

CURSO

FRONTEIRAS, DENDE A ORÍXE DO UNIVERSO, ATA A EXPLORACIÓN ESPACIAL

Coordinado pola **Dra. Minia Manteiga Outeiro**,
Académica Numeraria da Real Academia Galega de Ciencias, secretaria da RAGC
e catedrática de Astronomía e Astrofísica da Universidade da Coruña;
e pola **Dra. Ana Ulla Miguel**, catedrática de Astronomía e Astrofísica
da Universidade de Vigo

- 10** de xuño → **Santiago**
Instituto Galego de Física de Altas Enerxías (IGFAE-USC)
- 11** de xuño → **Ferrol**
Salón de actos do Campus de Ferrol (UDC)
- 12** de xuño → **A Coruña**
Centro de Investigación en Tecnoloxías da Información
e as Comunicacions (CITIC-UDC)
- 13** de xuño → **A Coruña**
Planetario da Casa das Ciencias (Concello da Coruña)

PRESENCIAL / VIRTUAL
(a través da canle de Youtube da RAGC)

INSCRICIÓNS
<https://forms.gle/FZ6hAQovKHtncLEx9>



Luns **10** xuño

Instituto Galego de Física de Altas Enerxías (IGFAE-USC)
Santiago de Compostela

Facendo conexións entre a Física de Partículas e a Cosmoloxía

17:00 h **Presentación**

Valentín González Formoso

Presidente da Deputación da Coruña

Juan Lema Rodicio

Presidente da RAGC

Carlos Salgado López

Director do IGFAE

Minia Manteiga Outeiro / Ana Ulla Miguel

Coordinadoras do curso

17:15 h

Producindo o estado primixenio do universo en menos de tres ioctosegundos

Carlos Salgado López

Oportunus Research Professor.

Director do Instituto Galego de Física de Altas Enerxías (IGFAE-USC)

18:00 h

A primeira luz:

O fondo cósmico de microondas

Fernando Atrio Barandela

Catedrático de Física Teórica.

Universidad de Salamanca

18:45 h **Pausa-café**

19:15 h

Surveys de galaxias: rastrexando a distribución da materia en diferentes épocas cósmicas

Fernando Buitrago Alonso

Investigador Distinguido Sénior. Universidad de Valladolid. Colaborador Externo do Instituto de Astrofísica e Ciéncias do Espaço de Portugal

20:00-20:30 h **Debate**

Martes **11** xuño

Salón de actos
Campus de Ferrol

Dende a astrofísica das ondas gravitacionais aos telescopios Cherenkov: medindo o universo máis extremo

17:00 h **Presentación**

Ana Isabel Ares Pernas

Vicerreitora do Campus de Ferrol (UDC)

Marcos Míguez González

Director do Campus Industrial de Ferrol (UDC)

Minia Manteiga Outeiro / Ana Ulla Miguel

Coordinadoras do curso

17:15 h

O universo extremo e as ondas gravitacionais

Juan Calderón Bustillo

Investigador Ramón y Cajal. IGFAE

18:00 h

Observando os procesos de máis alta enerxía no universo mediante telescopios Cherenkov

Rubén López Coto

Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC). Granada

18:45 h **Pausa-café**

19:15 h

Buracos negros e estrelas de neutróns: a física nos límites

Teodoro Muñoz Darías

Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Tenerife

20:00-20:30 h **Debate**



FRONTEIRAS, DENDE A ORIXE DO UNIVERSO ATA A EXPLORACIÓN ESPACIAL

Minia Manteiga Outeiro

*Catedrática de Astronomía e Astrofísica. Universidade da Coruña.
Académica Numeraria e Secretaria da Real Academia Galega de Ciencias*

Ana Ulla Miguel

Catedrática de Astronomía e Astrofísica. Universidade de Vigo

A astronomía é unha das ciencias máis antigas e fascinantes, acompañando á humanidade dende tempos inmemoriais. Dende as primeiras civilizacións que observaban o ceo nocturno ata os avances tecnolóxicos actuais, a astronomía foi unha ponte entre o coñecido e o descoñecido, impulsando a curiosidade humana cara aos confíns do universo. Da man de expertos de renome, neste ciclo de conferencias exploraremos catro temas fundamentais que abarcan desde a orixe do cosmos ata a procura da vida extraterrestre e a exploración espacial nos nosos días.

Comezaremos cunha mirada profunda ao Big Bang e a formación das primeiras galaxias. Ocorrido hai aproximadamente 13.8 mil millóns de anos, o Big Bang é a teoría máis aceptada e que mellor

explica a orixe do universo. Este evento marcou o comezo do tempo e o espazo, creando unha expansión que continúa ata hoxe. Nos primeiros instantes, o universo estaba composto por unha sopa densa e quente de partículas subatómicas, as cales comezaron a formar hidróxeno e helio, e outros átomos simples, a medida que o universo se arrefriaba. Con telescopios como o James Webb, hoxe púidose observar galaxias primitivas, xurdidas poucos centos de millóns de anos despois do Big Bang, e isto proporciónanos unha formidable xanela de estudo ao pasado sobre a formación das primeiras estruturas do universo e a influencia da materia escura.

