

# MARATÓN

# COLOMBIA ESPACIAL

**Con los pies en la tierra y la mirada en el cielo**  
*20 egresados del Observatorio Astronómico Nacional de Colombia  
comparten sus experiencias y proyectos en astronomía y ciencias del  
espacio en Colombia y el mundo, foros temáticos y mucho mas.*

*Diciembre 14 y 15 de 2020*  
<https://tiny.cc/ColombiaEspacial>

## PROGRAMA (INCLUYE RESÚMENES)

### DÍA 1

Lunes 14 de diciembre

**9:00 am. BIENVENIDA (a cargo de Andrés Guzman - Creatividad para Colombia)**

- Palabras de la **Dra. Mabel Torres**, Ministra de Ciencia, Tecnología e Innovación
- Palabras del **Dr. Antonio Copete**, Director de Capacidades y Divulgación de la CTel - MinCiencias, Integrante de la Misión de Sabios 2019
- Palabras del **Dr. Enrique Forero**, Presidente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Palabras del **Dr. Giovanny Garavito**, Decano de la Facultad de Ciencias
- Palabras del **Dr. Mario Armando Higuera**, Director del OAN

**9:30 am. Foro Inaugural - 25 años conectando a Colombia con la astronomía, la astrofísica y las ciencias del espacio**

- **David Ardila** (Jet Propulsion Laboratory)
- **Juan Carlos Martínez** (SSL- Universidad de California - Berkeley)
- **Beatriz Sabogal** (Universidad de Los Andes)
- **Benjamín Calvo** (OAN-UN)
- **Alberto Rodríguez** (Laboratorio Nacional de Astrofísica de Brasil)
- Modera: **Santiago Vargas Domínguez** (OAN-UNAL)

**10:30 am. Eclipse total de Sol** (transmisión en directo desde Chile-Argentina con **Javier Santaolalla**.)

**11:15 am. FOXSI - Una forma novedosa de observar rayos-X duros del Sol**  
**Juan Camilo Buitrago** (Universidad de California - Berkeley)

It has been firmly demonstrated that direct-focusing instruments can transform the way high-energy X-rays from astronomical objects, including the Sun, are measured. The first three flights of the Focusing Optics X-ray Solar Imager (FOXSI) NASA sounding rocket established the usefulness and feasibility of Wolter-I optics optimized for the Sun, and showed that in addition to greater sensitivity, a vastly improved dynamic range can be obtained in this way. This technology stands ready to revolutionize understanding of solar flares by elucidating particle acceleration sites in the solar corona, studying how electrons propagate and deposit their energies, and how accelerated particles escape into interplanetary space. While the fundamental building blocks of solar hard X-ray (HXR) focusing are in place and ready for a spacecraft mission, concurrent development is required to prepare for the next generation of high-energy solar explorers, which will require higher rate capability and higher angular resolution to investigate finer-scale structure and to better complement instruments at other wavelengths. This talk will give an overview of the FOXSI rocket program and a detailed description of the three flights. We will also show images, and spectra investigating non-thermal emission for each of the flaring targets observed during each flight and the characteristics of the upcoming fourth flight thought to observe a solar flare's impulsive phase.

**11:45 am. TRAINED: enTre la Astronomía a la Ciencia de Datos**  
**Oscar Hernán Ramírez** (Centro Aeroespacial Alemán)

Haciendo un análisis en retrospectiva de mi carrera, podría concluir que mi motivación siempre ha sido resolver preguntas y crear modelos a partir de datos. Ya han pasado 10 años desde que culminé la maestría en el Observatorio Astronómico Nacional. Diez años en los que, en gran parte, me he dedicado a investigar las propiedades físicas de estrellas de tipo espectral OB como estudiante de doctorado, después como postdoc y finalmente como becario. En los últimos dos años, decidí incursionar en el campo de la ciencia de datos y sus aplicaciones en áreas distintas a la Astronomía. En esta charla, les quiero compartir mi experiencia. Les hablaré de la importancia que tienen las estrellas de tipo espectral OB en el Universo. Igualmente, les contaré cómo las habilidades que usualmente se adquieren en el estudio de la Astronomía son favorables y apreciadas para trabajar en el campo de la Ciencia de Datos.

