

+ CIENCIA

Cuando la ciencia hace hablar a las ánforas

F. Séneca. Alejandro Quevedo, investigador de la Universidad de Murcia, desarrolla nuevas claves para reinterpretar la historia económica del sureste peninsular gracias a una estancia en la prestigiosa Universidad de California en Berkeley (EE UU) con-

cedida por la Fundación Séneca. En esta estancia ha podido demostrar que las ánforas producidas en el territorio que ocupa actualmente la Región de Murcia se distribuyeron en la Antigüedad por muchos otros puntos del Imperio. Los resultados, recién publicados en la revista internacional 'Nautical Archaeology', amplían el mapa de hallazgos de estas producciones.

**Premio de Estudios Financieros 2020**

UMU. David Parra, profesor asociado de Derecho Constitucional de la UMU, ha recibido un accésit en la modalidad de Derecho Constitucional y Administrativo del Premio de Estudios Financieros 2020, certamen de referencia en las Ciencias Sociales y Ju-

ricadas de España. En su trabajo, Parra analiza la injerencia del poder ejecutivo en la labor legislativa durante el ciclo político multipartidista iniciado en 2015, centrándose en el uso continuado del decreto-ley, práctica que, según el investigador, «pervierte los postulados clásicos del sistema de fuentes del derecho español y debilita el principio de separación de poderes».

De Cartagena al espacio

Investigadores de la UPCT colaboran en el desarrollo de Euclid, la misión cosmológica más ambiciosa de la historia de la Agencia Espacial Europea

MARÍA JOSÉ MORENO



Con un poco de retraso, seguramente como consecuencia de la situación causada por la pandemia de SARS-CoV-2, el próximo año la Agencia Espacial Europea (ESA, por sus siglas en inglés) lanzará al espacio la sonda Euclid, cuyo objetivo es mapear la geometría del Universo para llegar a comprender mejor el misterio de la energía y la materia oscura, que representan la mayor parte de la energía del cosmos.

Estas mediciones se harán con una precisión sin precedentes, lo cual proporcionará un gran avance en el conocimiento del modelo cosmológico o hará pensar en una alternativa a la Teoría General de la Relatividad. «Será como mirar atrás en el tiempo 10 billones de años para ver cómo la materia y la energía oscura contribuyeron entonces a acelerar la expansión del universo», indica Rafael Toledo, investigador del Departamento de Electrónica y Tecnología de Computadores de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT).

Socios

Como consecuencia de la colaboración del equipo que él dirige, junto con el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), la cual se remonta a más de 15 años, fueron invitados a formar parte del consorcio Euclid, y ya integrados en el mismo presentaron conjuntamente con el resto de las partes su propuesta de misión al programa científico Cosmic Vision de la ESA, que selec-



El investigador de la UPCT Rafael Toledo, con una maqueta del instrumento de infrarrojos que incluirá Euclid. JOSÉ MARÍA RODRÍGUEZ / AGM

El satélite Euclid integrará un telescopio y dos instrumentos científicos

El equipo de la UPCT colabora también con la NASA y con la Agencia Espacial Canadiense

cionó la Misión de entre todas las propuestas en el año 2010.

El satélite Euclid integrará un telescopio y dos instrumentos científicos. La contribución de la UPCT en la misión incluye tareas, tanto en la carga útil del satélite, como en la preparación y explotación científica de la misión.

Filtro óptico

Respecto a la carga útil, el equipo de la Politécnica de Cartagena es responsable del diseño, construcción y validación de la electrónica de control del instrumento infrarrojo. Como explica Rafael Toledo, «esta electrónica controla la forma en la que operará el instrumento. Por ejemplo, se encarga de seleccionar el filtro óptico que se emplea en cada momento, controlar la temperatura del instrumento, calibrar sus detectores o qué información sobre el estado del instrumento se debe enviar a Tierra, entre otras funciones».

Asimismo, «además del hardware, también son los responsables del software de arranque, y somos los coordinadores de las tareas de control y comandado dentro del equipo internacional del sistema», añade.

Por otro lado, un equipo de científicos de la UPCT liderados por el investigador Anastasio Díaz está preparando algoritmos que se encargarán de obtener información científica relevante de las imágenes que lleguen a la Tierra del satélite Euclid.

Explotación

Desde hace unos meses, y hasta

2022, Rafael Toledo cuenta con financiación de la Agencia Espacial Europea para el desarrollo del proyecto 'Misión Euclid: Contribuciones de la UPCT a la integración del modelo de vuelo y software de abordaje, preparación y explotación científica».

Este representa la fase final de los trabajos realizados desde 2010 en el Departamento de Electrónica y Tecnología de Computadores de la Universidad Politécnica de Cartagena para el diseño, la fabricación y la validación de uno de los dos instrumentos científicos que irá a bordo del satélite de la Agencia Espacial Europea Euclid. «En esta última fase integramos y probamos nuestra unidad y nuestro software junto al resto de unidades de otros miembros del consorcio, procedentes de Francia, Italia, Alemania, etc», según el investigador.

