y para su investigación, los científicos eligieron un subconjunto específico de quásares: aquellos cuya luz ha sido doblada por la gravedad de una galaxia interviniente, que produce dos imágenes de lado a lado del cuásar en el cielo (ver Fig. 2.7).

La luz de las dos imágenes toma diferentes rutas a la Tierra. Cuando el brillo del cuásar fluctúa, las dos imágenes parpadean una tras otra, en lugar de al mismo tiempo. La demora en el tiempo entre esos dos parpadeos, junto con la información sobre el campo gravitacional de la galaxia entrometida, se puede usar para rastrear el viaje de la luz y deducir las distancias desde la Tierra hasta el quásar y la galaxia en primer plano. Conocer los desplazamientos al rojo del cuásar y la galaxia permitió a los científicos estimar qué tan rápido se está expandiendo el universo.

Anteriormente se había aplicado esta técnica para estudiar cuásares con imágenes cuádruples, en el que aparecen cuatro imágenes de un cuásar alrededor de una galaxia en primer plano. Pero las imágenes cuádruples no son tan comunes: se cree que los cuásares de doble imagen son aproximadamente cinco veces más abundantes que los cuádruples.

Para demostrar la técnica, los científicos estudiaron un cuásar con doble imagen conocido como SDSS J1206 + 4332; se basaron en datos del telescopio espacial Hubble, los observatorios Gemini y WM Keck, y de la red de Monitoreo cosmológico de lentes gravitacionales, o COSMOGRAIL, un programa administrado por la Ecole Polytechnique Federale de Lausanne de Suiza que tiene como objetivo determinar la constante del Hubble.

Los investigadores tomaron imágenes del cuásar todos los días durante varios años para medir con precisión el retraso de tiempo entre las imágenes. Luego, para obtener la mejor estimación posible de la constante de Hubble, combinaron los datos recopilados en ese cuásar con datos que previamente habían sido recopilados por su colaboración H0liCOW en tres cuásares con imágenes cuádruples.

Al final se llegó a una estimación para la constante de Hubble de aproximadamente 72.5 kilómetros por segundo por megaparsec, una cifra en línea con lo que otros científicos habían determinado en la investigación que usaba distancias a las supernovas (estrellas en explosión en galaxias remotas) como la clave de medición. Sin embargo, ambas estimaciones son aproximadamente un 8 por ciento más altas que una que se basa en un tenue resplandor de todo el cielo llamado fondo cósmico de microondas, una reliquia de 380,000 años después del Big Bang, cuando la luz viajó libremente por el espacio por primera vez.

Los investigadores ahora están buscando más cuásares para mejorar la precisión de su medición de la constante de Hubble.

Artículo completo en:
https://bit.ly/38N6qda

2.6. Estrellas envueltas en polvo de hierro

El Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) ha participado en el descubrimiento de un grupo de estrellas pobres en metales envueltas en una gran cantidad de polvo de hierro situado en la Gran Nube de Magallanes. Este estudio incluyó una combinación de modelos teóricos de la formación de polvo en envolturas circunestelares con observaciones infrarrojas tomadas con el telescopio espacial Spitzer. El trabajo incluye predicciones para el futuro telescopio espacial James Webb.

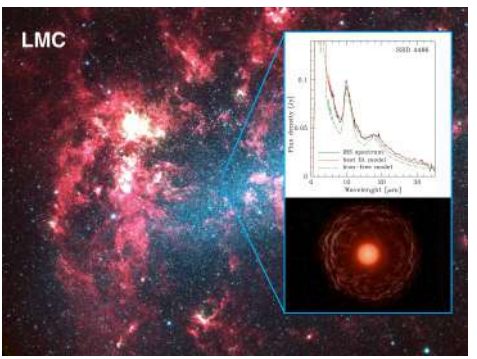

Figura 2.8: Imagen infrarroja de la Gran Nube de Magallanes (LMC) obtenida con el Telescopio Espacial Spitzer.
Crédito: Imagen LMC: software Aladin en colores Spitzer; Imagen artística: JAXA.

Las estrellas con masas entre una y ocho veces la masa del sol evolucionan a lo largo de la rama gigante asintótica (AGB) antes de terminar sus vidas como enanas blancas. Es durante esta fase rápida pero crucial cuando las estrellas se expanden a grandes dimensiones y se enfrían, perdiendo una fracción importante de su masa debido a los fuertes vientos estelares. La baja temperatura y la alta densidad de los vientos proporcionan condiciones ideales para la condensación de los granos de polvo en sus envolturas circunestelares.

El polvo producido por las estrellas en su fase AGB y expulsado al medio interestelar es importante para la vida de las galaxias, porque comprende un componente esencial para la formación de nuevas estrellas y planetas. Caracterizar si el polvo está compuesto de componentes orgánicos en estado sólido o componentes inorgánicos y determinar la cantidad de polvo es importante para la comunidad astronómica.

Un estudio ha proporcionado respuestas a los rompecabezas de un grupo peculiar de estrellas masivas de AGB situadas en la Gran Nube de Magallanes (ver Fig. 2.8). Comparando las observaciones infrarrojas hechas con el telescopio espacial Spitzer (y las predicciones para el futuro telescopio espacial James Webb) con los modelos teóricos desarrollados por este grupo, el estudio informa que estas estrellas pesan alrededor de cinco masas solares, se formaron hace unos 100 millones de años y son pobres en metales como hierro, magnesio y silicio. Inesperadamente, los investigadores descubrieron que las distribuciones de energía espectral infrarroja solo pueden reproducirse si el polvo de hierro es el componente principal de sus envolturas circunestelares. Esto es poco común en las estrellas masivas de AGB. Anteriormente se sabía que tales estrellas producen principalmente silicatos, magnesio y grandes cantidades de oxígeno y silicio. Pero este hallazgo es aún más sorprendente, considerando el ambiente pobre en metales de las estrellas en estudio.

El estudio caracteriza por primera vez esta clase de estrellas con propiedades espectrales únicas. La baja metalicidad de estas

estrellas gigantes crea condiciones peculiares, permitiendo la formación de grandes cantidades de polvo de hierro. En entornos pobres en metales, la nucleosíntesis compleja dentro de las estrellas masivas de AGB es tan avanzada que quema casi todo el magnesio y el oxígeno, necesarios para formar otros tipos de polvo como los silicatos.

En estas condiciones particulares, el polvo de hierro se convierte en el componente principal del polvo formado por estas estrellas. Este resultado es una confirmación importante de la teoría del polvo de hierro en ambientes pobres en metales, ya insinuado en evidencia observacional independiente.

La llegada del telescopio espacial James Webb (JWST) abrirá nuevas posibilidades para investigar este caso en profundidad. Ese futuro telescopio aumentará en gran medida la cantidad de estrellas AGB extragalácticas resueltas, ademas el instrumento MIRI en el JWST será ideal para identificar esta clase de estrellas en otras galaxias del Grupo Local.

Artículo completo en:
https://bit.ly/33iOjdT

2.7. Adiós a una belleza en el cielo nocturno

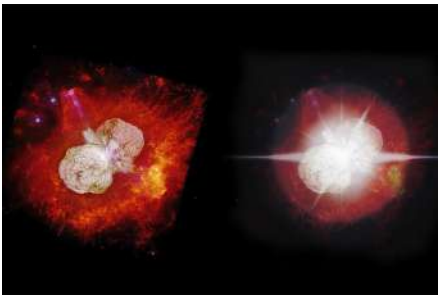

Figura 2.9: (I) Una vista de Eta Carinae por el telescopio espacial Hubble de la NASA en 2000. (D) Cómo se vería la estrella en 2032, cuando eclipsa su nebulosa.
Crédito: NASA.