O seguinte tema adéntrase no universo de altas enerxías, explorando fenómenos extremos a través de ondas gravitacionais e detectores Cherenkov. Preditas por Einstein na súa teoría da relatividade xeral, as ondas gravitacionais correspóndense con ondulacións no tecido do espazo-tempo causadas por eventos cósmicos violentos, como a colisión de buracos negros ou estrelas de neutróns. A detección destas ondas polos observatorios LIGO e Virgo abriu novas vías de estudo do universo. Por outro lado, os detectores Cherenkov detectan raios cósmicos, partículas de moi alta enerxía, producidas nalgúns dos procesos máis enerxéticos do universo, como os estalidos de raios gamma ou os núcleos activos das galaxias. Os telescopios Cherenkov, como o Observatorio HAWC ou o CTA, detectan a chamada radiación Cherenkov; a luz azulada emitida cando estas partículas atravesan a atmosfera terrestre a velocidades superiores á da luz no aire. A combinación de datos de ondas gravitacionais e observacións Cherenkov permite estudar obxectos astronómicos extremos, como as estrelas de neutróns e os buratos negros, ofrecendo unha visión máis completa da súa natureza.

Unha das cuestións científicas máis intrigantes é a procura de vida máis aló da Terra. A idea de que non estamos só no universo capturou a imaxinación humana durante séculos. Co descubrimento de miles de exoplanetas, a posibilidade de atopar vida noutros mundos pasou da ciencia ficción a un campo de investigación activa. Os signos de vida búscanse, principalmente, analizando a atmosfera dos exoplanetas, nun intento por detectar biofirmas, como osíxeno, metano ou auga, que poderían indicar a presenza de organismos vivos. Ademais da identificación de varios planetas na “zona habitable” das súas estrelas por misións como o Telescopio Espacial Kepler e TESS, Marte ou as lúas xeadas de Xúpiter e Saturno son tamén unha prioridade para as misións espaciais dentro do Sistema Solar, en termos de procura de vida microbiana.

O ciclo culmina cunha reflexión sobre a era moderna da exploración espacial e o papel crucial dos satélites astronómicos. Dende o lanzamento do Sputnik en 1957, a humanidade puxo en órbita unha variedade de satélites que revolucionaron a nosa comprensión do universo, mediante a observación do espazo con maior precisión e desempeñado un papel vital na comunicación global, a observación da Terra e a navegación. Dende os avances conseguidos con misións previas á Lúa, Marte e máis aló, ou o uso da Estación Espacial Internacional (ISS) como un verdadeiro laboratorio experimental en órbita, os futuros plans de exploración inclúen o establecemento de bases permanentes na Lúa, misións tripuladas a Marte ou a minería de asteroides.

A exploración dos planetas xigantes do Sistema Solar e súas lúas é de gran interese científico debido á información que poden proporcionar sobre a propia formación e evolución do sistema.

Xúpiter, Saturno, Urano e Neptuno posúen atmosferas complexas, sistemas de aneis e numerosos satélites con fenómenos únicos. Xúpiter ten unha magnetosfera intensa e lúas como Europa, que poderían ter un océano subsuperficial, o que a converte nun candidato para a procura de vida extraterrestre. Saturno, cos seus emblemáticos aneis, ten lúas como Titán, con unha atmosfera densa e lagos de metano, e Encélado, que expulsa géyseres de auga e compostos orgánicos. Urano e Neptuno, menos explorados, presentan desafíos e oportunidades para futuras misións. A exploración destes planetas e as súas lúas é, ademais, crucial para profundar no noso coñecemento da formación doutros sistemas planetarios e a posible habitabilidade doutros mundos.

En definitiva, satélites astronómicos coma o Hubble, Chandra o James Webb, transformaron a nosa comprensión do cosmos, permitindo estudar galaxias distantes, buracos negros, estrelas en formación e a estrutura do universo con detalle. Este ciclo de conferencias ofrece unha oportunidade única para penetrarnos nos misterios do universo a través da astronomía moderna, inspirando á próxima xeración de científicos e científicas, e fomentando o interese xeral na exploración e o descubrimento científico. A astronomía desafíanos a pensar máis aló das nosas fronteiras e considerar as infinitas posibilidades de estudo máis aló do noso planeta, avanzando no entendemento dos misterios do cosmos e o noso papel nel.