Asegura que la unidad de control que han desarrollado «consiste fundamentalmente en un ordenador con la electrónica necesaria para poder controlar las funciones del instrumento que mencionaba antes, como son los motores que permiten emplear un determinado filtro, los LEDs que calibran los detectores, o los calentadores que mantienen la temperatura óptima de funcionamiento. Además de monitorizar el estado del instrumento mediante sensores y enviar la información más relevante a Tierra».

Se trata de funciones relativamente sencillas si se tuviera que llevar a cabo en la Tierra, pero que para el espacio demandan diseños muy cuidados y la máxi-

Actividad física y mejor rendimiento académico

UMU. Una investigación de la Universidad de Murcia asegura que una sola sesión de ejercicio físico aeróbico de corta duración puede mejorar la atención selectiva y el control inhibitorio en escolares de Educación Primaria. En este

sentido, la realización de un programa completo de actividad física de alta intensidad podría traducirse en mejoras de su rendimiento académico. Estos resultados son fruto de dos estudios publicados en la revista 'Retos', llevados a cabo en escolares de centros públicos de la Región de Murcia, con edades comprendidas entre los nueve y los diez años.



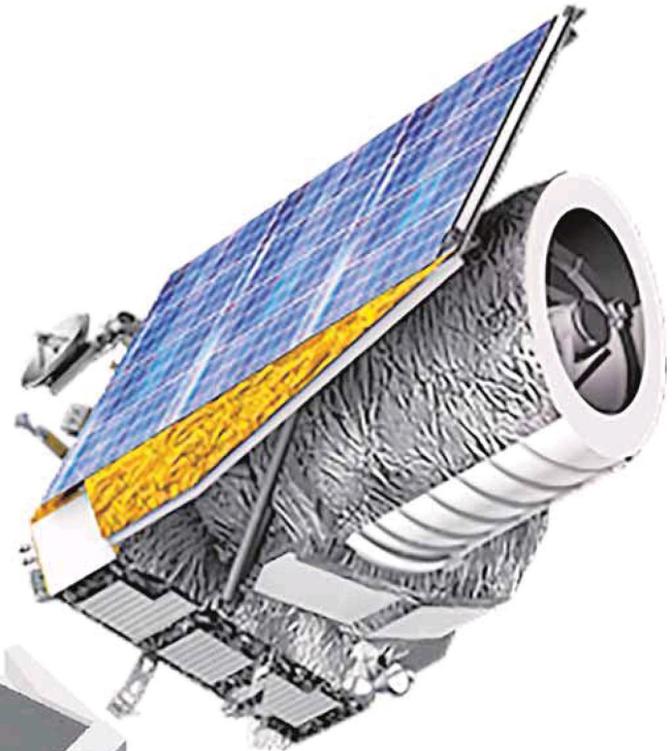
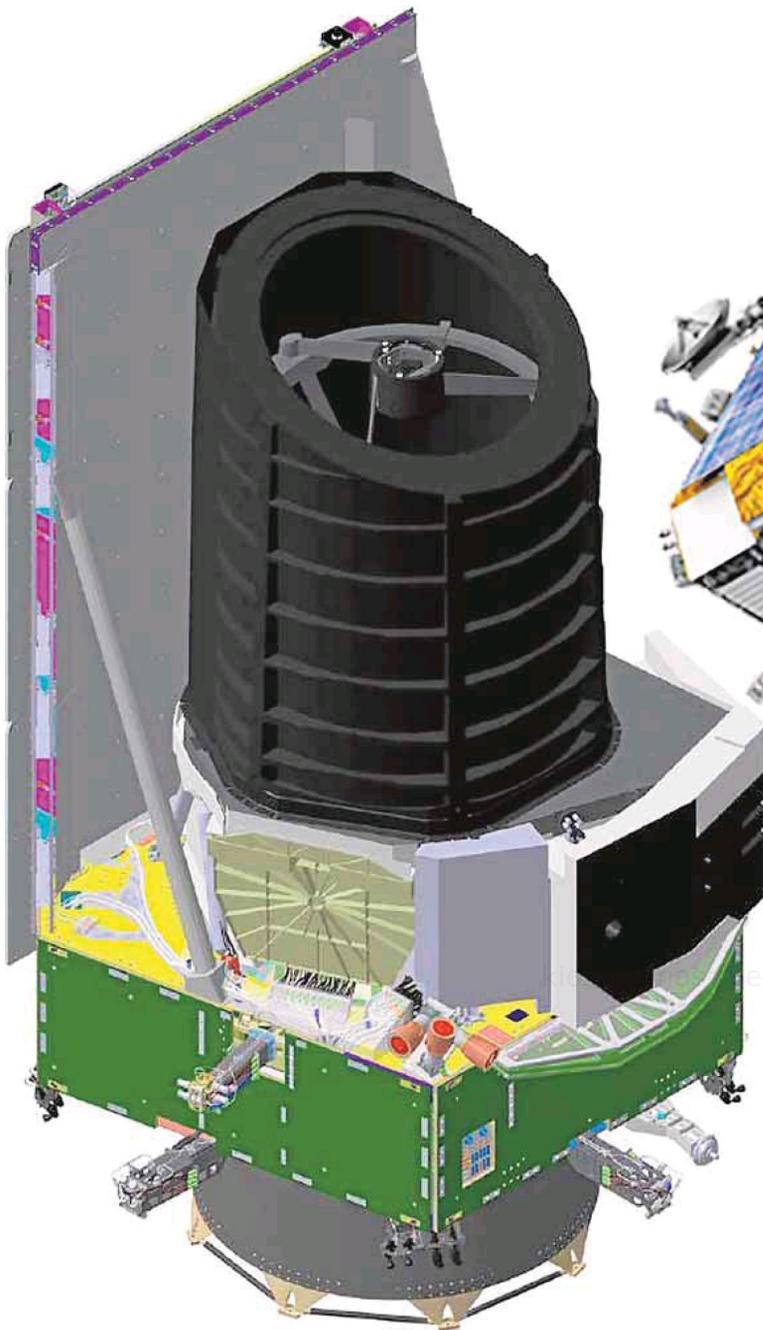
Becas para estudiantes con discapacidad