Durante más de un siglo y medio, Eta Carinae ha sido una de las estrellas más luminosas de la Vía Láctea (ver Fig. 2.9).

Parte de su naturaleza se reveló en 1847, cuando, en una erupción gigante, se formó una nebulosa llamada Homúnculo ("hombre pequeño"). El evento convirtió a Eta Carinae en la segunda estrella más brillante en el cielo después de Sirio, y fácilmente distinguible de otras estrellas igualmente inestables llamadas Luminous Blue Variables, cuyas nebulosas no son tan claramente visibles.

El Homúnculo gigante contiene información sobre su estrella madre, que va desde la energía de su expansión hasta su flujo de salida bipolar y composición química. Sin embargo, en tan solo una década a partir de ahora, ya no podremos ver la nebulosa con claridad.

Un estudio reciente indica que el Homúnculo se ofuscará por el brillo creciente de Eta Carinae. El brillo crece tan rápido, que en 2036 la estrella será 10 veces más brillante que su nebulosa, lo que al final la hará indistinguible de otros LBV.

Pero hay una ventaja, científicos creen que el brillo creciente de Eta Carinae no es intrínseco a la estrella en sí, como comúnmente se piensa. De hecho, es probable que sea causado por la disipación de una nube de polvo colocada exactamente frente a ella como se ve desde la Tierra.

Los investigadores postulan en un nuevo estudio que esta nube envuelve completamente la estrella y sus vientos, borrando gran parte de su luz que emana hacia la Tierra. El homúnculo circundante, por el contrario, se puede ver directamente porque es 200 veces más grande que la nube oscurecida y, por lo tanto, su brillo casi no se ve afectado.

En 2032 (con una incertidumbre de más o menos cuatro años), la nube de polvo se habrá disipado, de modo que el brillo de la estrella central ya no aumentará y el Homúnculo se perderá en su resplandor, según los investigadores.

Este acontecimiento proporcionará una oportunidad para un estudio más profundo de Eta Carinae, incluso mostrando que no es una, sino dos estrellas.

Ha habido una serie de revelaciones recientes sobre este objeto único en el cielo, pero esta es una de las más importantes. Esto puede permitirnos investigar la verdadera naturaleza del motor central y mostrar que es un sistema binario cercano de dos estrellas interactivas muy masivas.

Artículo completo en:
https://bit.ly/3aWrhMS

2.8. La materia oscura puede no existir realmente

Los científicos han estado buscando "materia oscura", una sustancia desconocida e invisible que se cree que constituye la gran mayoría de la materia en el universo, durante casi un siglo. La razón de esta persistencia es que la materia oscura es necesaria para tener en cuenta el hecho de que las galaxias no parecen obedecer las leyes fundamentales de la física. Sin embargo, las búsquedas de materia oscura no han tenido éxito.

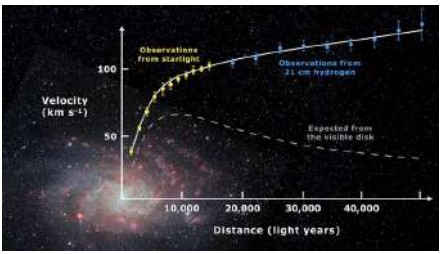

Figura 2.10: Curva de rotación de la galaxia espiral Triángulo Messier.
Crédito: Mario De Leo, CC BY-SA.

Pero hay otros enfoques para entender por qué las galaxias se comportan de manera tan extraña. Un nuevo estudio, muestra que, al modificar las leyes de la gravedad en las enormes escalas de las galaxias, es posible que no necesitemos materia oscura después de todo.

El astrónomo suizo Fritz Zwicky descubrió en la década de 1930 que las velocidades en los cúmulos de galaxias eran demasiado altas para dar cuenta de la cantidad de materia que podíamos ver. Varios grupos de científicos, describieron un fenómeno similar cuando estudiaron el movimiento de las estrellas en los extremos de la galaxia de Andrómeda.

Se esperaba que las velocidades de las estrellas lejos de su centro disminuyeran, ya que experimentan menos fuerza gravitacional. Esto se debe a que, de acuerdo con la segunda ley de movimiento de Newton, la atracción gravitacional de la materia en órbita puede equipararse a un producto de su masa y aceleración (que está relacionada con la velocidad).

Sin embargo, las mediciones mostraron que no hubo tal disminución en las velocidades con la distancia (ver Fig. 2.10). Eso llevó a los científicos a creer que debe haber algún tipo de materia invisible allí para crear una atracción gravitacional más fuerte y un movimiento estelar más rápido. En las últimas décadas, innumerables sondas de sistemas gravitacionales a escalas de longitud muy grande indicaron el mismo problema.

El misterio de lo que realmente es la materia oscura sigue siendo el último desafío de la física fundamental moderna. La pregunta central es si realmente es una fuente de masa faltante, como un nuevo tipo de materia, o si la ley gravitacional es simplemente diferente a escalas de longitud gigantescas.

Si bien la primera opción parece muy tentadora, todavía no hemos encontrado ninguna materia oscura. Además, aunque las leyes de gravedad están bien probadas dentro del sistema solar, hay que tener cuidado al extrapolar esto a escalas que son al menos mil millones de veces más grandes.

Un intento bien conocido para deshacerse de la necesidad de materia oscura es la Di-

námica Newtoniana Modificada (MOND), que sugiere que la ley de la gravedad de Newton se vuelve irregular cuando la atracción gravitacional es muy débil, como es el caso en las regiones externas de la galaxia. Pero esta teoría, aunque exitosa en muchos aspectos, no ha pasado las mismas pruebas estrictas que nuestro modelo estándar de cosmología, que incluye la materia oscura.

El principal problema es que MOND no puede explicar el problema de la masa faltante en galaxias y cúmulos de galaxias al mismo tiempo. Otro argumento muy fuerte contra MOND se basa en la observación de cúmulos de galaxias en colisión, donde las estrellas de cada galaxia se atraviesan entre sí, pero las nubes de gas se unen y se quedan atrás. Un ejemplo famoso es el Bullet Cluster, que consiste en dos de estos grupos en colisión. Las observaciones sugieren que la materia oscura sigue a las estrellas en estos eventos, que tienen una masa total más baja que la nube de gas. MOND no puede explicar por qué sucede esto.

Se ha propuesto ajustar las leyes de la gravedad de una manera diferente. Los científicos han asumido que un fenómeno conocido como detección de Vainshtein está funcionando. Esto sugiere que cada objeto suficientemente denso y compacto en el espacio genera una esfera invisible a su alrededor que determina cómo se comportan las leyes de la física con la distancia creciente. Esta esfera es un concepto teórico para ayudarnos a comprender la diferencia entre escalas pequeñas y grandes, en lugar de una membrana física real (ver Fig. 2.11).

Según nuestra teoría, dentro de esta burbuja, las leyes de la gravedad newtoniana ordinaria que vemos en nuestro sistema solar se aplican a los objetos que interactúan con el cuerpo masivo en el centro. Fuera de la burbuja, la teoría sugiere que la atracción gravitacional del objeto central puede mejorarse significativamente, a pesar de que no hay más masa presente.