**2:00 pm. Eventos eruptivos en estrellas activas: Lecciones a partir de simulaciones numéricas**

**Julián David Alvarado** (Instituto Leibniz para Astrofísica de Postdam)

Flares and coronal mass ejections (CMEs) are more energetic than any other class of solar phenomena. These events involve the rapid release of up to  $10^{33}$  erg of magnetic energy in the form of particle acceleration, heating, radiation, and bulk plasma motion. Displaying much larger energies, their stellar counterparts are expected to play a fundamental role in shaping the evolution of activity and rotation, as well as the environmental conditions around low-mass stars. While flares are now routinely detected in multi-wavelength observations across all spectral types and ages, direct evidence for stellar CMEs is almost non-existent. In this context, numerical simulations provide a valuable pathway to shed some light on the eruptive behavior in the stellar regime. In this talk, I will review recent results obtained from realistic modeling of CMEs in active stars. Emphasis will be given to M dwarfs, focusing on possible observable coronal signatures of these events using next-generation X-ray missions. Furthermore, an explanation for the lack of Type II radio bursts from CMEs in active M dwarfs despite their frequent flaring will be discussed. Finally, the implications and relevance of these numerical results will be considered in the context of future characterization of host star-exoplanet systems.

**2:30 pm. Gravitational-wave versus X-ray tests of strong-field gravity**

**Alejandro Cárdenas** (FU Konrad Lorenz - Universidad de Illinois)

Electromagnetic observations of the radiation emitted by an accretion disk around a black hole, as well as gravitational wave observations of coalescing binaries, can be used to probe strong-field gravity. In this talk I will compare the constraints that these two types of observations can impose on theory-agnostic, parametric deviations from the Schwarzschild metric. On the gravitational wave side, we have computed the leading-order deviation to the Hamiltonian of a binary system in a quasi-circular orbit within the post-Newtonian approximation, given a parametric deformation of the Schwarzschild metric. We then computed the leading-order deviation to the gravitational waves emitted by such a binary in the frequency domain, assuming purely Einsteinian radiation-reaction. We then compared this model to the LIGO-Virgo collaboration gravitational wave detections and place constraints on the metric deformation parameters. On the electromagnetic side, we have simulated observations with current and future X-ray instruments of an X-ray binary with a parametrically-deformed Schwarzschild black hole, and we then estimated constraints on the deformation parameters using these observations. We found that current gravitational wave observations have already placed constraints on the metric deformation parameters that are slightly more stringent than what can be achieved with X-ray instruments in the near future. Moreover, I will show that future gravitational wave observations with aLIGO at design sensitivity by 2026 will be even more stringent, in particular becoming stronger than constraints achievable with future ATHENA X-ray observations in 2034.

### **3:00 pm. Búsqueda de la señal global de 21 cm con el nuevo radiotelescopio MIST en el norte de Chile**

**Oscar Alberto Restrepo** (Universidad ECCI, Universidad de Chile)

La reciente detección de la absorción de hidrógeno neutro (HI - línea 21 cm) a 60 90 MHz reportada por el equipo EDGES en Australia debe ser confirmada y validada por experimentos independientes en diferentes sitios en el mundo. El espectro encontrado por EDGES indica que existieron estrellas que produjeron una radiación de fondo de fotones 180 millones de años después del Big Bang, con una sorprendente amplitud de la señal detectada dos a cuatro veces mayor que lo esperado teóricamente. El equipo de EDGES sugirió interacciones con la materia oscura para explicar esta discrepancia que si se confirma, puede revolucionar la actual comprensión de la evolución del Universo. Aquí, mostramos la propuesta para construir el primer radiotelescopio a bajas frecuencias que se construirá en Chile MIST (Mapper of the IGM Spin Temperature), un instrumento centrado en medir la señal débil del amanecer cósmico para detectar, confirmar y validar el espectro HI.

MIST observará la temperatura de brillo promedio del cielo en el rango de 50-120 MHz en un nuevo sitio radio silencioso. El proyecto MARI, apoyado por QUIMAL 2013, estudió el norte de Chile e identificó un sitio con niveles muy bajos de interferencia de radiofrecuencia en la banda de VHF, comparable o mejor que otras localizaciones de radio silenciosas en el mundo. Esta ubicación ofrece una ventaja única en comparación con otros experimentos que están tratando de detectar y confirmar esta señal.

