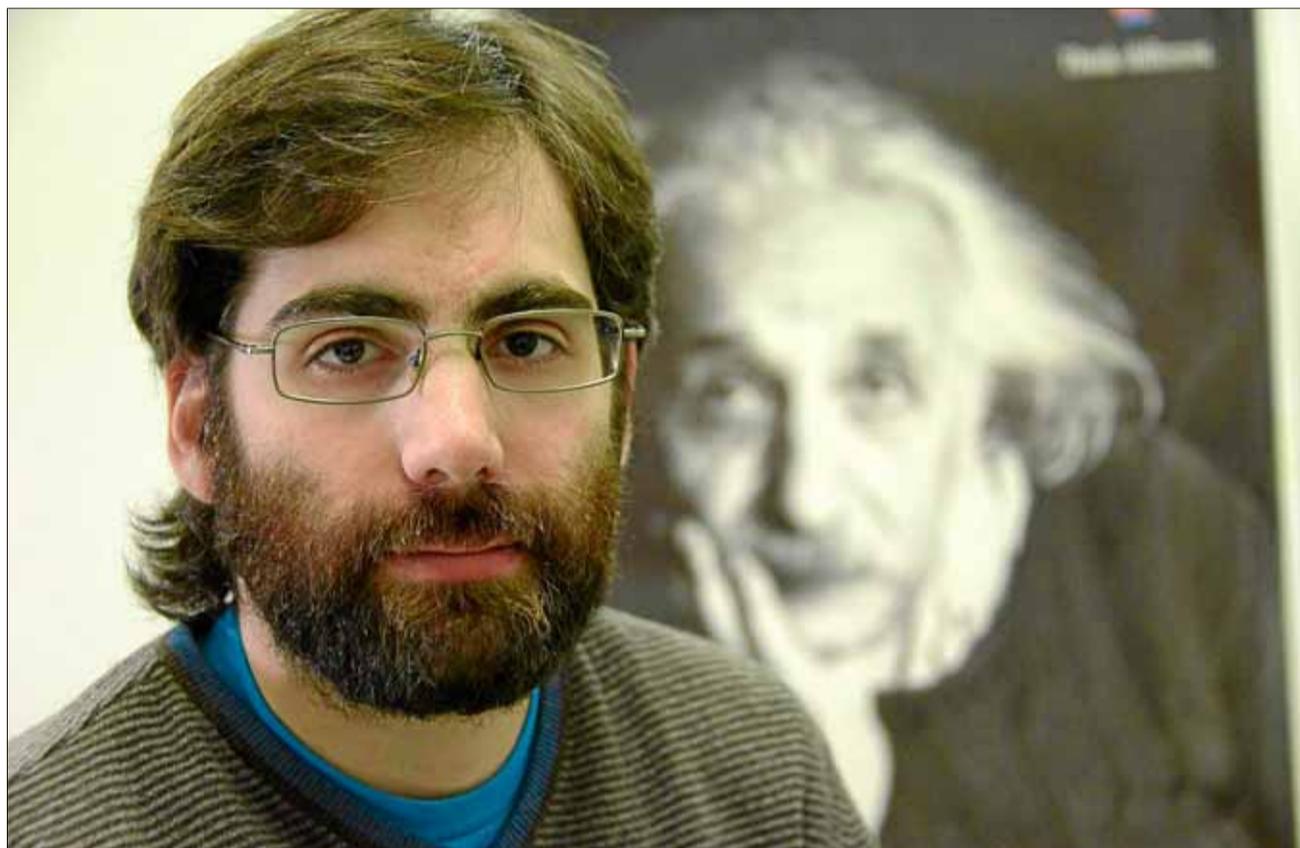


> **Turismo / Eventos**

### Seminario INTO, la innovación aplicada al turismo

PÁGINA 3



Alejandro Bohé, investigador del Grupo de Relatividad y Gravitación de la UIB. / C. FORTEZA

> **ENTREVISTA**

## «La primera foto del universo»

> **Alejandro Bohé** es investigador del Grupo de Relatividad y Gravitación de la UIB. Su trabajo se centra en la detección de ondas gravitacionales en sistemas binarios de agujeros negros. **Elena Soto**

El pasado 17 de marzo el Centro Harvard-Smithsonian para la Astrofísica, de Massachusetts, anunció que el telescopio de microondas BICEP 2, situado en el Polo Sur, había detectado una señal que no podía ser otra cosa que las ondas gravitacionales primordiales generadas tras la creación del Universo con el Big Bang. Este hallazgo refuerza la teoría inflacionaria que predice que instantes infinitesimales después de ese momento el universo pasó por una descomunal expansión, aumentando su tamaño en fracciones de segundo ¿Han visto los científicos las huellas del estallido que ocurrió hace unos

13.800 millones de años?