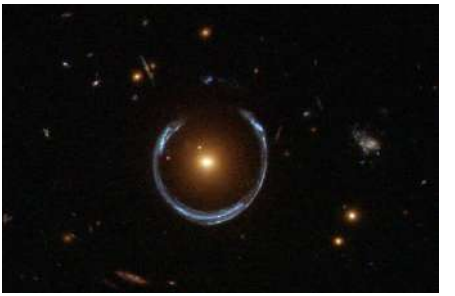

Figura 2.11: Lente gravitacional alrededor de una galaxia.
Crédito: NASA.

El tamaño de la burbuja sería proporcional a la masa del objeto central. Si, por ejemplo, en una galaxia, esta esfera tiene un radio de unos pocos miles de años luz, una distancia típica a la que se observan signos de materia oscura, la esfera correspondiente de nuestro sol tendría un radio de 50,000 unidades astronómicas (una de esas unidades es la distancia entre el sol y la tierra). Sin embargo, el borde del sistema solar está a solo 50 unidades astronómicas de distancia. En otras palabras, no hay objetos que podamos observar tan lejos del sol para probar si el sol tiene una atracción gravitacional diferente de la que tiene en la Tierra. Solo la observación de sistemas completos muy lejanos nos permite hacer eso.

El efecto sorprendente es que el tamaño de la burbuja newtoniana crece con la masa cerrada de una manera particular. Esto significa que la ley de la gravedad cambia a diferentes escalas de longitud en galaxias y

cúmulos de galaxias respectivamente y, por lo tanto, puede explicar la aparente materia oscura en ambos sistemas simultáneamente. Eso no es posible con MOND. Además, es consistente con la observación del Bullet Cluster. Esto se debe a que las nubes de gas que quedaron en la colisión no son lo suficientemente compactas como para generar una esfera a su alrededor, lo que significa que la aparente materia oscura solo es notable alrededor de las estrellas más compactas. MOND no distingue entre estrellas y nubes de gas.

Esta teoría nos permitió explicar las velocidades estelares en las galaxias mucho mejor que con la relatividad general de Einstein, que permite que exista materia oscura. Entonces, en realidad puede haber menos materia oscura misteriosa de lo que pensamos, y tal vez incluso ninguna.

Este interesante fenómeno también podría ser responsable de la alta variabilidad del movimiento galáctico, para lo cual reunimos más y más evidencia.

Cualquier cuerpo masivo deforma el espacio y el tiempo a su alrededor, de acuerdo con la relatividad general. Como resultado, los rayos de luz dan un giro aparente alrededor del objeto en lugar de viajar en línea recta, un efecto denominado lente gravitacional. Una prueba extremadamente interesante de este hallazgo es la observación de una desviación precisa de la luz gravitacional por galaxias individuales, lo cual es una medición difícil. La teoría predice una desviación de luz más fuerte para galaxias muy compactas, por lo que, de manera emocionante, algún día podría ser falsificada o confirmada por dicha medición.

Artículo completo en:
https://bit.ly/3aWrhMS

2.9. La Vía Láctea está deformada

El disco de estrellas de la galaxia de la Vía Láctea es todo menos estable y plano. En cambio, se deforma y se tuerce cada vez más lejos del centro de la Vía Láctea, según los astrónomos de los Observatorios Astronómicos Nacionales de la Academia de Ciencias de China (NAOC).

Figura 2.12: Ilustración artística del disco deformado y retorcido de la Vía Láctea.
Crédito: CHEN Xiaodian.

Desde una gran distancia, la galaxia se vería como un delgado disco de estrellas que orbitan una vez cada pocos cientos de millones de años alrededor de su región central, donde cientos de miles de millones de estrellas, junto con una gran masa de materia oscura, proporcionan el "pegamento" gravitacional para mantener todo unido.

Pero la atracción de la gravedad se debilita lejos de las regiones internas de la Vía Láctea. En el disco externo de la galaxia, los átomos de hidrógeno que forman la mayor parte del disco de gas de la Vía Láctea ya no están confinados a un plano delgado, sino que le dan al disco una apariencia deformada tipo S (ver Fig. 2.12).

Es notoriamente difícil determinar las distancias desde el sol hasta partes del disco de gas externo de la Vía Láctea sin tener una idea clara de cómo se ve realmente ese disco.

Sin embargo, recientemente se ha publicado un nuevo catálogo de estrellas variables de buen comportamiento conocidas como cefeidas clásicas (ver Fig. 2.13), para las cuales se pueden determinar distancias tan precisas como del 3 al 5 por ciento. Esa base de datos permitió a los científicos desarrollar la primera imagen tridimensional precisa de la Vía Láctea hacia sus regiones más alejadas.

Las cefeidas clásicas son estrellas jóvenes que tienen entre cuatro y 20 veces más masa que el sol y hasta 100.000 veces más brillo. Estas masas estelares tan altas implican que viven rápido y mueren jóvenes, quemando su combustible nuclear muy rápidamente, a veces en solo unos pocos millones de años. Muestran pulsaciones de día a mes, que se observan como cambios en su brillo. Combinado con el brillo observado de una cefeida, su período de pulsación puede usarse para obtener una distancia altamente confiable.

Los descubrimientos muestran que en 3-D, nuestra colección de 1339 estrellas cefeidas y el disco de gas de la Vía Láctea se siguen muy de cerca. Esto ofrece nuevos conocimientos sobre la formación de nuestra galaxia. Lo más importante que se ha encontrado en las regiones exteriores de la Vía Láctea es que el disco estelar tipo S está deformado en un patrón espiral progresivamente torcido.

Combinando los resultados encontrados con otras observaciones, se ha llegado a la conclusión de que el patrón espiral deforma-

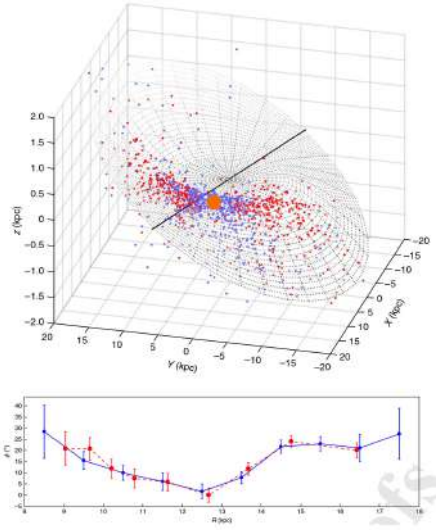

Figura 2.13: Arriba: distribución en 3D de las cefeidas clásicas en el disco deformado de la Vía Láctea. Abajo: precesión de la línea de nodos de la urdimbre con radio galactocéntrico.
Crédito: CHEN Xiaodian.

do de la Vía Láctea probablemente sea causado por los pares, o el forzamiento rotacional, por el disco interno masivo.

Esta nueva morfología proporciona un mapa actualizado crucial para los estudios de los movimientos estelares de nuestra galaxia y los orígenes del disco de la Vía Láctea.

Artículo completo en:
https://go.nature.com/2vjohL8

2.10. Evidencia de una nueva constante fundamental del Sol

Una nueva investigación realizada en la Universidad de Northumbria, Newcastle, muestra que las ondas magnéticas del sol se comportan de manera diferente de lo que se cree actualmente.

Después de examinar los datos recopilados durante un período de 10 años, científicos han descubierto que las ondas magnéticas en la corona del sol, su capa más externa de la atmósfera, reaccionan a las ondas de sonido que escapan del interior del sol (ver Fig. 2.14).