PRODUCINDO O ESTADO PRIMIXENIO DO UNIVERSO EN MENOS DE TRES IOCTOSEGUNDOS

Carlos Salgado López

Oportunius Research Professor.

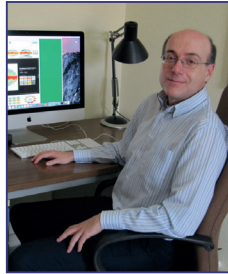
Director do Instituto Galego de Física de Altas Enerxías (IGFAE-USC)

A luz tarda 3 ioctosegundos en atravesar un protón. Nesta charla explicarei como este tempo infinitesimal é suficiente para crear un novo estado da materia no acelerador de partículas LHC (Large Hadron Collider) do CERN en Xenebra.

Desde nenos desenvolvemos unha intuición sobre os cambios na materia, a existencia de diferentes estados, como sólido, líquido e gasoso. Fóra da nosa experiencia cotiá existen outros estados que podemos producir en laboratorio, moitos so durante pequenas fraccións de segundo. É o caso do Plasma de Quarks e Gluóns a materia na que se encontraba todo o universo uns microsegundos despois do Big Bang. Para produci-lo, temos que quentar a materia (calquer material serviría, xa que este estado é universal) até uns centos de miles de veces a temperatura do interior do Sol, é dicir uns

poucos billóns de Kelvin ou TeraKelvin. Coa tecnoloxía actual, as densidades de enerxía precisas para producir tales temperaturas só se poden acadar durante fraccións de tempo infinitesimais nos grandes colisores como o LHC.

A nivel estrutural, os sólidos caracterízanse por fortes forzas de ligadura que manteñen unidos aos seus átomos ou moléculas, a medida que aumentamos a temperatura, a enerxía térmica destes átomos ou moléculas aumenta, de tal maneira que as ligaduras se fan comparativamente máis febles dando lugar a fases líquidas ou gasosas. Aumentando aínda máis as temperaturas conseguiremos liberar electróns dos núcleos atómicos, producindo un estado de plasma, como o que existe nas estrelas. Precisaremos aumentar por varias ordes de magnitude aínda máis a temperatura para conseguir que os quarks e gluons que forman os protóns e neutróns dentro do núcleo se liberen dando lugar ao plasma de quarks e gluóns. Este é o estado de todo o universo até que se enfriou a temperaturas de TeraKelvin uns microsegundos despois do Big Bang. E esta é a materia que producimos e estudamos en colisións nucleares no LHC, que, entre outras propiedades, presenta a menor viscosidade de todos os materiais coñecidos. É dicir, a materia primixenia do universo é tamén o líquido máis perfecto.



A PRIMEIRA LUZ: O FONDO CÓSMICO DE MICROONDAS

Fernando Atrio Barandela

Catedrático de Física Teórica. Universidad de Salamanca

A historia do Universo é unha historia térmica, na que ocorren procesos físicos a diferentes escalas de enerxía. Nos tres primeiros minutos sintetizáronse os elementos químicos máis lixeiros que o Carbono. A materia ordinaria existía en forma de plasma inmerso en radiación electromagnética. Coa expansión, o Universo arrefriase e aparecen os primeiros átomos neutros. A materia vólvese transparente e a radiación propágase libremente. A lonxitude de onda desta radiación primordial, remanente do Universo primitivo, hoxe mide uns poucos milímetros e denomínase fondo cósmico de microondas (FCM). É a luz máis antiga que se propaga hoxe polo Universo e contén información moi relevante sobre os fenómenos físicos que tiveron lugar nas primeiras etapas da súa evolución.

Visto con pouca resolución a distribución de materia é homoxénea e isotrópica, pero a pequena escala existen obvias irregularidades: hai

galaxias separadas por amplos baleiros que no distribúense de maneira uniforme senón que forman patróns. Esta estrutura a gran escala ten seu reflexo en flutuacións de temperatura no FCM. Estas flutuacións varían de forma moi precisa coa escala angular. Diferenzas de temperatura entre rexións separadas 180° constitúen o dipolo, diferenzas en escalas de 90° orixinan o cuádruplo e así sucesivamente. As anisotropías da radiación primordial conteñen información dos procesos físicos que tiveron lugar nas primeiras etapas do Universo. A medida destas flutuacións permitiron determinar parámetros cosmolóxicos como a idade do Universo, súa densidade media e a densidade dos seus compoñentes materias.