UPCT. Estudiantes de la Universidad Politécnica de Cartagena pueden solicitar hasta el 30 de noviembre la beca de la Fundación ONCE y Crue-Universidades Españolas para la realización de prácticas externas para alumnos univer-

sitarios con algún tipo de discapacidad. De esta iniciativa se podrán beneficiar 300 jóvenes de toda España que tengan una discapacidad reconocida igual o superior al 33%. «Este tipo de becas te permiten demostrar lo que puedes hacer, superando tus limitaciones», afirma Alberto Ortega, uno de los exalumnos de la UPCT becado por la ONCE.

kioskoymias#pedrofernandez@altercomu.com

kioskoymias#pedroferna



La contribución de la UPCT incluye tareas en la carga útil del satélite y en la preparación y explotación científica de la misión.

ma fiabilidad. Para conseguirlo, el grupo de la UPCT ha diseñado y fabricado las tarjetas electrónicas necesarias en varios modelos, de forma que cada vez resultan más parecidos a los que finalmente irán en el satélite. De hecho ya se han probado en condiciones similares a las que se enfrentarán en el espacio, simulando las vibraciones del lanzamiento, cambios de temperatura extremos, vacío y radiación, entre otras muchas pruebas.

Vocaciones

Además de con la Agencia Europea, el equipo de la UPCT colabora también con la NASA, y con la Agencia Espacial Canadiense. Para Rafael Toledo se trata de un sueño cumplido por lo que anima a los chicos y chicas de la Región de Murcia, estudiantes a los que les gusta el espacio, la ciencia y la ingeniería «a creer en las

posibilidades que las universidades públicas de la Región pueden ofrecerles».

Asegura que «Euclid es la misión cosmológica de la ESA más ambiciosa de la historia, y en la UPCT somos responsables de la unidad que controla el instrumento científico más relevante a bordo del satélite. Por el equipo de Euclid en la UPCT han pasado chicos y chicas de Cartagena, Murcia o San Javier, que han trabajado codo con codo con los ingenieros de ESA».

Defensor acérrimo de la educación pública, en su opinión, «si todos creemos y apostamos por la ciencia y la tecnología en la Región, podemos hacer cosas grandes. Y la misión Euclid en realidad solo representa otro ejemplo más. Hay cientos de investigadores haciendo cosas increíbles en la Universidad Politécnica en multitud de ámbitos».

+ CIENCIA

Ríos secos: ecosistema fluvial no perenne

UMU. Un estudio realizado por la Universidad de Murcia muestra que los ríos secos son ecosistemas por derecho propio dadas sus características estructurales y funcionales distintivas en comparación con otros ríos no perennes debido a la

prevalencia de las condiciones terrestres. El objetivo de este trabajo es poner en valor a los ríos secos como un ecosistema con propia identidad ecológica, que posee una importancia significativa en el paisaje, la biodiversidad, los ciclos de nutrientes y la sociedad, especialmente en el contexto actual de cambio global que está afectando a muchos ríos en todo el mundo.