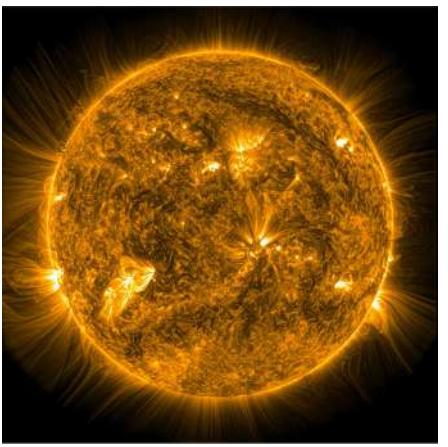

Figura 2.14: La corona del Sol: su capa más externa de atmósfera.
Crédito: Universidad de Northumbria, Newcastle.

Estas ondas magnéticas, conocidas como ondas alfvénicas, juegan un papel crucial en el transporte de energía alrededor del sol y el sistema solar. Anteriormente se pensaba que las ondas se originaban en la superficie del sol, donde el hidrógeno hirviendo alcanza temperaturas de 6,000 grados y agita el campo magnético del sol.

Sin embargo, los investigadores han encontrado evidencia de que las ondas magnéticas también reaccionan, o están excitadas, más arriba en la atmósfera por las ondas de sonido que se escapan desde el interior del sol.

Los científicos descubrieron que las ondas de sonido dejan un marcador distintivo en las ondas magnéticas. La presencia de este marcador significa que toda la corona del sol está temblando de manera colectiva en respuesta a las ondas de sonido. Esto hace que vibre en un rango muy claro de frecuencias.

Este marcador recién descubierto se encuentra en toda la corona y estuvo constantemente presente durante el período de tiempo de 10 años examinado. Esto sugiere que es una constante fundamental del sol, y podría ser una constante fundamental de otras estrellas.

Por lo tanto, los hallazgos podrían tener implicaciones significativas para nuestras ideas actuales sobre cómo la energía magnética se transfiere y utiliza en atmósferas estelares.

La corona del sol es más de cien veces más caliente que su superficie y se cree que la energía proveniente de las ondas alfvénicas es responsable de calentar la corona a una temperatura de alrededor de un millón de grados. Las ondas alfvénicas también son responsables de calentar y acelerar la potente energía solar, viento del sol que viaja a través del sistema solar.

Estos vientos viajan a velocidades de alrededor de un millón de millas por hora. También afectan la atmósfera de las estrellas y

los planetas, impactan en sus propios campos magnéticos y causan fenómenos como la aurora.

La evidencia muestra que las oscilaciones acústicas internas del sol juegan un papel importante en la excitación de las ondas magnéticas. Esto puede dar a las ondas diferentes propiedades y sugiere que son más susceptibles a una inestabilidad, lo que podría conducir a temperaturas más altas y más calientes, es decir vientos solares más rápidos.

Científicos se encuentran trabajando actualmente con la NASA para analizar imágenes del sol que fueron tomadas por el generador de imágenes coronal de alta resolución de la NASA, Hi-C.

Artículo completo en:
https://go.nature.com/39RNAmK

2.11. Evidencia de una nueva constante fundamental del Sol

La galaxia del cigarro (también conocida como M82) es famosa por su extraordinaria velocidad en la creación de nuevas estrellas, con estrellas que nacen 10 veces más rápido que en la Vía Láctea. Los datos del Observatorio Estratosférico de Astronomía Infrarroja, o SOFIA, se han utilizado para estudiar esta galaxia con mayor detalle, revelando cómo el material que afecta la evolución de las galaxias puede ingresar al espacio intergaláctico (ver Fig. 2.15).

Figura 2.15: Imagen que muestra las líneas de campo magnético de la galaxia del cigarro. *Crédito: NASA/SOFIA/E. Lopez-Rodiguez; NASA/Spitzer/J. Moustakas y col.*

Los investigadores descubrieron, por primera vez, que el viento galáctico que fluye desde el centro de la galaxia del cigarro (M82) está alineado a lo largo de un campo magnético y transporta una gran masa de gas y polvo, la masa equivalente de 50 millones a 60 millones de soles.

El espacio entre las galaxias no está vacío, contiene gas y polvo, que son las semillas de las estrellas y galaxias. Ahora se tiene una mejor comprensión de cómo esta materia escapó del interior de las galaxias con el tiempo.

Además de ser un ejemplo clásico de una galaxia de estallido estelar, porque está formando un número extraordinario de nuevas estrellas en comparación con la mayoría de las otras galaxias, M82 también tiene fuertes vientos que soplan gas y polvo en el espacio intergaláctico. Los astrónomos han teorizado durante mucho tiempo que estos vientos también arrastrarían el campo magnético de la galaxia en la misma dirección, pero a pesar de numerosos estudios, no ha habido ninguna prueba de observación del concepto.

Los investigadores que utilizan el observatorio aerotransportado SOFIA encontraron definitivamente que el viento de la galaxia del cigarro no solo transporta una gran cantidad de gas y polvo al medio intergaláctico, sino que también arrastra el campo magnético para que sea perpendicular al disco galáctico. De hecho, el viento arrastra el campo magnético de más de 2.000 años luz de diámetro, cerca del ancho del viento.

Uno de los principales objetivos de esta investigación fue evaluar qué tan eficientemente el viento galáctico puede arrastrar a lo largo del campo magnético.

Estas observaciones indican que los poderosos vientos asociados con el fenómeno del estallido estelar podrían ser uno de los mecanismos responsables de sembrar material e inyectar un campo magnético en el medio intergaláctico cercano. Si se produjeran procesos similares en el universo primitivo, habrían afectado la evolución fundamental de las primeras galaxias.

El instrumento más nuevo de SOFIA, la cámara de alta resolución Airborne Wideband Camera-Plus, o HAWC +, utiliza luz infrarroja lejana para observar los granos de polvo celeste, que se alinean a lo largo de líneas de campo magnético. A partir de estos resultados, los científicos pueden inferir la forma y la dirección del campo magnético invisible. La luz infrarroja lejana proporciona información clave sobre los campos magnéticos porque la señal es limpia y no está contaminada por la emisión de otros mecanismos físicos, como la luz visible dispersa.

Estudiar los campos magnéticos intergalácticos, y aprender cómo evolucionan, es clave para comprender cómo evolucionaron las galaxias a lo largo de la historia del universo. Con el instrumento HAWC + de SOFIA, ahora tenemos una nueva perspectiva sobre estos campos magnéticos.

Artículo completo en:
https://go.nature.com/39RNAmK

2.12. Descubren 83 agujeros negros supermasivos en el universo primitivo

Los astrónomos de Japón, Taiwán y la Universidad de Princeton han descubierto 83 cuásares impulsados por agujeros negros supermasivos en el universo distante, desde un momento en que el universo tenía menos del 10 por ciento de su edad actual (ver Fig. 2.16).

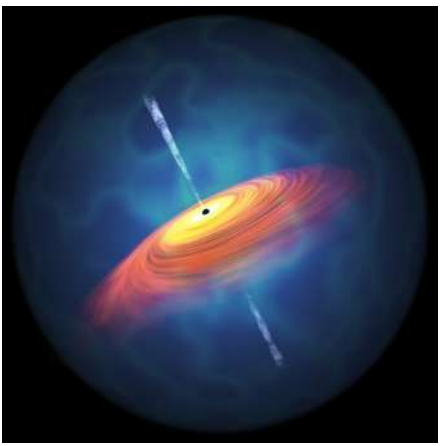

Figura 2.16: Impresión artística de un cuásar. Un agujero negro supermasivo se encuentra en el centro, y la energía gravitacional del material que se acumula sobre él se libera como luz.
Crédito: Yoshiki Matsuoka.