La noticia ha generado una enorme expectación y, de confirmarse, sería uno de los descubrimientos más importantes de los últimos años. Alejandro Bohé del Grupo de Relatividad y Gravitación de la UIB, equipo pionero en España en el estudio de las ondas gravitacionales, nos aclara este hallazgo y explica otro tipo de proyectos que buscan la detección directa de estas ondas en otros fenómenos astrofísicos.

**Pregunta.**— ¿Qué detectó el telescopio BICEP 2 para que su hallazgo se considere uno de los grandes descubrimientos del siglo, comparable al del Bosón de Higgs?

**Respuesta.**— Lo que detectó es el muy probable efecto de las ondas gravitacionales que se emitieron en los primeros instantes después del Big Bang —periodo denominado de inflación cósmica—. Hay que aclarar que estas ondas no se vieron directamente, lo que se vio fue su efecto indirecto sobre la radiación de fondo de microondas. Si la noticia se confirma se trata de un descubrimiento extraordinario, muy importante para la cosmología, al tiempo que corroboraría la teoría de la inflación.

**P.**— ¿Qué dice esta teoría?

**R.**— Esta teoría intenta explicar qué pasó en la primera fracción de

segundo tras el Big Bang y predice que el universo experimentó una expansión exponencial, ultrarrápida justo en este momento. Se introdujo en cosmología a comienzos de los años 80 para explicar algunas propiedades del universo que de otra forma no encajaban, como puede ser porque el universo tiene una curvatura del espacio tan pequeña, porque es tan uniforme a gran escala y en distintas direcciones, o por qué en la actualidad no se detectan ciertas partículas, llamadas monopolos magnéticos, que deberían ser numerosas, y una forma de explicarlo es que hayan quedado diluidas con la inflación. Esta teoría resuelve

ese tipo de problemas observacionales. Una de las consecuencias de este hallazgo sería la confirmación de otra predicción, además de las tres anteriores, que es la producción de ondas gravitatorias al principio del universo, algo no predicho por otras teorías. Otro punto importante es que además de confirmar la inflación, nos daría más detalles sobre ella, como, por ejemplo, la escala de energía a la que se produjo, permitiéndonos discriminar entre varios modelos. La teoría de la inflación es general, pero existen más de 100 modelos de realizaciones distintas.

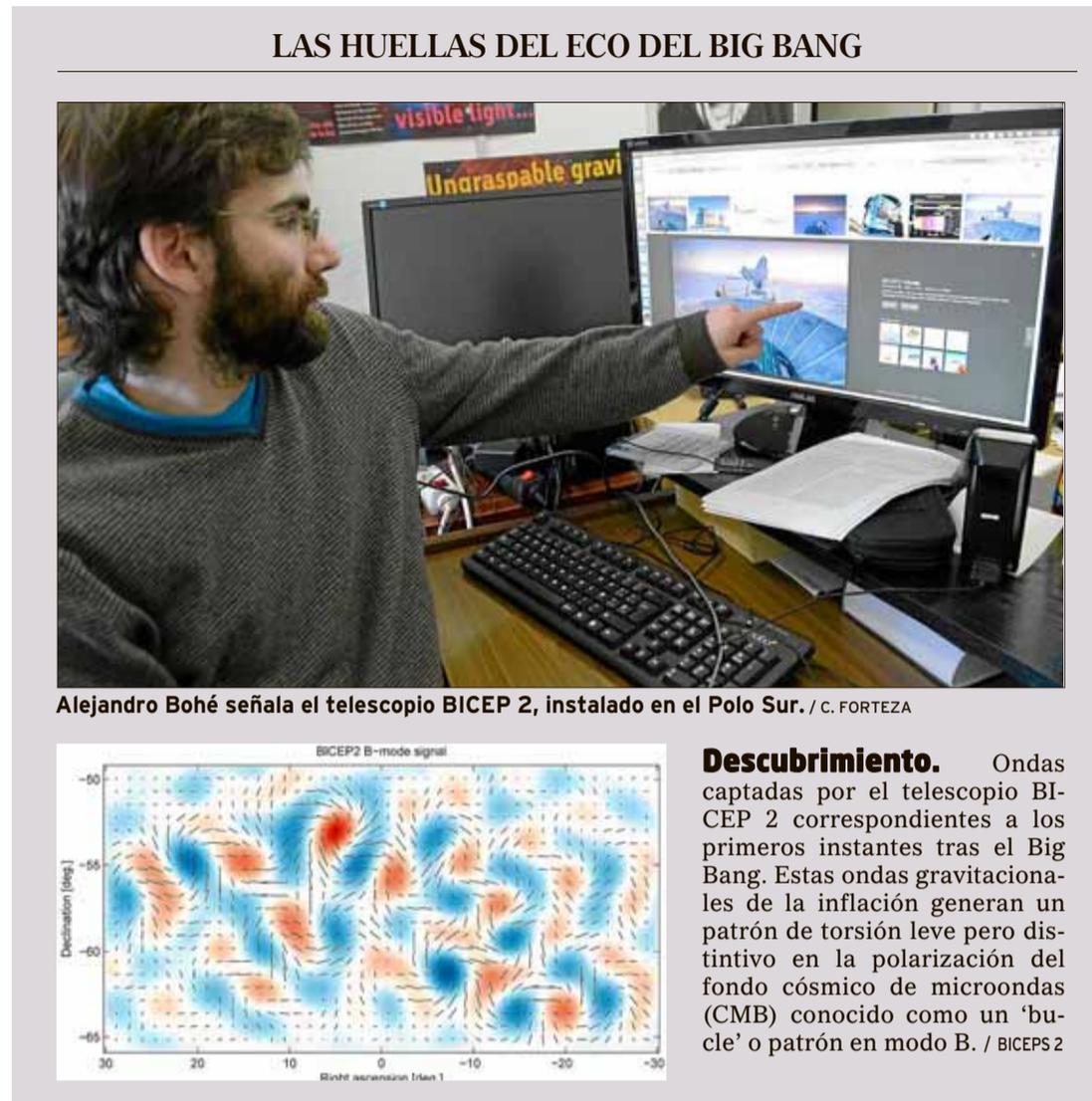
**P.**— ¿Existen dudas sobre este descubrimiento? **SIGUE EN PÁGINA 2**