**Primer puesto nacional para el IEEEExtreme**

UMU. Estudiantes de la Universidad Politécnica de Cartagena han sido el mejor equipo de España en la competición internacional de programación IEEEExtreme, en la que los participantes tienen 24 horas para la resolución de problemas en

diferentes lenguajes de programación. El equipo UPCT estuvo integrado por Mariano Fernández, José Luis Sanz, Fran Lloret y Artur Linnik. La UPCT cuenta desde hace años con una rama de estudiantes en la asociación internacional de ingenieros IEEE. Los estudiantes de la Universidad tienen estos días la oportunidad de sumarse a la asociación.

kioskoyrnias#pedrofernandez@altercomu.com

kioskoyrnias#pedrofernandez@altercomu.com

Los agujeros negros ocupan gran parte del tiempo de Emilio Torrente Luján, investigador principal del Grupo Física de Partículas, Astrofísica y Cosmología (FISPAC) de la Universidad de Murcia e investigador asociado del CERN (Centro Europeo para la Física de Partículas de Ginebra). Este año están siendo protagonistas de la actualidad científica por diferentes motivos.

–Este año el Premio Nobel de Física ha ido a manos de tres investigadores que trabajan sobre los agujeros negros. En su opinión, ¿merecido?

–Sí, sin duda, muy merecido a los tres. El premio ha ido a Roger Penrose, conocido físico matemático inglés, y a Reinhard Genzel y Andrea Ghez, el primero por sus estudios teóricos en los años sesenta y setenta del pasado siglo y los segundos por la observación (indirecta, a través de su influencia en el movimiento de estrellas cercanas) del agujero negro situado en el centro de nuestra galaxia. Hay que destacar que si no hubiese sido por los descubrimientos de los segundos y por los avances recientes en ondas gravitacionales y en la detección directa de agujeros negros, nunca le hubiesen dado el premio a Penrose, que realizó solo estudios teóricos.

Los premios Nobel solo se otorgan por avances reales, constatables, en Física, no por avances teóricos que hasta ese momento al menos no tengan contrapartida experimental en el laboratorio. Es esa la razón por la que nunca le dieron el premio Nobel a Stephen Hawking, ni probablemente se lo darán a E. Witten o J. Maldacena (dos de los físicos teóricos más influyentes de los últimos años).

Es quizá sorprendente que no le hayan dado el premio Nobel a ningún investigador del grupo EHT, que han producido la primera 'imagen' de un agujero negro de la historia (lo que se ha visto es la 'sombra' del agujero negro). Quizá debido a que se trata de un descubrimiento muy reciente. No descarto que se lo den en otra ocasión.

–Precisamente hace unas pocas semanas se hacía público el descubrimiento del agujero negro más masivo, descubierto con ondas gravitacionales. Aunque el hecho de saber que la explosión se originó hace unos 7.000 mi-

«Mientras no entremos dentro de un agujero negro, no sabremos lo que pasa realmente allí»

Emilio Torrente Luján

Investigador principal del Grupo Física de Partículas, Astrofísica y Cosmología (FISPAC) de la Universidad de Murcia e investigador asociado del CERN (Centro Europeo para la Física de Partículas de Ginebra)

El telescopio de ESO detecta galaxias atrapadas en la red de un agujero negro supermasivo. EFE

MARÍA JOSÉ MORENO

Ilones de años (antes de la formación del sistema solar) ha generado más desconcierto que otra cosa en la comunidad científica.

–Yo más bien usaría la palabra 'intrigante' para tildar esta observación. Todo buen descubrimiento científico debe abrir tantas o más preguntas como las que responde, y este desde luego lo hace. El problema no es el momento en que se originó la explosión sino la masa de los agujeros negros que colisionaron (que se puede deducir a partir de la forma de las ondas gravitacionales observadas en la tierra).

Hay diversos modos de formación de agujeros negros, los cuales originan agujeros negros en un rango de masas más o menos característico. El caso observado no encaja bien en ninguno de los modos conocidos. Lo que indica

que habrá que revisar lo que sabemos de ellos o idear nuevos mecanismos de formación. Eso significa que los astrofísicos especialistas estarán ocupados en ello por un tiempo pero no se espera ningún conflicto con la Teoría de la Relatividad General de Einstein.

–¿Por qué los agujeros negros son tan complejos de estudiar?

–Las ecuaciones básicas de los agujeros negros son relativamente simples y se conocen desde hace mucho tiempo. Ya en el año 1916, pocos meses después del anuncio de la teoría por Albert Einstein, el 'teniente' Schwarzschild, desde las trincheras en plena primera guerra mundial, escribió en su cuaderno las primeras ecuaciones para los agujeros negros, el llamado 'agujero negro de Schwarzschild'. Desde luego después las cosas se complican tanto en la teoría como en la práctica.

Se puede distinguir entre agujeros negros macroscópicos, los habituales que se observan por ejemplo en el centro de galaxia o que proceden del colapso de es-

trellas y los agujeros negros cuánticos, que son microscópicos.