Es notable que objetos tan densos y masivos pudieran formarse tan pronto después del Big Bang, comprender cómo se pueden formar los agujeros negros en el universo primitivo, y cuán comunes son, es un desafío para nuestros modelos cosmológicos.

Este hallazgo aumenta considerablemente el número de agujeros negros conocidos en esa época, y revela, por primera vez, cuán comunes son al principio de la historia del universo. Además, proporciona una nueva visión del efecto de los agujeros negros en el estado físico del gas en el universo temprano en sus primeros mil millones de años.

Los agujeros negros supermasivos, que se encuentran en los centros de las galaxias, pueden ser millones o incluso miles de millones de veces más masivos que el sol. Si bien prevalecen hoy, no está claro cuándo se formaron por primera vez y cuántos existieron en el lejano universo temprano. Un agujero negro supermasivo se hace visible cuando el gas se acumula sobre él, haciendo que brille como un "cuásar". Estudios previos han sido sensibles solo a los cuásares muy raros y más luminosos y, por lo tanto, a los agujeros negros más masivos. Los nuevos descubrimientos sondean la población de cuásares más débiles, impulsados por agujeros negros con masas comparables a la mayoría de los agujeros negros vistos en el universo actual.

El equipo de investigación utilizó datos tomados con un instrumento de vanguardia, "Hyper Suprime-Cam" (HSC), montado en el Telescopio Subaru del Observatorio Astronómico Nacional de Japón, que se encuentra en la cumbre de Maunakea en Hawai. HSC tiene un campo de visión gigantesco (1.77 grados de ancho, o siete veces el área de la luna llena) montado en uno de los telescopios más grandes del mundo. El equipo de HSC está estudiando el cielo en el transcurso de 300 noches de tiempo de telescopio, repartidas en cinco años.

El equipo seleccionó candidatos de cuásar distantes de los datos sensibles de la encuesta HSC. Luego llevaron a cabo una intensa campaña de observación para obtener espectros de esos candidatos, utilizando tres

telescopios: el telescopio Subaru; el Gran Telescopio Canarias en la isla de La Palma en Canarias, España; y el Telescopio Gemini Sur en Chile. La encuesta ha revelado 83 cuásares muy distantes hasta ahora desconocidos. Junto con 17 cuásares ya conocidos en la región de la encuesta, los investigadores descubrieron que hay aproximadamente un agujero negro supermasivo por giga-año-luz cúbico.

La muestra de cuásares en este estudio está a unos 13 mil millones de años luz de distancia de la Tierra; en otras palabras, los estamos viendo como existieron hace 13 mil millones de años. A medida que el Big Bang tuvo lugar hace 13.8 mil millones de años, efectivamente estamos mirando hacia atrás en el tiempo, viendo estos cuásares y agujeros negros supermasivos, ya que aparecieron solo unos 800 millones de años después de la creación del universo (conocido).

Es ampliamente aceptado que el hidrógeno en el universo fue una vez neutral, pero fue "reionizado", dividido en sus protones y electrones componentes, alrededor del tiempo en que nació la primera generación de estrellas, galaxias y agujeros negros supermasivos, en los primeros cien millones de años después del Big Bang. Este es un hito en la historia cósmica, pero los astrónomos aún no saben qué proporcionó la increíble cantidad de energía necesaria para causar la reionización. Una hipótesis convincente sugiere que hubo muchos más cuásares en el universo temprano que los detectados previamente, y es su radiación integrada la que reionizó el universo.

Artículo completo en:
https://bit.ly/2wQEurM

V Escuela Ecuatoriana de Astronomía y Astrofísica

3. V Escuela Ecuatoriana de Astronomía y Astrofísica

Figura 3.1: Afiche promocional del evento.

En esta V Escuela Ecuatoriana de Astronomía y Astrofísica (ver afiche en Fig. 3.1) se impartieron cursos de Astrofísica de Astrofísica de Altas Energías, Relatividad Especial, Exoplanetas, Cosmología, Centros Galácticos y Plataformas Aeroespaciales, abordándose tanto la teoría y la práctica. La parte práctica de algunos de los cursos se trataron mediante pequeños talleres de análisis de datos.

En los cursos se incluyeron temas como mecanismos de radiación, fundamentos de la Relatividad Especial, el Big Bang, estimación de masas de agujeros negros supermasivos, métodos de detección de exoplanetas, entre otros.

En esta Escuela se tuvieron nueve sesiones teóricas y dos sesiones de talleres de análisis de datos. Para el desarrollo de los talleres se conformaron grupos de trabajo. El último día de la escuela hubo una sesión para la presentación de los resultados obtenidos por los grupos de trabajo. El proyecto estuvo relacionado con la dinámica de órbitas y las distancias en el Universo.

Esta escuela estuvo dirigida a estudiantes de últimos años de carreras de Física, Matemática e Ingenierías, así como a aficionados a la Astronomía, quienes deseen profundizar sus conocimientos en algunas ramas de la Astronomía y Astrofísica. Los temas que se abordarán en la V Escuela Ecuatoriana de Astronomía y Astrofísica son los siguientes:

Astrofísica de Altas Energías

La Astrofísica de Altas Energías se dedica al estudio de fuentes que emiten rayos X, rayos gamma y radiación en el UV extremo. Entre las fuentes que emiten radiación de altas energías encontramos el entorno de agujeros negros, estrellas de neutrones, remanentes de supernovas, quásares, entre otras.

Figura 3.2: Clase del Arq. Javier Arguello.

Figura 3.3: Clase dictada por el Dr. Ericsson López.

El telescopio XMM-Newton, lanzado en 1999, es uno de los instrumentos que ha contribuido a un abanico de descubrimientos tales como: el viento extenso proveniente de un agujero negro supermasivo, así como la localización de muchos candidatos a agujeros negros supermasivos en galaxias, etc.

Relatividad Especial

La relatividad especial es la teoría que surge como consecuencia de la constancia de la velocidad de la luz en todos los sistemas de referencia inerciales. Fue publicada por Albert Einstein en 1905. Su nombre de relatividad especial es debido a que esta teoría es aplicable únicamente en los casos en la que la curvatura del espacio-tiempo es nula, es decir, en un espacio-tiempo plano.

Exoplanetas

El número de exoplanetas y estudios ha crecido exponencialmente desde el descubrimiento del primero exoplaneta en 1992, que orbita el pulsar PSR B1225. Un exoplaneta es un planeta que orbita una estrella diferente al Sol. Hasta el 2016 el número de exoplanetas detectados ascendía a más de cuatro mil, muchos de los cuales son gigantes gaseosos parecidos a Júpiter, pero otros parecen ser similares a la Tierra.

Cosmología

La Cosmología estudia el origen y la evolución del universo como un todo. La ley de expansión del universo representa uno de los hallazgos importantes llevados a cabo en la Cosmología. En 1998 se descubrió que el

Figura 3.4: Clase dictada por el Dr. Jairo Armijos.

universo se expande a una velocidad cada vez mayor, lo que iba en contra de la expansión desacelerada que se esperaba a causa de la atracción gravitatoria de las galaxias.