### **3:30 pm. La época de reionización y generación de espectros sintéticos de QSOs**

**Luz Angela García** (Universidad ECCI)

La época de reionización (EoR) es la etapa del Universo donde se forman las primeras galaxias, estrellas y cuásares (QSOs), y en este proceso se produce una radiación ionizante que convierte el HI en HII en el medio intergaláctico, y genera regiones de flujo nulo en los espectros medidos de QSOs a  $z \sim 6$ , cuando el proceso llega a su fin. Sin embargo, es posible estudiar la EoR a través de espectros sintéticos de cuásares a alto redshift, en particular de ciertas líneas de absorción de metales que resultan de la interacción de los frentes ionizantes con los elementos químicos que se producen con la formación estelar.

Esta poderosa herramienta computacional que resulta de la implementación de simulaciones numéricas de alta resolución permite hacer predicciones de la naturaleza de los cuásares que generarían estos espectros, a través de líneas anchas de absorción (o BALs por sus siglas en inglés). Comentaremos brevemente resultados preliminares de este estudio con espectros mocks de DESI Y1.

#### 4:00 pm. **Instrumentación óptica en Colombia**

**Raul Joya** (Observatorio Astronómico Universidad Sergio Arboleda)

En los últimos 20 años en Colombia, instituciones, asociaciones y particulares han adquirido y usado variados instrumentos ópticos, los cuales han permitido potenciar la observación astronómica y han robustecido la formación y extensión con nuevos proyectos y grupos. En esta conferencia se mostrará el estado actual de la instrumentación óptica en nuestro país.

#### 4:30 pm. **Campos magnéticos y habitabilidad planetaria**

**Pablo Cuartas Restrepo** (Universidad de Antioquia)

La evolución térmica y magnética de planetas terrestres determina aspectos de la habitabilidad como la presencia o no de campos magnéticos planetarios, esenciales para la protección de las atmósferas. La habitabilidad a largo plazo de un planeta de tipo terrestre depende de la duración e intensidad de su campo magnético. Planetas de tipo terrestre, como las Supertierras, tienen una dependencia de su masa al momento de sostener campos magnéticos protectivos.

#### 5:00 pm. **Cúmulos globulares en la arqueología galáctica**

**Lady Johana Henao** (Universidad de Concepción)

Los cúmulos globulares son objetos muy antiguos que se formaron al tiempo con la galaxia, con edades de 10-13 giga años. Hasta hace una década se creía que los cúmulos eran simples formaciones estelares, pero su caracterización química muestra que son estructuras complejas donde se observa el fenómeno conocido como Múltiples Poblaciones estelares (MPs), además cada uno de los cúmulos difiere en sus detalles. Se destacan dos sistemas de cúmulos globulares en la Vía Láctea: los que pertenecen al halo y los que se ubican en el bulge. El bulge galáctico es una zona poco estudiada dada la alta extinción y apiñamiento que presenta esta componente galáctica primordial. Con la espectroscopía infrarroja proporcionada por APOGEE hoy podemos estudiar esta zona de la galaxia y estudiar los cúmulos que estaban ocultos hasta ahora, comprender acerca de su formación y evolución es clave para entender el origen y la evolución de nuestra propia galaxia.

5:30 pm. **CIERRE DÍA 1**

# DÍA 2

Martes 15 de diciembre

8:00 am. **Foro con los Profesores OAN** - José Robel Arenas, Eduardo Brieva, Benjamín Calvo, Leonardo Castañeda, Guillermo Franco, Mario Armando Higuera, Eduard Alexis Larrañaga, Giovanni Pinzón, José Gregorio Portilla, Juan Manuel Tejeiro, Santiago Vargas.