O modelo máis simple compatible coas observacións presupón a existencia dunha época de expansión acelerada cando o Universo tiña unha idade inferior a unha quillonésima de segundo denominada inflación. Nesta época xeráronse os precursores das galaxias actuais pero tamén ondas gravitatorias primordiais cuxa existencia poderá inferirse da polarización do FCM. Das anisotropías, o dipolo é a única que non se produce na inflación. Sería produto do movemento do sistema solar respecto da distribución media da materia. Pero si tivese orixe primordial debería ser o resultado da influencia de perturbacións preinflacionarias que hoxe se extenderían nunha escala mil veces maior que o Universo visible. Estas son algunhas das novas informacións que esperamos obter do FCM e confiamos en que siga aportando a luz necesaria para clarificar estas e outras cuestións fundamentais.



SURVEYS DE GALAXIAS: RASTREXANDO A DISTRIBUCIÓN DA MATERIA EN DIFERENTES ÉPOCAS CÓSMICAS

Fernando Buitrago Alonso

*Investigador Distinguido Sénior. Universidad de Valladolid.
Colaborador Externo do Instituto de Astrofísica
e Ciências do Espaço de Portugal*

As galaxias, puntos de luz sobre fondo escuro, son as rexións do Universo onde se acumula a materia ordinaria, da que está feita a nosa contorna e nós mesmos. Esta acumulación é un requisito para a formación de estrelas, e en consecuencia, para a aparición e o desenvolvemento da vida. Como unidades organizativas, as galaxias son algo similar ás células en Bioloxía. Falaremos das súas propiedades, da súa organización espacial en rede, da súa orixe e evolución, ao longo das diferentes idades cosmolóxicas.

As galaxias son fonte dunha intensa emisión electromagnética. Dado que un 85% da materia no Universo non emite, a emisión galáctica é o método máis directo para estimar a densidade da materia subxacente. Esta posibilidade conduciu á realización de surveys galácticos, na que nos deteremos: recompilacións de

posicións no ceo, distancia, luminosidade e propiedades específicas de todas as galaxias (en sentido amplo do termo) que cumpran requisitos dados. O avance tecnolóxico fixo posible rastrexar un número crecente de galaxias, cuxa luminosidade aparente é cada vez máis débil, sexa porque teñen emisión intrínseca menos intensa, ou porque están máis lonxe. Neste caso, a información provén da emisión de galaxias nun estado evolutivo moi cedo. No survey de última xeración EUCLID, tan novas como cando o Universo tiña un 5% da súa idade actual.

Os surveys contribuíron á determinación dos parámetros cosmolóxicos, tomando como base o modelo predito pola Teoría da Relatividade de Einstein, ata chegar á chamada Cosmoloxía de Precisión. Tamén están achegado un coñecemento cada vez máis preciso das propiedades estatísticas das galaxias. Este piar empírico pon a disposición fotos fixas, sen posibilidades de conexión cronolóxica ou información evolutiva.

Os datos necesitan sempre un piar teórico para darlles sentido e conexión. O estudo da Cosmoloxía, e da formación das galaxias, veremos e falaremos que demandan, ademais, simulacións cosmolóxicas: resolución, nun Universo en expansión, das ecuacións de Poisson e da hidrodinámica. A resolución involucra códigos computacionais moi complexos e infraestruturas cada vez máis esixentes. O progreso tamén é moi notable, tanto dende o punto de vista da metodoloxía matemática, como do desenvolvemento da potencia e capacidade dos computadores, contribuíndo, á súa vez, a este desenvolvemento.



O UNIVERSO EXTREMO E AS ONDAS GRAVITACIONAIS

Juan Calderón Bustillo

Investigador Ramón y Cajal. IGFAE

No 1916, Einstein predixu a existencia das ondas gravitacionais: deformacións do espazo tempo que se propagan polo universo deformándose ao seu paso, e que teñen orixe nos eventos máis violentos que se poden producir no Universo. De existir, ditas ondas proporcionaríannos unha canle de información totalmente nova mediante a cal podemos observar eventos astrofísicos que non emiten luz, como por exemplo a fusión dos buracos negros. Un século despois, en 2015, os detectores LIGO observaron ondas gravitacionais por primeira vez, provenientes precisamente da fusión dos buracos negros dunhas 30 veces a masa do sol. Dende entón, detectamos xa uns 100 eventos deste tipo, o cal nos permitiu empezar a estudar a poboación de buracos negros do Universo, estudar a gravidade no seu réxime máis extremo ou incluso establecer a creación de elementos pesados en fusións de estrelas de neutróns. Nesta charla

tratarei de dar un resumo xeral sobre que observamos e que aprendemos ata o momento grazas ás ondas gravitacionais.