Centros galácticos

A partir de estudios se ha inferido la presencia de agujero negros supermasivos en los centros de las galaxias. Existen galaxias que se conocen como galaxias activas, donde se piensa existiría acreción de materia originada a causa del campo gravitatoria del agujero negro supermasivo que reside en su centro. Recientemente, un equipo internacional de astrónomos obtuvo la primera imagen de un agujero negro supermasivo con una masa de 6.5 mil millones de masas solares.

Plataformas aeroespaciales

Los seres humanos dedican tiempo y esfuerzo para descubrir los enigmas del Universo. Cada día más misterios son descubiertos gracias a las invenciones y las maravillas de la ingeniería. Por un lado tenemos los instrumentos que permiten a los astrónomos realizar estudios en prácticamente todas las frecuencias del espectro electromagnético, pero también son importantes las plataformas aeroespaciales que trasportan los instrumentos cada vez más lejos de la Tierra.

En la escuela se habló sobre las plataformas aeroespaciales que juegan un papel crucial en la investigación del Universo.

Figura 3.5: Clase dictada por el Dr. Alberto Celi.

La Escuela se llevó a cabo desde el 13 de agosto hasta el 16 de agosto de 2019 en la Escuela Politécnica Nacional, en el Auditorio de la ADEPON. La Escuela tuvo un total de 111 participantes de diversas instituciones y ciudades del país.

El Comité científico y expositores de la Escuela estuvo conformado por:

- Dr. Ericsson López (Escuela Politécnica Nacional, Ecuador).
- Dr. Alberto Celi (Escuela Politécnica Nacional, Ecuador).
- Dr. Jairo Armijos (Escuela Politécnica Nacional, Ecuador).
- MSc. Hugo Barbier (Escuela Politécnica Nacional, Ecuador).
- Fís. Franklin Aldás (Escuela Politécnica Nacional, Ecuador).
- Ing. Daniel Vera (Escuela Politécnica Nacional, Ecuador).
- Arq. Javier Arguello (AEAA).

Figura 3.6: Visita al OAQ.

Figura 3.7: Visita al OAQ.

Figura 3.8: Presentación de los resultados de los talleres.

Figura 3.9: Participantes de la VEEAA organizada por el OAQ.

Eventos astronómicos 2019

4. Eventos astronómicos 2019

4.1. Fases de la Luna 2019

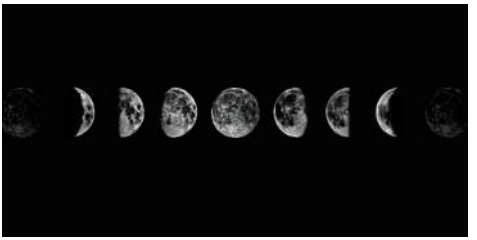

Figura 4.1: Fases de la Luna.
Créditos: Griffith Observatory.

Según la posición relativa entre la Luna, la Tierra y el Sol, la parte visible de la superficie del satélite natural de nuestro planeta se muestra en ocasiones más o menos iluminada por la luz solar. En ocasiones la vemos como un círculo completo, mientras que otras veces no la vemos. A esto se lo conoce como las fases de la Luna y hacen referencia al cambio aparente de iluminación de la superficie de nuestro satélite en el curso de un mes.

La órbita de la Tierra forma un ángulo de 5° con la órbita de la Luna, de manera que cuando la Luna se encuentra entre el Sol y la Tierra, uno de sus hemisferios (el que nosotros vemos) queda en la zona oscura, y por lo tanto, queda invisible a nuestra vista: a esto le llamamos **luna nueva** o novilunio.

A medida que la Luna sigue su movimiento de traslación, va creciendo la superficie iluminada visible desde la Tierra, hasta que una semana más tarde llega a mostrarnos la mitad de su hemisferio iluminado; es el llamado **cuarto creciente**.

Una semana más tarde percibimos todo el hemisferio iluminado: es la llamada **luna llena** o plenilunio.

A la semana siguiente, la superficie iluminada empieza a decrecer o menguar, hasta llegar a la mitad: es el **cuarto menguante** (ver Fig. 4.2).

Al final de la cuarta semana llega a su posición inicial y desaparece completamente de nuestra vista, para recomenzar un nuevo ciclo.

Figura 4.2: Luna en fase menguante.
Créditos: Juan Ignacio Roncoroni / EFE.

A continuación presentamos el calendario de las fases lunares para el año 2019. Los siguientes cuadros han sido calculadas para la posición de Quito (Longitud: 78.5036°O Latitud: 0.2154°S Altura: 2827 m) y la hora mostrada corresponde a la hora UTC. También se presenta la distancia geocéntrica hacia la Luna en kilómetros.

I. Luna Nueva

Fecha	Hora UTC	Dist. geocéntrica[Km]
06/01/2019	01:28:11	402609
04/02/2019	21:03:35	406470
06/03/2019	16:03:59	404730
05/04/2019	08:50:30	398064
04/05/2019	22:45:31	388271
03/06/2019	10:01:57	377501
02/07/2019	19:16:12	367745
01/08/2019	03:11:55	360606
30/08/2019	10:37:09	357224
28/09/2019	18:26:23	358232
28/10/2019	03:38:29	363685
26/11/2019	15:05:35	372887
26/12/2019	05:13:08	384226

Cuadro 1: Luna nueva en el 2019.

II. Cuarto creciente

Fecha	Hora UTC	Dist. geocéntrica[Km]
14/01/2019	06:45:33	392909
12/02/2019	22:26:14	384995
14/03/2019	10:27:05	377825
12/04/2019	19:05:53	372634
12/05/2019	01:12:14	370050
10/06/2019	05:59:19	370205
09/07/2019	10:54:53	372966
07/08/2019	17:30:58	378084
06/09/2019	03:10:26	385082
05/10/2019	16:47:06	392931
04/11/2019	10:23:05	399886
04/12/2019	06:58:14	403933

Cuadro 2: Cuarto creciente en el 2019.

III. Luna llena

Fecha	Hora UTC	Dist. geocéntrica[Km]
21/01/2019	05:16:05	357715
19/02/2019	15:53:35	356843
21/03/2019	01:42:53	360768
19/04/2019	11:12:11	368584
18/05/2019	21:11:21	378793
17/06/2019	08:30:40	389563
16/07/2019	21:38:14	398908
15/08/2019	12:29:16	404935
14/09/2019	04:32:48	406247
13/10/2019	21:07:54	402366
12/11/2019	13:34:25	393972
12/12/2019	05:12:16	382864

Cuadro 3: Luna llena en el 2019.

IV. Cuarto menguante

Fecha	Hora UTC	Dist. geocéntrica[Km]
27/01/2019	21:10:21	382160
26/02/2019	11:27:44	389809
28/03/2019	04:09:40	397206
26/04/2019	22:18:18	402460
26/05/2019	16:33:36	404127
25/06/2019	09:46:26	401872
25/07/2019	01:18:03	396428
23/08/2019	14:56:06	389163
22/09/2019	02:40:54	381672
21/10/2019	12:39:18	375441
19/11/2019	21:10:57	371501
19/12/2019	04:57:07	370293

Cuadro 4: Cuarto menguante en el 2019.

4.2. Solsticios y Equinoccios 2019

Los solsticios y equinoccios para el 2019 se presentan a continuación. Los datos se calcularon para la ciudad de Quito (Longitud: 78.5036°O Latitud: 0.2154°S Altura: 2827 m) y la hora de referencia es la hora local.