Moderador: Juanita Ariza

9:00 am. **Sobre la formación y propagación de ondas de choque en la atmósfera solar**

**Saida Díaz** (Instituto Leibniz de Física Solar)

Sabemos que la propagación de perturbaciones lo suficientemente energéticas en un medio puede conducir la formación de frentes de choque, como las que experimentamos cuando una aeronave supera la barrera del sonido, en este caso percibimos el boom sónico cuando llega a nuestros oídos. La constante interacción materia y los campos magnéticos en la atmósfera solar producen diversas formas de liberación de energía conduciendo a la formación de frentes de choque. En esta charla hablaremos de la formación de estas interesantes estructuras a varias escalas: desde la propagación de modos magneto-sónicos en la Fotosfera y sus posibles efectos en la Cromosfera solar, hasta la formación de frentes de choque en la Corona y el medio interplanetario que afectan directamente el estado del clima espacial.

9:30 am. **Buscando estrellas muy pobres en metales mediante el levantamiento fotométrico J-PLUS**

**Carlos Andrés Galarza** (Observatorio Astronómico de Rio de Janeiro)

La búsqueda de estrellas muy pobres en metales (estrellas VMP;  $[Fe / H] < -2.0$ ) en el halo galáctico constituye uno de los desafíos actuales más importantes dentro del campo de la astrofísica estelar. Estas estrellas se pueden utilizar como elementos primordiales para estudiar y modelar los procesos de formación y evolución de la Vía Láctea. En particular, la identificación de nuevas estrellas de baja metalicidad, especialmente aquellas extremadamente pobres en metales (estrellas EMP, con  $[Fe / H] < -3.0$ ), puede ayudar a comprender las primeras etapas de la historia química de nuestra galaxia.

En este trabajo se presenta la herramienta J-PLUS-SPEEM (J-PLUS-Stellar Parameters Estimator with Ensemble Methods), basada en el algoritmo de aprendizaje automático Random Forest, que puede incluirse potencialmente en el proceso de análisis de datos del levantamiento fotométrico J-PLUS (Centro et al. 2018). J-PLUS-SPEEM proporciona clasificación morfológica y estimaciones de parámetros estelares para datos J-PLUS. En esta charla se presenta una posible aplicación destinada a buscar candidatas a estrellas VMP y EMP que puedan ser objeto

de seguimiento mediante espectroscopía de alta resolución. Se ha seleccionado una muestra de 11 candidatos a estrellas VMP para su observación con el espectrógrafo ISIS montado en el telescopio William Herschel (WHT) y se ha analizado con una generalización de SEGUE Stellar Parameter Pipeline (n-SSPP, Beers et al. 2014). La comparación entre los parámetros estelares  $T_{\text{eff}}$ ,  $\log g$  y  $[\text{Fe} / \text{H}]$  obtenidos del análisis espectral y J-PLUS-SPEEM muestra una buena concordancia dentro de 178K, 0,76 dex y 0,5 dex, respectivamente.

### **10:00 am. Dinámica de la superficie solar**

**José Iván Campos** (Universidad de Graz)

La evolución del plasma y su conexión con los campos magnéticos en la fotosfera solar ha sido motivo de estudio durante las últimas décadas. La dinámica de estructuras asociadas a los movimientos del plasma así como a los movimientos de elementos magnéticos, se pueden seguir mediante el uso de datos de evolución temporal de largos periodos de tiempo y los flujos de campo magnético asociados a dichos movimientos. Presentamos un análisis detallado que muestra cómo la distribución de velocidades asociadas a los movimientos propios del plasma y campo magnético parece ser sensible a fuertes cambios asociados a la aparición de nuevos elementos magnéticos durante la formación de diferentes Regiones Activas (AR). Las velocidades se calculan mediante el uso del algoritmo de seguimiento de correlación local (LCT) aplicado a imágenes de intensidad así como a magnetogramas solares de línea de visión (LOS).

Se proponen dos distribuciones estadísticas diferentes para ajustar la distribución de magnitud de velocidad que explica el comportamiento de los campos de flujo. La primera distribución modela los movimientos de fondo así como los movimientos propios generales dentro del campo de visión, mientras que el segundo componente se introduce para obtener información sobre las emergencias rápidas y nuevas que aparecen en la región de interés.

### **10:30 am. Experiencia con el grupo de astronomía "Polaris caldista"**

**Henry Ovalle Fandiño** (Colegio Francisco José de Caldas)

La exposición narra la formación de un grupo estudiantil llamado "Polaris Caldista" del colegio Francisco José de Caldas de la ciudad de Villavicencio, que se reúne todos los sábados a las 6 de la tarde, para estudiar temas de astronomía y compartir este conocimiento con los compañeros. La idea es contar los motivos que me llevaron a conformar el grupo y narrar las actividades que hemos realizado con los chicos hasta la fecha, mostrando la importancia que ha tenido para los integrantes del grupo en su formación académica y personal.

**11:00 am. Reconstrucción de los perfiles de masa en galaxias de disco con base en sus propiedades de lente gravitacional y curvas de rotación**

**Itamar A. López** (Grupo de Gravitación y Cosmología - OAN)

En este trabajo se presentan dos métodos de reconstrucción de los perfiles de masa en galaxias de disco, el primero de ellos se realiza mediante el ajuste de la curva de rotación con base en los datos de velocidad circular que se obtienen observacionalmente en un sistema de estrellas, mientras que el segundo método se enfoca en el Efecto de Lente Gravitacional (ELG). Para las reconstrucciones de masa mencionadas, se utilizaron dos rutinas desarrolladas en el lenguaje de programación python: una de ellas es Galrotpy, la cual fue creada por integrantes del grupo de Galaxias, Gravitación y Cosmología del Observatorio Astronómico Nacional de la Universidad Nacional de Colombia 2 y cuya funcionalidad se aplica a las curvas de rotación, la otra rutina se denomina Gallenspy y fue creada en el desarrollo de este trabajo para lo concerniente al ELG. Cabe resaltar que ambas rutinas realizan una obtención de parámetros desde la aplicación de la estadística bayesiana, lo cual permite obtener las incertidumbres de los valores estimados. Finalmente, en el capítulo 5 se muestra la potencialidad de combinar dinámica galáctica y ELG, donde con el uso de los códigos mencionados anteriormente se reconstruyeron los perfiles de masa de las galaxias SDSSJ2141-001 y SDSSJ1331+3628 y se realiza la comparación con los resultados obtenidos por otros autores respecto a estos dos sistemas.

**11:30 am. A conceptual model of the cutoff in exotic compact objects**

**Wilson Alexander Rojas** (Universidad Distrital)

A black hole (BH) is a space-time region with a horizon and where geodesics converge to singularity. At such a point, the gravitational field equations fail. As an alternative to the problem of singularity, arise the existence of Exotic Compact Objects (ECOs) that prevent the problem of singularity through a transition phase of matter once it has crossed the horizon. ECOs are characterized by a closeness parameter or cutoff, *epsilon*, which measures the degree of compactness of the object. This parameter is established as the difference between the radius of the ECO's surface and the gravitational radius. Thus, different values of *epsilon* correspond to different types of ECOs. If *epsilon* is very big, the ECO behaves more like a star than a black hole. On the contrary, if *epsilon* tends to a very small value, the ECO behaves like a black hole. It is considered a conceptual model of the origin of the cutoff for ECOs, when a dust Shell contracts gravitationally from an initial position to near the Schwarzschild radius. This



allowed us to find that the cutoff makes two types of contributions: a classical one governed by General Relativity. And one of a quantum nature, if the ECO is very close to the horizon, when estimating that the maximum entropy is contained within the material that composes the Shell. And that such entropy coincides with the Bekenstein-Hawking entropy. The established cutoff corresponds to a dynamic quantity dependent on coordinate time that is measured by a Fiducial Observer (FIDO). Without knowing details on quantum gravity, parameter  $\epsilon$  is calculated, which, in general, allows distinguishing the ECOs from BHs. Specifically, a Black Shell (ECO) is undistinguishable from a BH.

## RECESO

2:00 pm. **Dinámica de regiones oscuras en la cromosfera solar**  
**Juan Camilo Guevara** (Universidad de Oslo)

Se presenta un análisis estadístico de la dinámica de regiones oscuras en observaciones solares de ALMA en 3 mm. A partir de aquí se estudian los procesos a los que podrían estar asociadas estas regiones y su contribución en el comportamiento de la temperatura cromosférica a pequeña escala.

2:30 pm. **Clima espacial extremo**  
**Jenny Marcela Rodríguez** (Instituto Skolkovo de Ciencia y Tecnología)

La naturaleza de la actividad solar y sus efectos en la magnetosfera e ionosfera es muy importante en nuestra sociedad que cada día depende más de la tecnología. El clima espacial es una disciplina relativamente nueva que se dedica al estudio de las condiciones del Sol a través del espacio y su interacción con los planetas. Eventos de clima espacial extremo se han registrado desde el siglo XIX afectando la Tierra. Algunos de estos eventos pueden ser causados por eyecciones de masa coronal (CMEs) con velocidades que ocurren sucesivamente en cortos intervalos de tiempo (Rodríguez Gómez et al. 2020). Ocasionando eventos en la magnetosfera, conocidos como tormentas geomagnéticas (Dst), con consecuencias importantes debido al gran número de satélites orbitando las fronteras de la magnetosfera (Riley, 2017).

**3:00 pm. Gestión de proyectos en Astronomía e Instrumentación espacial**  
**Santiago Vanegas** (Gerente proyectos instrumentación astronómica E3)

En esta conferencia se desarrollan aspectos relacionados con la forma como se han aplicado las buenas prácticas de gestión de proyectos (PMI) en proyectos de astronomía e instrumentación en Colombia y cuáles son las mejores prácticas.

**3:30 pm. Robots en la exploración espacial: desarrollos pasados y presentes**  
**Maximo A. Roa** (Centro Aeroespacial Alemán)

Los robots han sido una herramienta muy importante en la exploración espacial, tanto para misiones orbitales como para exploración planetaria. Esta charla dará una visión general de robótica espacial, y presentará algunas contribuciones del DLR en esta dirección, incluyendo proyectos actuales destinados a crear un nuevo brazo robótico para servicios orbitales, un sistema robótico para ensamblaje de grandes estructuras en órbita, y un robot caminador para construcción de satélites modulares.

**4:00 pm. Desde el conteo individual de planetas aislados hasta el censo de cúmulos abiertos en la Galaxia**  
**Karla Peña** (Universidad de Antofagasta)

Con el descubrimiento de los primeros objetos de masa planetaria fuera de nuestro Sistema Solar, hemos pasado de contarlos por unidades y asociados a estrellas parentales, a identificarlos con una mejor estadística flotando libremente en el espacio. En esta charla presentaré algunos de los estudios en los que hemos venido identificando objetos de baja masa en varias regiones de formación estelar, lo que hemos aprendido de ellos y cuales son las implicaciones que tienen en relaciones fundamentales de la astrofísica como la Función Inicial de Masa.

#### 4:30 pm. **Proceso de formación estelar en QSOs a diferentes redshifts**

**Karla Alejandra Cutiva** (Universidad de Guanajuato)

Utilizando datos de WISE, calibramos los colores W2-W3 en términos de tasas de formación de estrellas (SFR) y aplicamos esta calibración a una muestra de 1359 QSOs con la calidad más alta de flujos, cubriendo un rango de corrimiento al rojo de  $z \sim 0.3$  a  $z \sim 3.8$ . Según nuestra calibración la SFR aumenta continuamente alcanzando un valor de  $z \sim 3.8$ . Este aumento de SFR se acompaña de la masa del BH en un factor 100 y un aumento gradual de la relación de Eddington de 0,1 a 0,3 hasta  $z \sim 1,5 - 2,0$  por el cual la relación se mantiene constante, a pesar de un aumento significativo en la masa del BH. Por lo tanto, los QSOs con altos redshifts tienen BH más activos y niveles más altos de actividad de formación de estrellas.

#### 5:00 pm. **Foro de Cierre - Panorama de la investigación en astronomía, astrofísica y ciencias del espacio en Colombia para los próximos 25 años**

- **David Ardila** (Jet Propulsion Laboratory)
- **Diana Valencia** (Universidad de Toronto)
- **Juan Rafael Martínez** (Harvard Smithsonian Center for Astrophysics)
- **Jorge Zuluaga** (Universidad de Antioquia)
- **Luis Nuñez** (Universidad Industrial de Santander)
- **Luis Alberto Duarte** (NASA)
- **Eliana Amazo** (Instituto Leibniz para Astrofísica de Postdam)
- **Mario Armando Higuera** (OAN-UNAL)
- Modera: **José Gregorio Portilla** (OAN-UNAL)

#### 7:00 CONCLUSIONES Y CIERRE DEL EVENTO