Desde el punto de vista astrofísico es muy difícil observar los agujeros negros macroscópicos porque, aunque pueden ser muy grandes y masivos (hasta millones de veces la masa solar) la luz no puede escapar a ellos. Podemos conocer de su existencia por el efecto que causan en su entorno, en nubes de polvo, estrellas y galaxias enteras. En torno a ellos se forman discos de acreción, una especie de anillos como los de Saturno, pero en este caso compuestos por material a alta temperatura que radia gran cantidad de energía electromagnética y que puede ser detectada en nuestros observatorios. Es la 'sombra' del agujero negro en este fondo de radiación lo que observamos. Han tenido que pasar más de 100 años desde Schwarzschild para que ahora podamos finalmente verlos.

Para el segundo tipo de agujeros negros, los cuánticos microscópicos, existe en la actualidad, en el CERN, el LHC (el acelerador más grande del mundo, con 27 km de longitud) con un programa para su producción y estudio. Es difícil producirlos porque son necesarias energías muy altas, como mínimo en el límite de la tecnología actual. Pero curiosamente, si se produjesen serían muy fáciles de estudiar, se desintegrarían rápidamente de una forma muy característica, que permitiría diferenciarlos nitidamente de otros procesos.

Se estudia la posibilidad de construir un acelerador aun mayor, el FCC (el 'Future Circular Collider') de unos 100km de longitud para el 2040-2045. Quizá entonces sí podríamos ver por primera vez estos agujeros negros cuánticos, lo que nos permitiría progresar en el santo grial de la física actual, la Gravedad Cuántica.

–¿Dónde radica el interés acerca de ellos?

–Los agujeros negros son interesantes por muchos motivos. Los físicos de partículas estamos interesados en ellos porque el descubrimiento, y posterior estudio, de los agujeros negros microscópicos sería un primer paso decisivo en Gravedad Cuántica.

Por su parte, los astrofísicos están interesados en su estudio por ejemplo para comprender mejor la formación de galaxias,



Premios de la Cátedra de Medio Ambiente

UPCT. La Cátedra de Medio Ambiente Autoridad Portuaria de Cartagena-Campus Mare Nostrum ha lanzado la convocatoria de Premios a los mejores Trabajos Fin de Grado y Trabajos Fin de Máster presentados por alumnos de la UPCT y la UMU

durante el curso 2019-20, sobre materias relacionadas con el Medio Ambiente y con una calificación igual o superior a 9. La dotación será de 1.000 euros para el mejor TFG y de 1.500 euros para el mejor TFM. Las líneas de investigación prioritarias son la Red Natura 2000, ruido Subacuático y ruido ambiental, contaminación marina o gestión de residuos, entre otras.



1,5 millones para formar a personal investigador

F. Séneca. La Fundación Séneca-Agencia Regional de Ciencia y Tecnología, dependiente de la Consejería de Empleo, Investigación y Universidades, recibirá cerca de 1,5 millones para las ayudas de nueva adjudicación para

la formación de personal investigador en universidades y organismos públicos de investigación de la Región de Murcia, en los ámbitos académicos y de interés para la industria correspondiente a la convocatoria de 2020, y para la renovación de las ayudas de este tipo que siguen vigentes, concedidas en ejercicios anteriores.

las últimas etapas de la evolución estelar o como fuentes de ondas gravitacionales.

Pero, sin duda, el mayor propósito es simplemente probar la validez de la Teoría General de la Relatividad. La teoría de Einstein, después de 105 años, ha sobrevivido a todo tipo de pruebas, la última de ellas la existencia de ondas gravitacionales finalmente descubiertas, en completo acuerdo con lo predicho por Einstein, solo en 2017. Los agujeros negros son otra predicción de la teoría, y, aunque ahora ya quedan pocas dudas de que efectivamente existen, todavía hay que estudiar su estructura, por ejemplo, la forma geométrica de su 'sombra'.

El estudio de esta estructura puede ayudar a discernir entre la teoría de Einstein y teorías posteriores. Si la Relatividad General es errónea o incompleta podríamos ver desviaciones de sus predicciones en primer lugar simplemente en la forma geométrica de sus sombras o en el comportamiento de las estrellas en torno a ellos. Por ejemplo, si la sombra del agujero negro en el centro de nuestra galaxia no es perfectamente circular, indicaría que es un agujero negro en rotación. Si las ecuaciones de Einstein fallan, el primer sitio donde podrían hacerlo es en el borde de un agujero negro, el sitio del universo conocido donde el espacio-tiempo se ve más perturbado, más que en cualquier otro lugar.

Desde el punto de vista práctico, no hay nunca que olvidar que para estos estudios y observaciones hay que llevar a la tecnología más allá de sus límites, invirtiendo grandes cantidades de ingenio y trabajo. Los desarrollos tecnológicos que de ello se derivan tienen una aplicación práctica inmediata, en otros campos como la industria o en medicina.

¿Podríamos decir que los agujeros negros se manifiestan contra las leyes de la Física?

—Debemos partir de la base que las leyes de la Física se cumplen siempre y en todo lugar, y los agujeros negros no son una excepción. Si no fuese así renunciaríamos a la idea de que el Universo es racionalmente comprensible. Otra cuestión es si conocemos suficientemente bien esas leyes, y dentro de un agujero negro parece que no.

Penrose (a partir 1965), y pos-



Equipo de Emilio Torrente (c), investigador del Grupo Física de Partículas, Astrofísica y Cosmología de la UMU. R. CAVAL

teriormente también S. Hawking, enunciaron diversos teoremas sobre singularidades matemáticas de las ecuaciones de Einstein de la Relatividad General, bajo hipótesis muy generales sobre la forma y características del espacio-tiempo. Estos teoremas predicen la existencia de singularidades esenciales dentro de agujeros negros (otra singularidad podría ser el propio Big-Bang).

En una singularidad se pierde predictibilidad física porque no se puede definir algunas magnitudes físicas relacionada con los campos gravitatorios, tales como la curvatura del espacio tiempo o las geodésicas, las trayectorias que siguen las partículas, parecen terminar.

Mientras no entremos dentro de un agujero negro y tomemos datos (tal como sucede en la ficción en el film 'Interestellar', inspirada por el también premio Nobel K. Thorne) no sabremos lo que realmente pasa allí. Pero podemos pensar en varias posibilidades: quizá las hipótesis de los teoremas matemáticos no sean del todo adecuadas, quizá es necesario modificar, aunque sea ligeramente las Ecuaciones de

«Si las ecuaciones de Einstein fallan, el primer sitio donde podríamos hacerlo es en el borde de un agujero negro»

«Las leyes de la Física se cumplen siempre y en todo lugar, y los agujeros negros no son una excepción»

Einstein, o quizá, la Teoría General de la Relatividad es adecuada solo a escalas mayores que la llamada 'Longitud de Planck' (del orden de 10⁻³⁵ m.). En este caso, cerca de la singularidad del agujero negro los efectos cuánticos serán importantes y para describir lo que sucede allí sería necesaria una Teoría Cuántica de la Gravedad, de la que no disponemos en la actualidad, a pesar de los ingentes esfuerzos realizados en los últimos cien años.

Mientras se desarrolla o no una teoría de la gravedad cuántica, lo que hizo Penrose es meter estas singularidades 'debajo de la alfombra': entre 1969-1979 enunció la 'Conjetura de la censura cósmica'. Esta hipótesis propone que el universo nos protege de los problemas de las singularidades (como los agujeros negros) ocultándolas de nuestra vista dentro del 'horizonte de sucesos' del agujero negro. Demostrar, o refutar, la conjetura de la censura cósmica sigue siendo uno de los problemas pendientes más importantes en la Teoría de la Relatividad. —Usted investiga sobre los mismos, ¿qué le atrajo de ellos?

—Mi interés científico concreto siempre ha sido el estudio de la estructura de la materia, los constituyentes e interacciones fundamentales. Una de estas interacciones, la gravedad, es la única para la cual no disponemos de una descripción cuántica satisfactoria (al igual que si disponemos de la QED para la interacción electrodébil o de la QCD para la fuerza nuclear). La comprensión de los agujeros negros, en su versión microscópica, es un elemento fundamental en el estudio de posibles teorías cuánticas de la gravedad. La esperanza es que estos agujeros negros cuánticos se puedan ver en el laboratorio (en el LHC o en el FCC) algún día, no muy lejano.

—¿En qué está inmerso ahora? —Nuestro grupo estudia tanto las propiedades de agujeros negros macroscópicos (por el profesor Kostas Glampedakis) como los agujeros negros cuánticos microscópicos (por José Juan Fernández y yo mismo).

El profesor Glampedakis estudia por ejemplo el espectro de las ondas gravitacionales formadas por agujeros negros en Relatividad General y en teorías más amplias. Estos estudios son esenciales en la detección de ondas gravitacionales. En mi caso, uno de los últimos trabajos publicados (en colaboración con investigadores de la Universidad de Oxford en el Reino Unido, Italia e Irlanda) se dedica al estudio de las propiedades matemáticas de agujeros negros cuánticos en teorías de 'Supergravedad'. En estas teorías, que van más allá de la teoría de Einstein, se introduce lo que se llama 'Supersimetría' y aparecen dimensiones extra, adicionales a las cuatro dimensiones habituales (anécdoticamente, estas teorías son la base del argumento, de las que se hablan y las que aparecen en las pizarras de la película 'Interestellar').

Para este tipo de estudios en ciencia básica es vital contar con la financiación de las instituciones, por ejemplo en nuestro caso de la Fundación Séneca (Agencia regional de Ciencia y Tecnología) y de la propia Universidad de Murcia. Noticias como la concesión de los Nobel, nos ofrece a los científicos una oportunidad única para reflexionar y justificar el papel de la ciencia básica en la sociedad.

Esencialmente, la diferencia entre una magnitud clásica y una cuántica es que la primera es continua y la segunda es discreta. Es decir, el velocímetro de los automóviles (vehículos en general), de hace un tiempo, consistía en una aguja que barría un ángulo proporcional al número de revoluciones del eje, indicando, de forma continua (con la precisión de un giro) la velocidad del vehículo. Cuando se pasa a los velocímetros digitales, el indicador es proporcional al giro, pero con la precisión del dígito último de su indicador. Avanza a pasos discretos, no marcando las velocidades intermedias. Los dígitos son discretos, 1,2,3... los ángulos son continuos. Los circuitos sumadores que emplean valores analógicos son continuos, mientras que los digitales son discretos. No es nuevo el concepto. Los escalones de una subida suelen, dentro de cierta aproximación, ser todos iguales y este concepto de paso, etapa, escalón es tan antiguo como la Humanidad misma. Otra cosa es que no se le sacara partido, como hoy, para construir dispositivos que resultaron ser herramientas (ordenador) capaces de emular a cualquier otro dispositivo y por ello ser máquinas de propósito general. El avance es significativo. ¡Quién iba a decir a los primitivos que empleaban ábacos o piedras para confeccionar sumadores, que estaban rondando el germen de un nuevo mundo, que después consagraria la informática!

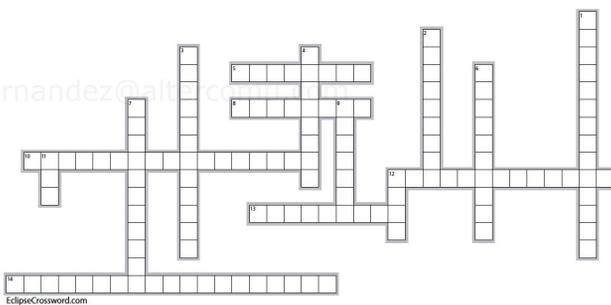
El sustrato de la naturaleza es cuántico, es discreto y esta descripción ha permitido el descubrimiento de propiedades de la materia que ha impulsado las tecnologías que han supuesto un avance significativo en el progreso de la Humanidad. Sin ir más lejos, la electrónica es uno de los desarrollos que han cambiado, económica y socialmente, nuestro mundo. Es difícil encontrar alguna manifestación material que no requiera la mecánica cuántica para su explicación. Por muy contraintuitivos que sean los conceptos que utiliza, cada vez estamos más cerca de desentrañar los misterios ocultos de la naturaleza, que permitan explicar sus leyes a nivel submicroscópico.

Pero no son solamente estos escenarios en los que encontramos un comportamiento cuántico, discreto, no continuo, no analógico. Ya hemos señalado elementos cotidianos, como las escaleras que lo ejemplifican de forma sugerente. Por cierto, de-

ATANOR ALBERTO REQUENA



Neuronas cuánticas



HORIZONTALES

- Este mundo también evidencia un comportamiento cuántico, aunque no de la misma naturaleza que los descritos por la Mecánica Cuántica.
- El sustrato de la Naturaleza lo es.
- Es difícil encontrar alguna manifestación material que no la requiera para su explicación.
- Las neuronas intercambian la información mediante la liberación de neurotransmisores en el extremo presináptico que se dirigen a él.
- En los velocímetros de este tipo, el indicador es proporcional al giro, pero con la precisión del dígito último de su indicador.
- Una neurona transmite a su vecina un estímulo nervioso que constituye el denominado así.

VERTICALES

- En la primera mitad del siglo XX, Katz estudió los pormenores de la estimulación de las fibras nerviosas y los mecanismos asociados a la unión neuronal con ella.

- Los dígitos son discretos: 1,2,3, ... los ángulos lo son de este tipo.
- Las burbujas de neurotransmisores que se liberan en la sinapsis neuronal, denominadas vesículas, contienen hasta 10.000 moléculas de éstas.
- A él debemos la genialidad del manual para subir por una escalera.
- Los circuitos sumadores que emplean magnitudes de este tipo, son continuos.
- Es uno de los desarrollos que han cambiado, económica y socialmente, nuestro mundo
- La diferencia entre una magnitud cuántica y una de este tipo es que la primera es discreta y la segunda es continua.
- El velocímetro consistía en una aguja que barría un ángulo proporcional al número de revoluciones de éste.
- Los escalones de una subida suelen, dentro de cierta aproximación, ser todos iguales y materializan el concepto de ello.