- Equinoccio de Marzo:
  20/03/2019 - 16:58:33 h
- Solsticio de Junio:
  21/06/2019 - 10:54:14 h
- Equinoccio de Septiembre:
  23/09/2019 - 02:50:14 h
- Solsticio de Diciembre:
  21/12/2019 - 11:19:26 h

4.3. Eclipses 2019

I. Eclipse solar

Figura 4.3: Eclipse total de Sol.
Créditos: NASA.

A continuación se listan los eclipses solares que se darán en el año 2019. La hora señalada corresponde a la hora en Ecuador y las condiciones de visibilidad son calculadas para Quito.

- Eclipse parcial de Sol:
  05/01/2019 - 08:41:27 h - No visible.
- Eclipse total de Sol (ver Fig. 4.3):
  02/07/2019 - 14:22:57 h - Parcialmente visible.
- Eclipse anular de Sol:
  26/12/2019 - 00:17:43 h - No visible.

II. Eclipse lunar

Figura 4.4: Eclipse total de Luna.
Créditos: NASA.

A continuación se listan los eclipses de Luna que se darán en el año 2019. La hora señalada corresponde a la hora en Ecuador continental y las condiciones de visibilidad son calculadas para Quito.

- Eclipse total de Luna (ver Fig. 4.4):
  21/01/2019 - 00:12:19 h - Visible.
- Eclipse parcial de Luna:
  16/07/2019 - 16:30:49 h - No visible.

4.4. Visibilidad de planetas 2019

A continuación mostraremos los períodos de visibilidad de algunos de los planetas del Sistema Solar que pueden ser observados con telescopios.

Se muestran las horas de salida y puesta del planeta, y las horas de puesta y salida del Sol durante el año 2019, con lo que, por comparación, se tiene el periodo o tiempo de visibilidad, que en la gráfica se ha sombreado para su más fácil percepción. La hora indicada hace referencia a la hora local en Ecuador continental.

Las líneas de colores en las gráficas tienen los siguientes significados:

- Verde: Orto (salida por el horizonte) del planeta.
- Rosado: Paso por el meridiano del planeta.
- Rojo: Ocaso (puesta en el horizonte) del planeta.
- Azul: Orto solar.
- Amarillo: Ocaso solar.
- Región sombreada: Período de visibilidad.

I. Venus

Conocido como “lucero del alba” y “lucero vespertino”, es el objeto más brillante del cielo después del Sol y la Luna.

También es el planeta más cercano a la Tierra y las siguientes son sus características generales:

- Magnitud aparente: -4.4
- Semieje mayor: 0.723327 UA
- Excentricidad: 0.00677323
- Perihelio: 0.718440 UA
- Afelio: 0.728213 UA
- Radio orbital medio: 0.72333199 UA
- Período orbital sideral: 224.701 días
- Velocidad orbital media: 35.0214 km/s
- Satélites: 0
- Masa: 4.869 x 10^{24} kg
- Volumen: 9.28x10^{11} km^3
- Radio: 6051.8 km
- Gravedad: 8.87 m/s^2
- Velocidad de escape: 10.36 km/s
- Periodo de rotación: -243.0187 días
- Temperatura media: 463.85 °C

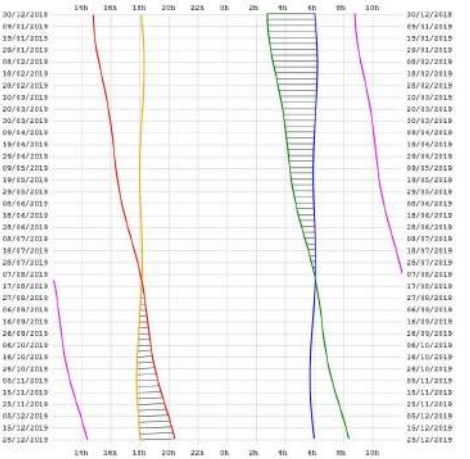

Figura 4.5: Visibilidad de Venus 2019. En el eje horizontal se encuentran las horas locales para Quito, y en el eje vertical la fecha del año. *Créditos: efemeridesastronomicas.dyndns.org*

Venus podrá ser observado en el amanecer desde enero hasta junio de 2019. A partir de octubre, y hasta finalizar el año Venus será observado al atardecer (ver Fig. 4.5).

II. Marte

Es el segundo planeta más pequeño del sistema solar después de Mercurio. Debido a que su eje de rotación está inclinado, experimenta estaciones similares a las de la Tierra de diferentes duraciones debido a su órbita elíptica.

A continuación, se detallan características generales del "planeta rojo":

- Magnitud aparente: -2.8
- Semieje mayor: 1.523679 UA
- Excentricidad: 0.093315
- Perihelio: 1.381497 UA
- Afelio: 1.665861 UA
- Radio orbital medio: 1.523662 UA
- Período orbital sideral: 686.971 días
- Velocidad orbital media: 24.077 km/s
- Satélites: 2
- Masa: 6.4185 x 10^{23} kg
- Volumen: 1.6318 x10^{11} km^3
- Radio: 3397.2 km
- Gravedad: 3.711 m/s^2
- Velocidad de escape: 5.027 km/s
- Periodo de rotación: 24.6229 horas
- Temperatura media: -46°C

En el horario de las observaciones nocturnas (19:00 h - 20:30 h) organizadas por el OAQ, Marte podrá ser observado a partir del mes de enero 2019 y hasta finales de mayo 2019 (ver Fig. 4.6).

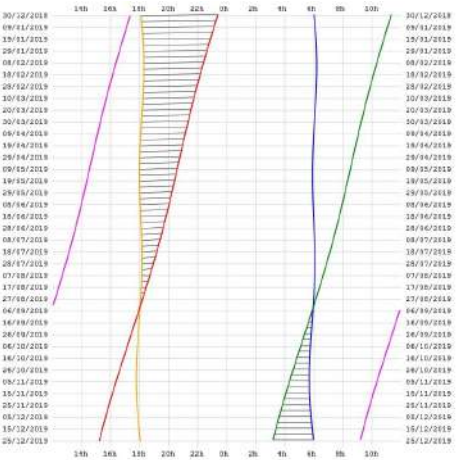

Figura 4.6: Visibilidad de Marte 2019. En el eje horizontal se encuentran las horas locales para Quito, y en el eje vertical la fecha del año.
Créditos: efemeridesastronomicas.dyndns.org

III. Júpiter

Es el planeta más grande del sistema solar, el primero gaseoso y el quinto en distancia al Sol. Visto desde un telescopio muestra la Gran Mancha Roja, una tormenta que forma parte de la envoltura gaseosa del planeta cuyo diámetro es mayor al doble del de la Tierra.