OBSERVANDO OS PROCESOS DE MÁIS ALTA ENERXÍA NO UNIVERSO MEDIANTE TELESCOPIOS CHERENKOV

Rubén López Coto

Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC). Granada

Os raios cósmicos -partículas cargadas ultrarrelativistas que bombardean a Terra dende todos os puntos do ceo- son invisibles ao ollo humano pero conteñen información sobre os procesos máis fundamentais do Universo, tales como a súa creación e evolución. Estas partículas acélanse nos procesos máis violentos do Universo como poden ser as explosións de supernovas, fusión de estrelas de neutróns ou nas inmediacións de obxectos tan extremos como poden ser os buracos negros ou os púlsares. A observación directa dos raios cósmicos non nos dá información acerca da súa orixe, por tanto é esencial observar os produtos neutros xerados na súa interacción, como son os raios gamma de moi alta enerxía. Os raios gamma de moi alta enerxía son os fotóns (partículas de luz) máis enerxéticos xamais detectados e cando chegan á atmosfera terrestre destrúense xerando unha ferverza de partículas cargadas

que emiten o que se coñece como radiación Cherenkov. A observación destes fotóns non pode ser realizada de maneira directa a través de satélites ou telescopios ao uso, polo que hai que utilizar telescopios Cherenkov que detectan os débiles e rápidos escintileos de luz Cherenkov que producen as partículas da ferverza orixinal.

Nesta presentación, explicarei cal é o estado actual do noso coñecemento acerca dos procesos de máis alta enerxía do universo trazando a orixe dos raios cósmicos a través de observacións de raios gamma de moi alta enerxía e o futuro inmediato do campo coa posta en funcionamento de observatorios como o Cherenkov Telescope Array Observatory.



BURACOS NEGROS E ESTRELAS DE NEUTRÓNS: A FÍSICA NOS LÍMITES

Teodoro Muñoz Darías

Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Tenerife

Os buracos negros e as estrelas de neutróns xorden da morte das estrelas máis masivas e luminosas. Son obxectos extraordinariamente compactos, onde unha gran cantidade de masa acumúlase nun espazo moi pequeno, por iso é polo que no caso dos buracos negros nin a luz poida escapar.

Na nosa Galaxia estimamos que existen uns 1000 millóns de buracos negros e estrelas de neutróns, que chamamos obxectos compactos. Varios centos deles descubrímoslos grazas a que forman parte de sistemas estelares coñecidos como estrelas binarias de raios X. Nestes sistemas, material proveniente dunha estrela moi cercana é atraído pola intensa gravidade do obxecto compacto, e durante a súa caída forma un disco de acreción. Nas zonas máis internas deste disco, o material alcanza velocidades por encima do 10 por cento da velocidade da luz, e quéntase ata alcanzar os 10

millóns de graos. Estas condicións extremas dan lugar á emisión de enerxía en forma de raios X, que son detectados por satélites deseñados para estudar este tipo de luz. De feito, as binarias de raios X son os obxectos máis brillantes do ceo (nocturno) en raios X.

A acreción é a maneira máis eficiente que coñecemos de converter materia en enerxía. A miña investigación está centrada en coñecer como se desenvolve este proceso nas extremas condicións presentes nas proximidades dos buratos negros, e como os procesos de acreción están relacionados coa expulsión de material en forma de potentes chorros e ventos. Durante a presentación contarei como levamos a cabo este tipo de investigación, que involucra o uso de satélites de raios-X e de telescopios terrestres como o GTC de 10.4 metros en La Palma, e os telescopios VLT de 8.2 metros situados no norte de Chile.



O NOSO SISTEMA SOLAR NO CONTEXTO DOUTROS SISTEMAS PLANETARIOS

Benjamín Montesinos Comino

*Centro de Astrobiología (CAB), CSIC-INTA. Madrid.
Presidente da Sociedad Española de Astronomía (SEA)*

Ata 1995 non coñeciamos a existencia de ningún sistema planetario aparte do noso propio sistema solar. Non había ningunha razón para dubidar da existencia de planetas extrasolares, tamén denominados *exoplanetas* -é dicir, planetas orbitando ao redor doutras estrelas similares ao noso Sol- pero o feito era que a pesar de que os métodos para descubrilos estaban xa desenvolvidos, houbo que esperar á iniciativa pioneira de Michel Mayor, astrónomo da Universidade de Xenebra -e Premio Nobel 2019 xunto a Didier Queloz- para dar o paso definitivo de aplicarlos a este campo de investigación.

O primeiro exoplaneta descuberto resultou ser un planeta gasoso cunha masa de polo menos a metade da de Xúpiter, dúas veces o seu radio, e o que era máis estraño, un período orbital ao redor da súa estrela, 51 Peg, de pouco máis de 4 días; como

comparación, o período orbital de Mercurio, o planeta máis interior do sistema solar, en torno ao Sol é de 88 días. 51 Peg b foi o proxenitor dunha gran familia de obxectos similares descubertos ao redor de estrelas de tipo solar chamados “Xúpiteres quentes”, é dicir, planetas gasosos enormes, situados extremadamente cerca das súas estrelas e polo tanto moi quentes. Ao longo dos anos os métodos de detección de exoplanetas melloraron a súa precisión, e a instrumentación tanto en terra como no espazo permitiunos coñecer a existencia de sistemas exoplanetarios con ata oito planetas confirmados, como é o caso de Kepler-90. Con todo, as morfoloxías deses sistemas son moi distintas da do noso sistema solar.

Nesta charla poñeremos en perspectiva as características dos sistemas planetarios múltiples descubertos ata o de agora coas do sistema solar e veremos cales son as perspectivas de futuro neste apaixonante campo de investigación.



PROCURA DE VIDA MÁIS ALÓ DO SISTEMA SOLAR, O QUE DEPARA O FUTURO

Isabel Rebollido Vázquez

Axencia Europea do Espazo (ESAC). Madrid

A orixe da vida na Terra, e a súa busca máis aló do noso planeta son interrogantes que a humanidade leva intentando resolver dende os seus inicios. As preguntas que outrora foran filosóficas convértense agora en investigación científica tanxible, grazas ós recentes avances tecnolóxicos.

O proceso de formación é clave para investigar a habitabilidade, xa que a evolución dende o estado de nube molecular ata a distribución final está afectada por un gran número de parámetros e axentes externos (como por exemplo, interacción con outras estrelas). En particular, a etapa de disco de escombros, na que se espera que os planetas xigantes xa estean formados, multitude de procesos dinámicos teñen lugar que afectan ás órbitas, composición e tamaño dos planetas no sistema. Despois de que a meirande parte do po e o gas sexan

acretados pola estrela ou expulsados ó medio interestelar, o disco de escombros mantense a través de fervenzas de pequenas colisións e procesos de evaporación que liberan po e gas. A pesares de que a maioría das colisións son entre corpos moi pequenos ou entre as propias partículas de po, existen casos de discos de escombros con colisións masivas. Este tipo de eventos son máis visibles no rango infravermello, o rango de lonxitude de onda onde o po dos discos reemite a luz da estrela central. Por iso, a maioría de estas observacións realízanse con telescopios espaciais coma o Observatorio Espacial Herschel ou o Telescopio Espacial Spitzer no pasado, e hoxe en día o JWST.

Observacións futuras cos grandes telescopios de nova xeración que comezan a postularse, coma a misión LIFE ou o Habitable Worlds Observatory (HWO), aspiran a tomar as primeiras imaxes dun planeta similar á Terra, o que nos permitirá obter información directa sobre a súa atmosfera, temperatura e condicións de habitabilidade. Ata entón, as astrónomas utilizamos datos indirectos para buscar os mellores candidatos para a busca de vida fóra do sistema solar.



AS BASES DA VIDA DENDE UNHA PERSPECTIVA ASTROBIOLÓXICA

Ester Lázaro Lázaro

Centro de Astrobiología (CAB), CSIC-INTA

Entre as grandes preguntas que se formulou o ser humano ao longo da súa historia encóntranse algunhas como cal é a orixe da vida na Terra?, pode xurdir a vida noutros corpos do universo? ou como serían os moradores deses afastados lugares? Para responder a estas cuestións dende o punto de vista científico, fai xa algunhas décadas xurdiu a astrobioloxía, unha disciplina que se ocupa da orixe, evolución, distribución e futuro da vida no universo.

O primeiro problema que se lles expón a los astrobiólogos é definir o seu obxecto de estudo, é dicir, a vida. Para iso, é necesario captar cales son as súas propiedades esenciais e diferenciais das propiedades particulares adoptadas en cada planeta ou ambiente químico. Habería que deixar de pensar na vida en termos de animais, plantas, ácidos nucleicos ou proteínas e comezar a facelo

en base aos procesos fundamentais que esta leva a cabo e que lle outorgan o seu verdadeiro significado na evolución do universo.

Grazas ao metabolismo, a vida transforma a enerxía do medio, que pasa de estar concentrada en certos puntos do universo -como poderían ser as estrelas- a estar moito máis dispersa, contribuíndo así ao aumento da entropía do sistema global. Pero para que o metabolismo poida funcionar é necesario que exista unha información que sente as bases sobre como realizalo. Por último, tamén debe existir un compartimento que reúna os compoñentes da vida e permita súa actividade coordinada. De acordo con isto, unha posible definición de vida sería *un sistema transformador de enerxía en base a un substrato xenético que permite a súa evolución*. Esta definición tan simple dá cabida á existencia de manifestacións da vida moi distintas á terrestre. Encontrar algunha delas sería un achado revolucionario, xa que nos permitiría identificar por fin cales son as propiedades esenciais da vida e entender o seu significado na evolución do universo.



O PROGRAMA DA ESA PARA A EXPLORACIÓN DO SISTEMA SOLAR

Alejandro Cardesín Moinelo

*Centro Europeo de Astronomía Espacial (ESAC).
Presidente do Nodo Ibérico da Sociedad Europlanet*

As ciencias planetarias en España e Portugal inclúen máis de 400 científicos e enxeñeiros traballando na investigación e o desenvolvemento tecnolóxico para a exploración planetaria. O nodo ibérico da Sociedad Europlanet ten como principal obxectivo apoiar e promover a colaboración entre os máis de 70 grupos de traballo distribuídos en máis de 30 institucións públicas, universidades e centros de investigación na península ibérica, en colaboración directa coa industria e as axencias espaciais, para impulsar a participación dos nosos científicos en programas de investigación e exploración planetaria a nivel nacional e internacional.

As ciencias planetarias abarcan un amplo abanico de áreas de estudo que buscan mellorar o noso coñecemento dos moitos obxectos e ambientes que existen no noso sistema solar. Non só queremos

aprender dos nosos planetas veciños, coas súas lúas e aneis, se non tamén estudar outros obxectos máis pequenos como os asteroides, os cometas, as partículas de po e a interacción de todos eles no espazo interplanetario e co sol que lle dá nome ao noso sistema.

A amplitude e variedade do noso campo de estudo obriga a ter un enfoque multidisciplinar, cubrindo áreas de investigación científica moi diferentes entre si, dende á xeofísica e mineraloxía das superficies, o análise químico e termodinámico das atmosferas, os procesos de formación planetaria e a evolución da dinámica orbital. Todo isto sen esquecer o que acontece no noso propio planeta Terra, e aportando contexto para entender os novos exo-planetes alén do noso sistema solar, e intentar aportar luz en temas tan importantes como a orixe da vida na terra, e no universo.

A dificultade de observar estes obxectos tan afastados obriga a mencionar a importancia do desenvolvemento tecnolóxico dos instrumentos científicos. Non só precisamos os telescopios terrestres tradicionais, se non que tamén precisamos misións de exploración espacial, para achegarnos ós distintos planetas, asteroides, cometas e incluso ata os confines do sistema solar para obter datos. Esta tecnoloxía é tamén moi necesaria para a operación dos instrumentos, a explotación científica dos datos, e a súa aplicación en modelos que nos axuden a entender as regras físicas e químicas que rexen o noso sistema solar.



O TELESCOPIO ESPACIAL JAMES WEBB: DOUS ANOS DE DESCUBRIMENTOS

Almudena Alonso Herrero

*Investigadora Científica del CSIC y coinvestigadora española del Consorcio Europeo del instrumento MIRI del telescopio espacial James Webb
Centro de Astrobiología (CAB), CSIC-INTA, Madrid*

O 25 de decembro de 2021 lanzouse o telescopio espacial James Webb, o observatorio astronómico de maior tamaño xamais enviado ao espazo. Tras realizarse as actividades de posta a punto do observatorio e dos seus instrumentos, no verán do ano seguinte comezaron as súas operacións científicas. Este gran proxecto é unha colaboración entre as axencias espaciais norteamericana, europea e canadense (NASA/ESA/CSA), na que traballaron e traballan miles de científicos e enxeñeiros. O James Webb leva a bordo catro instrumentos científicos, dous deles con participación directa española, que observan fundamentalmente no rango infravermello do espectro electromagnético. O gran tamaño do espello primario proporciona observacións cun gran detalle e coa mellor sensibilidade alcanzada na actualidade a estas lonxitudes de onda. A calidade das primeiras observacións científicas, que se

presentaron xa fai case dous anos, deixaron atónitos non soamente aos astrónomos senón ao público en xeral.

O James Webb está a permitirnos estudar fenómenos e obxectos celestes tan fascinantes e diversos como son as atmosferas de exoplanetas, obxectos do Sistema Solar, discos a partir dos cales se forman estrelas, e estrelas que están nas primeiras e últimas fases das súas vidas. Tamén estamos investigando os procesos que afectan ao gas e ao po en rexións onde están nacente novas estrelas, que se encontran na Vía Láctea e noutras galaxias. Coa súa capacidade de observar obxectos afastadísimos e, polo tanto, novísimos, o James Webb está a darnos a oportunidade de adentrarnos no universo primixenio no que se empezaron a formar as primeiras galaxias e no que xa se observan buracos negros con masas xigantescas. Nesta conferencia farei un breve repaso dalgunhas das espectaculares observacións obtidas durante os dous primeiros anos de traballo do James Webb.



A EXPLORACIÓN DOS XIGANTES GASOSOS E SÚAS LÚAS XEADAS

Ricardo Hueso Alonso

Catedrático de Física Aplicada Universidad del País Vasco

Os planetas Xúpiter e Saturno son unhas 10 veces maiores ca Terra, 1000 veces maiores en volume y posúen masas 300 e 100 veces superiores á da Terra. Ambos planetas están formados principalmente por hidróxeno e helio e as súas atmosferas están cubertas por nubes exóticas onde observamos unha complexa meteoroloxía. No interior de ambos planetas o hidróxeno encóntrase a tal presión que se volve metálico, dando lugar á formación dos campos magnéticos máis intensos de todo o Sistema Solar. Estes causan espectaculares auroras polares que alteran a química atmosférica da atmosfera superior do planeta. Ademais, cada un destes mundos constitúen un sistema solar en miniatura, xa que súa gravidade permitiulles ter numerosas lúas de gran tamaño. Estas lúas son mundos xeados na súa superficie, pero moitas delas albergan no seu interior inmensos océanos de auga

líquida, sendo polo tanto algúns dos obxectivos prioritarios da astrobioloxía e a moderna investigación espacial.

Entre 2004 e 2017 a misión Cassini-Huygens da NASA e a Axencia Espacial Europea (ESA) orbitou o sistema de Saturno chegando a pousar un módulo de aterraxe na lúa de Saturno Titán. Actualmente, a misión Juno (NASA) orbita Xúpiter e a misión JUICE (JUperiter ICy moons Explorer) da ESA viaxa cara ó sistema de Xúpiter ao que chegará en 2031. JUICE estudará o sistema de Xúpiter e súas lúas durante varios anos e a súa misión terminará en una órbita baixa a 200 km de altura da lúa xigante Ganímedes (maior que el planeta Mercurio). No mesmo período de tempo a misión Europa Clipper (NASA) sobrevoará decenas de veces a lúa de Xúpiter Europa e na contorna de 2050 a Axencia Espacial Europea realizará a súa misión máis ambiciosa orbitando e pousándose na lúa xeadada de Saturno Encélado. Estas misións investigarán cuestións vinculadas ao potencial da vida para aparecer e desenvolverse nos océanos subterráneos de auga líquida das lúas xeadas dos planetas xigantes.



Mércores 12 xuño

CITIC-UDC
A Coruña

Onde a vida poida estar no universo

17:00 h Presentación

Javier Pereira Loureiro

Subdirector do CITIC

Minia Manteiga Outeiro / Ana Ulla Miguel

Coordinadoras do curso

17:15 h

O noso sistema solar no contexto doutros sistemas planetarios

Benjamín Montesinos Comino

Centro de Astrobioloxía (CAB), CSIC-INTA. Madrid.
Presidente da Sociedade Española de Astronomía (SEA)

18:00 h

Procura de vida máis aló do sistema solar, o que depara o futuro

Isabel Rebollido Vázquez

Axencia Europea do Espazo (ESAC). Madrid

18:45 h Pausa-café

19:15 h

As bases da vida dende unha perspectiva astrobiolóxica

Ester Lázaro Lázaro

Centro de Astrobioloxía (CAB), CSIC-INTA

20:00-20:30 h Debate

Xoves 13 xuño

Casa das Ciencias
A Coruña

Exploración e observación espacial

17:00 h Presentación

Nereida Canosa Domínguez

Concelleira de Innovación, Mobilidade e Infraestruturas do Concello da Coruña

Marcos Pérez Maldonado

Director dos Museos Científicos Coruñeses (Concello da Coruña)

Minia Manteiga Outeiro / Ana Ulla Miguel

Coordinadoras do curso

17:15 h

O programa da ESA para a exploración do sistema solar

Alejandro Cardesín Moineiro

Centro Europeo de Astronomía Espacial (ESAC).
Presidente do Nodo Ibérico da Sociedad Europlanet

18:00 h

O telescopio espacial James Webb: dous anos de descubrimentos

Almudena Alonso Herrero

Centro de Astrobioloxía (CAB), CSIC-INTA.
Coinvestigadora española do Consorcio Europeo do instrumento MIRI do telescopio espacial James Webb

18:45 h Pausa-café

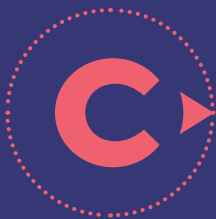
19:15 h

A exploración dos xigantes gasosos e as súas lúas xeadas

Ricardo Hueso Alonso

Catedrático de Física Aplicada da Universidad del País Vasco

20:00-21:00 h Debate e sesión de planetario



INSCRICIÓNS

<https://forms.gle/FZ6hAQovKHtncLEx9>

Emitirase certificado de asistencia
no caso de asistencia presencial e solicitude expresa na inscrición

Organiza



RAGC/
REAL ACADEMIA
GALEGA DE CIENCIAS

Patrocina



**Deputación
DA CORUÑA**

Colaboran