## VIENE DE PORTADA.

R.- Al tratarse de un descubrimiento de esta envergadura tiene que ser corroborado por otros experimentos. Se espera que los datos del telescopio espacial Planck confirmen el hallazgo. Las dudas que pueden existir hoy en día al respecto son varias; una de ellas es saber si ese efecto que se midió – que no es directo – es debido a esas ondas primordiales de la inflación o a otro posterior que pudiera haber provocado esa señal, por ejemplo, el efecto conocido como ‘lente gravitatoria’ – cuando la luz va propagándose y encuentra materia en su camino se va desviando y cambiando la polarización – podría imitar la señal generada por la inflación. El polvo intergaláctico también emite luz polarizada que podría confundirse con este efecto. Lo que han hecho los científicos del BICEP2 es sustraer esta contribución con modelos de polvo interestelar, además la señal que detectan es mucho más grande que la podría generar este polvo. Otra de las dudas es que la amplitud de las ondas gravitacionales detectadas es mayor que el valor límite propuesto por Planck, pero en principio los dos resultados no son incompatibles porque tienen un margen de error. Algo muy importante es volver a realizar esa medición en otra banda de frecuencia distinta para descartar alguno de estos efectos. Aunque no se sabe la fecha exacta, antes de fin de año el satélite Planck publicará sus datos de polarización y sus resultados confirmarán o descartarán los del BICEP 2.

P.- La primera ‘foto’ del universo es un gráfico de líneas en el que los científicos dicen que han observado los ‘modos B’ causados por ondas gravitacionales ¿Nos podría explicar qué significa?

R.- Cuando se creó el Universo era muy denso y energético, y a medida que se iba expandiendo bajaba la temperatura. En sus inicios lo que había era un plasma de partículas (electrones, protones y fotones), opaco a todo tipo de luz porque los fotones, al interactuar con los electrones, eran absorbidos y no podían escapar. Esto cambió cuando la energía descendió lo suficiente para que puedan formarse los átomos – fenómeno de recombinación que



Alejandro Bohé señala el telescopio BICEP 2, instalado en el Polo Sur. / C. FORTEZA

**Descubrimiento.** Ondas captadas por el telescopio BICEP 2 correspondientes a los primeros instantes tras el Big Bang. Estas ondas gravitacionales de la inflación generan un patrón de torsión leve pero distintivo en la polarización del fondo cósmico de microondas (CMB) conocido como un ‘bucle’ o patrón en modo B. / BICEP2

sucedió unos 380.000 años después del Big Bang-. Los fotones que se emitieron justo en ese momento son los primeros que pueden venir directamente hacia nosotros y son los que constituyen la radiación de fondo de microondas. Son los primeros fotones visibles en el universo. Con observaciones electromagnéticas no podemos ver nada anterior a ese momento. Lo que sí se puede ver es el efecto indirecto de cosas que ocurrieron antes sobre esa radiación de fondo, que es lo que mide BICEP2 y el satélite Planck. Y se puede saber, por ejemplo, la temperatura y también la polarización –en qué sentido están orientados los fotones-. Esa polarización tiene dos componentes, los modos E y los B, los primeros pueden deberse a muchas causas, pero los modos-B son más difíciles de generar y, en particular, a la

escala que se ha mirado en este experimento, lo único que puede generarlos son las ondas gravitatorias de la inflación. Su huella quedó impresa en la radiación de fondo de microondas, de ahí que se diga que es la primera foto.

P.- Einstein predijo la existencia de ondas gravitatorias ¿este descubrimiento le daría la razón?

R.- Sería una prueba más que confirma la existencia de este fenómeno. Las ondas gravitacionales nunca se han detectado de forma directa, que es lo que intentamos realizar con los interferómetros, pero ya se habían llevado a cabo otras comprobaciones indirectas de su existencia, como la de pérdida de energía de un sistema binario.

P.- El grupo de la UIB es pionero en España en el estudio de las ondas gravitacionales ¿en qué fuentes se

están buscando y por qué medios?

R.- La fuente más segura para detectarlas en los próximos años es la coalescencia de estrellas de neutrones –un sistema binario en el que los dos astros se mueven gradualmente en espiral hasta que finalmente se unen-. Otra posible señal es la coalescencia de agujeros negros. Los sistemas usados para llevar a cabo esta tarea son los interferómetros por láser que están distribuidos por diferentes partes del mundo en distintos proyectos. Nuestro grupo es miembro de LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory*) y parte de nuestro trabajo es la modelización, porque se necesita disponer de un modelo muy preciso de la fuente para poder extraer la señal del ruido. En concreto nos dedicamos a la detección de ondas gravitacionales en sis-

temas binarios de agujeros negros, realizando cálculos teóricos de cuál es la forma de la señal que van a poder ‘ver’ los detectores. También somos expertos en la búsqueda de estrellas de neutrones en los datos de los detectores LIGO y desde la UIB hemos liderado varios análisis.

P.- ¿Cuándo piensa que pueden detectarse?

R.- Si me tuviera que mojar diría que en 2017 o 2018 y que sería muy raro que no ocurriese antes de 2020. En la actualidad, la mayoría de los interferómetros están parados porque se está mejorando su tecnología, pero en 2015 entran de nuevo en funcionamiento y serán mucho más sensibles. Por otra parte la ESA aprobó la financiación para el proyecto LISA (*Laser Interferometer Space Antenna*), en 2034, lo que significa que se va a acceder a una banda de frecuencia muy distinta que permitirá acceder a otras fuentes, como los agujeros negros supermasivos. Será otra aventura apasionante.

P.- ¿Por qué son tan difíciles de detectar? ¿Por qué la ciencia lleva tantos años tras ellas?

R.- Hasta el momento todas las observaciones que se han realizado se han llevado a cabo en el campo electromagnético, también la del BICEP2, pero la gran novedad de éste último es que ha logrado ver el efecto de algo que pasó mucho antes de los 380.000 años, concretamente una señal del primer instante de vida del Universo. Si queremos abrir una nueva ventana habrá que detectar directamente ondas gravitacionales, porque con su hallazgo se puede ir mucho más lejos en el tiempo, este es el motivo de haya tanto interés en este tema. Su evidencia directa no solo confirmaría la Teoría de la Relatividad, sino que nos permitiría acceder a nuevas fuentes que de ninguna manera podemos ver con observaciones electromagnéticas, como son agujeros negros o señales cosmológicas anteriores a estos 380.000 años. Contribuiría, además, a responder a muchas preguntas científicas abiertas sobre la naturaleza de los agujeros negros, confirmar escenarios de cómo se forman galaxias o entender como se comporta la materia en las estrellas de neutrones en condiciones de densidad muy altas.

## &gt; PROYECTOS CON FUTURO

## MIC Open Day, un impulso para los emprendedores de Baleares

Por E. S.

El Centro de Innovación de Microsoft en Tecnologías Turísticas (MICTT) y Barrabes Next han celebrado en el ParcBIT, el MIC Open Day, un evento dirigido a emprendedores de Baleares en el que se ofrecen las herramientas para que puedan desarrollar sus proyectos con éxito.

Durante la jornada, los asistentes

tuvieron la oportunidad de conocer y practicar diferentes técnicas, herramientas y metodologías para optimizar su modelo de negocio y la propuesta de valor que quieren ofrecer a sus futuros clientes.

Este evento se enmarca en la segunda fase del Plan de Aceleración de startups que desarrolla Microsoft, con la colaboración de



Jornada del MIC Open Day. / ZINK MARKETING &amp; COMUNICACIÓ

Barrabes Next, a través de sus Centros de Innovación.

Microsoft también pone a disposición de los participantes Bizspark, su programa de software para startups, que proporciona a jóvenes empresarios acceso a las herramientas de desarrollo de software de la compañía y les pone en contacto con actores clave de la industria, incluidos inversores, que les apoyan para poder iniciar un nuevo negocio.

Gracias a ello las startups participantes disfrutarán de tres años de software, soporte técnico, visibilidad, asesoría jurídica online gratuita y acceso a la red de startups.