Solución: a partir del próximo sábado en el blog Atanor (<http://blogs.laverdad.es/atanor/>). A. REQUENA @ LA VERDAD, 2020

bemos a la genialidad de Cortázar el manual para subir por una escalera, que tan brillantemente nos tutela en la acción de ejercitar las secuencias de acciones para lograr pasar del principio de aquella a lo alto, al final, cuando nos enfrentemos con tan genuino dispositivo. El mundo neuronal también evidencia un comportamiento cuántico, no de la misma naturaleza que los descritos por la mecánica cuántica, pero sí cuánticos por cuanto no exhiben las neuronas un comportamiento continuo, sino a saltos, a cuantos, a paquetes indivisibles. Las neuronas intercambian la información mediante la liberación de neurotransmisores en el extremo presináptico que se dirigen al postsináptico, pero en forma de burbujas, denominadas vesículas, que contienen hasta 10.000 moléculas de acetilcolina. Una neurona transmite a su vecina un estímulo nervioso que constituye el denominado potencial de acción, pero cuando las neuronas están inactivas se dan potenciales de acción muy pequeños, emitidos de forma aleatoria, que responden a vesículas microscópicas que atraviesan al azar la zona sináptica y, cuando está activa, se liberan grandes cantidades de estas vesículas, que se suman y generan un potencial elevado, capaz de recorrer grandes distancias. Los denominados potenciales evocados están constituidos por muchos cuantos de acetilcolina.

En la primera mitad del siglo XX, Katz, estudió los pormenores de la estimulación de las fibras nerviosas y los mecanismos asociados a la unión neuronal con la fibra muscular, cuya comunicación es de idéntica naturaleza a la sináptica y ya hablaba de que las vesículas eran los contenedores estructurales de los cuantos de acetilcolina y, en la colisión con la membrana presináptica, el contenido salía al explotar, en un acto de 'todo o nada', que es lo que le confiere el carácter cuántico. Posteriormente, en la década de los noventa, se confirmó con la ayuda del microscopio la existencia de las vesículas y su liberación. Se confirmó el contenido. El propio Katz evidenció que las vesículas generan poros en la zona postsináptica, creando unos canales que, posteriormente, se confirmaron. Lo que antes de los cincuenta era intuición, después de los cincuenta se confirmó. La fiebre cuántica de la primera mitad del siglo XX, alcanzó todos los ámbitos, incluido el neuronal. Los logros conceptuales han permitido avanzar en un campo tan exclusivo como este.

LA COLUMNA
DE LA ACADEMIA
ALFONSA
GARCÍA AYALA

Académica numeraria
de la Academia de Ciencias
de la Región de Murcia

La importancia de la investigación básica



En mi primera columna como Académica de Número de la Academia de Ciencias de la Región de Murcia quiero reivindicar la necesidad del reconocimiento científico y social de la investigación básica.

Hace unas semanas conocimos que el premio Nobel de Química 2020 ha sido entregado a dos investigadoras, las doctoras Emmanuelle Charpentier y Jennifer Doudna, por el desarrollo de un método para la edición del genoma basado en la técnica CRISPR/Cas, que permite cortar el ADN en una posición concreta. Esta nueva metodología abre nuevos horizontes en la curación de numerosas enfermedades, principal-

mente las que tienen un componente genético.

Era cuestión de tiempo que la tecnología CRISPR/Cas fuese galardonada con el Premio Nobel, la duda era si se favorecería la investigación básica (su descubrimiento) o el desarrollo de esta tecnología (su aplicación). En numerosas ocasiones hemos oído decir a Margarita Salas Falgueras que la ciencia si es buena, antes o después será aplicada, y la tecnología CRISPR/Cas es un claro ejemplo de ello. Como científicos que valoramos la investigación básica como el motor esencial de la generación del conocimiento, nos ha faltado que en ese galardón se hubiese incluido al español Francisco Juan Martínez Mojica,

profesor de la Universidad de Alicante, y pionero en la caracterización de los sistemas CRISPR/Cas. Como murcianos nos habríamos alegrado enormemente ya que el profesor Martínez Mojica estudió sus primeros años de la licenciatura en Ciencias Biológicas en la Universidad de Murcia y es uno de los Doctores Honoris Causa de esta Universidad (el acto de investidura tuvo lugar el 13 de noviembre de 2019).

Martínez Mojica ha recibido numerosos premios por sus investigaciones. Destacaremos el Albany Medical Center Prize en 2017. Se trata del premio más prestigioso en Estados Unidos en medicina e investigación médica y que fue compartido

con otros cuatro investigadores destacados por su investigación en los sistemas CRISPR/Cas. Dos de esos galardonados fueron las recientes ganadoras del premio Nobel, las doctoras Charpentier y Doudna. Curiosamente, el Premio Princesa de Asturias de 2015 en Investigación Científica y Técnica fue entregado a estas dos investigadoras y no incluido tampoco al doctor Martínez Mojica. Tal vez esta fue la premonición de lo ahora ocurrido.

Necesitamos hacer investigación básica de calidad y necesitamos que sea financiada y reconocida. Desde ahora, tratar de convencerles de estas necesidades va a ser una de mis ocupaciones desde la Academia.