Las siguientes son características generales de Júpiter:

- Magnitud aparente: -2.9
- Semieje mayor: 5.204267 UA
- Excentricidad: 0.04839266
- Perihelio: 4.950429 UA
- Afelio: 5.458104 UA
- Radio orbital medio: 5.20336301 UA

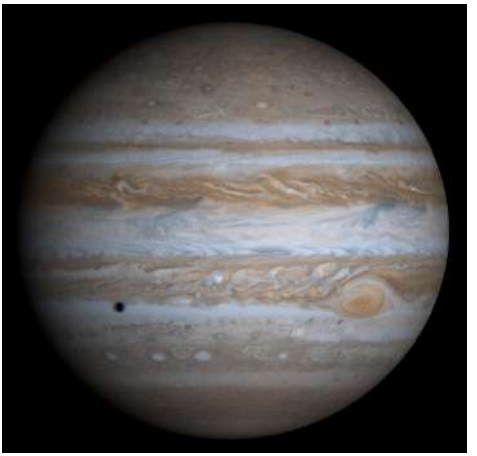

Figura 4.7: Hemisferio Sur de Júpiter. *Créditos: NASA/JPL/Univ. de Arizona.*

- Período orbital sideral: 11 años, 315 días, 1.1 horas
- Velocidad orbital media: 13.0697 km/s
- Satélites conocidos: 67
- Masa: 1.899 x 10^{27} kg
- Densidad: 1.33 g/cm^3
- Radio: 71492 km
- Gravedad: 24.79 m/s^2
- Velocidad de escape: 59.54 km/s
- Periodo de rotación: 9 horas, 55.5 minutos
- Temperatura media: -121.15°C

En el horario de las observaciones nocturnas (19:00 h - 20:30 h) organizadas por el OAQ, Júpiter podrá ser observado a partir de junio 2019 y hasta las primeras semanas de noviembre 2019 (ver Fig. 4.8).

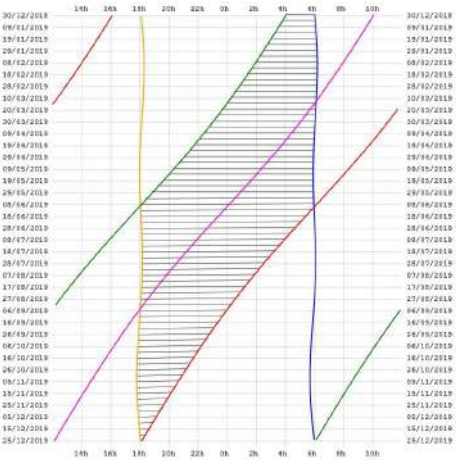

Figura 4.8: Visibilidad de Júpiter 2019. En el eje horizontal se encuentran las horas locales para Quito, y en el eje vertical la fecha del año. *Créditos: efemeridesastronomicas.dyndns.org*

IV. Saturno

Pertenece al grupo de los planetas gaseosos y posee anillos visibles desde la Tierra. La presencia de estos anillos tienen un origen similar al cinturón de asteroides.

Figura 4.9: Saturno. *Créditos: DPA.*

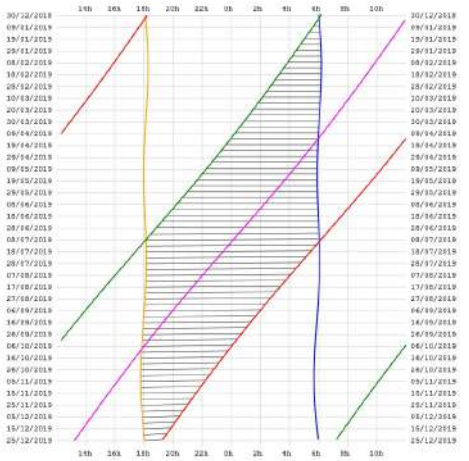

Figura 4.10: Visibilidad de Saturno 2019. En el eje horizontal se encuentran las horas locales para Quito, y en el eje vertical la fecha del año. *Créditos: efemeridesastronomicas.dyndns.org*

Las siguientes son características generales de Saturno:

- Magnitud aparente: -0.24
- Semieje mayor: 9.5820182 UA
- Excentricidad: 0.05415060
- Perihelio: 9.04807635 UA
- Afelio: 10.11595804 UA
- Radio orbital medio: 9.53707032 UA
- Período orbital sideral: 29 años, 167 días, 6.7 horas
- Velocidad orbital media: 9672.4 km/s
- Satélites observados: $\sim$ 200
- Masa: 5.688 x 10^{26} kg
- Densidad: 690 kg/m^3
- Radio: 60268 km
- Gravedad: 10.44 m/s^2
- Velocidad de escape: 35.49 km/s
- Periodo de rotación ecuatorial: 10 horas, 13 minutos, 59 segundos
- Temperatura media: -130.15°C

En el horario de las observaciones nocturnas (19:00 h - 20:30 h) organizadas por el OAQ, Júpiter podrá ser observado a partir de las últimas semanas de junio 2019 y hasta las primeras semanas de diciembre 2019 (ver Fig. 4.10).

4.5. Lluvias de meteoros 2019

Nombre de la lluvia	Intervalo de Observación (Máximo)	THZ
Cuadrántidas (QUA)	2 de Enero al 6 de Enero (4 de Enero, 16:35)	120
α-Centáuridas (ACE)	29 de Enero al 22 de Febrero (8 de Febrero, 07:56)	6
γ-Nórmidas (GNO)	26 de Febrero al 23 de Marzo (13 de Marzo, 22:34)	8
Líridas (LYR)	17 de Abril al 26 de Abril (22 de Abril, 20:31)	18
π-Púppidas (PPU)	15 de Abril al 28 de Abril (24 de Abril de 2019, 01:34)	var
η-Acuáridas (ETA)	19 Abril – 28 Mayo (05 Mayo 15:00)	60
Bootidas de Junio (JBO)	22 Junio - 02 Julio (26 Junio 22:00)	var
Piscis Austrínidas (PAU)	15 Julio - 10 Agosto (27 Julio 17:00)	5
δ-Acuáridas Sur (SDA)	22 de Diciembre al 29 de Mayo (6 de Mayo, 09:59)	25
α-Capricórnidas (CAP)	3 de Julio al 15 de Agosto (30 de Julio, 13:19)	4
Perseidas (PER)	18 de Julio al 25 de Agosto (13 de Agosto de 2019, 03:00)	100
κ-Cígnidas (KCG)	4 de Agosto al 26 de Agosto (18 de Agosto, 07:57)	3
α-Aurígidas (AUR)	25 de Agosto al 8 de Septiembre (1 de Septiembre, 10:21)	10
Dracónidas (GIA)	6 de Octubre al 10 de Octubre (8 de Octubre, 16:32)	var
ϵ-Gemínidas (EGE)	15 de Octubre al 28 de Octubre (18 de Octubre, 20:02)	2
Oriónidas (ORI)	3 de Octubre al 8 de Noviembre (21 de Octubre, 20:29)	23
Leónidas (LEO)	15 de Noviembre al 22 de Noviembre (17 de Noviembre, 23:49)	20+
Púppidas-Vélidas (PUP)	1 de Diciembre al 15 de Diciembre (7 de Diciembre, 11:34)	10
Gemínidas (GEM)	7 de Diciembre al 17 de Diciembre (14 de Diciembre, 13:39)	120
Úrsidas (URS)	18 de Diciembre al 27 de Diciembre (22 de Diciembre, 22:03)	10

El Boletín Astronómico es una publicación anual que realiza el Observatorio Astronómico de Quito de la Escuela Politécnica Nacional, con el fin de divulgar las actividades organizadas por esta dependencia en el campo de la Astronomía. Además, incluye información de eventos astronómicos y noticias relevantes en este campo.

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE QUITO
Av. Gran Colombia S/N y Av. Diez de Agosto
Interior del parque La Alameda, Quito - Ecuador, CP 170403
+593 (02) 297 6300 ext 6801 / +593 (02) 258 3451 ext 100
e-mail: observatorio.astronomico@epn.edu.ec
web: http://oaq.epn.edu.ec

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE QUITO
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

MUSEO ASTRONÓMICO
OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE QUITO
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL