

Proyecto de Stanford: un satélite para demostrar en la práctica la teoría general de la relatividad

Un grupo de científicos procedentes de varias universidades y centros de investigación de los EE.UU. están preparando en colaboración con la NASA un experimento físico que es considerado a priori como uno de los más trascendentes de nuestro siglo.

La teoría de la relatividad formulada por Einstein está dividida en dos áreas diferenciadas aunque unidas en su raíz. La primera de ellas apareció en 1905 y se conoce por el nombre de teoría especial de la relatividad, también conocida como teoría restringida, y se ocupa fundamentalmente de los cambios que afectan a los cuerpos móviles cuando éstos se aproximan a la velocidad de la luz (300.000 kilómetros por segundo). La segunda, la teoría general de la relatividad, apareció en 1916, se centra principalmente en el estudio de la gravitación.

Distorsión relativista

La idea propuesta por los científicos de Stanford es enviar un satélite provisto de varios giróscopos especialmente diseñados para esta prueba. De acuerdo con la teoría general, la variación en el "espacio-tiempo" causada por la proximidad de la masa de la Tierra tenderá, al cabo de un año, una deflexión de 6,9 segundos de arco en la

posición del eje de rotación de un giróscopo. Este cambio en el ángulo de inclinación bajo la influencia de una fuerza exterior recibe el nombre de movimiento de precesión. A esto habría que añadir un segundo efecto adicional, que actúa con un ángulo de 90 grados respecto al primero, cuyo origen es la torsión que la Tierra causa en el "espacio-tiempo" debido a su movimiento de rotación. Este valor es mucho más pequeño y se evalúa en tan sólo 0,05 segundo de arco al año.

Este segundo efecto, pese a ser de mucha menor importancia numérica, es de gran importancia porque Einstein vio en él el paralelo gravitatorio de la interacción electromagnética, de ahí que fuese bautizado con el nombre de "gravitomagnético". Para el gran físico una masa en movimiento crea una torsión en el "espacio-tiempo" de la misma forma que un campo eléctrico móvil genera un campo magnético. Es un fenómeno que, de confirmarse, explicaría varios procesos relacionados con fenómenos astrofísicos de primera magnitud como el origen de la gran emisión de energía de los cuásares. Sin embargo, para poder medirlo bajo la acción de la "pequeña masa" de nuestro planeta hace falta una precisión equivalente a la que se requiere para me-

dir desde una distancia de 17 kilómetros el ángulo que forma la sección de un cabello humano.

Cuatro giróscopos

El satélite deberá medir los dos movimientos de precesión. Para ello estará orientado mediante un telescopio a un punto fijo, la estrella Rigel. Constará de cuatro giróscopos integrados cada uno por una esfera casi perfecta, inmersas en un ambiente criogénico (con temperaturas cercanas al cero absoluto) y con un baño de niobio, metal que en esas condiciones no sólo se convierte en superconductor sino que, además, es transparente al magnetismo por lo que hace de "escudo" contra campos de esta naturaleza. Asimismo dichas esferas flotan gracias al efecto de levitación que se ejerce mediante unos electrodos mientras que la impulsión viene a través de unas turbinas que contienen helio, de forma que las esferas mantienen un ritmo de unas docenas de revoluciones por segundo.

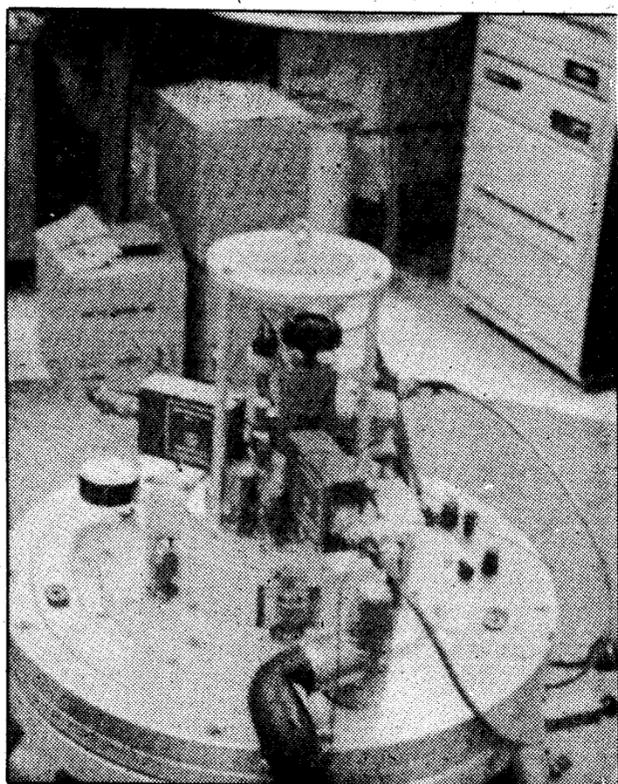
La esfericidad de la bola que se mueve en el giróscopo es de una precisión tal que ha sido necesario desarrollar una nueva tecnología basada en la utilización del láser. Si la Tierra tuviese estas proporciones, el objeto de mayor relieve sobre su superficie no tendría más

que unos pocos centímetros de altura. Sólo alcanzando esta exactitud es posible garantizar la ausencia de causas perturbadoras en los movimientos de precesión que impidan la correcta valoración de los resultados.

¿Por qué en el espacio?

La necesidad de que esta experiencia se realice en el espacio responde a diversos y decisivos factores: en órbita, a 700 kilómetros de altura, en estado de ingravidez, las esferas de los giróscopos pueden levitar o flotar fácilmente y tan sólo se requiere una energía de un voltio para mantener la estabilidad del sistema. La misma experiencia en la superficie terrestre requeriría, por lo menos, la acción de un millar de voltios y los efectos perturbadores secundarios en tales condiciones se potenciarían en exceso. Requiriendo, en tal caso, una perfección en los giróscopos imposible de resolver con los actuales medios técnicos.

El lugar ideal para la realización de esta experiencia es, pues, el espacio. Allí en 1986, fecha prevista para el comienzo del experimento, los "infatigables" giróscopos comenzarán a actuar. Si después de un año se comprueba que la posición de su eje ha sufrido la alteración prevista, no cabrá



Uno de los aparatos diseñados para analizar los efectos relativistas durante la permanencia del satélite en órbita

duda: la causa habrá sido la acción perturbadora de la masa de la Tierra y la alteración que ella produce en el espacio-tiempo. Entonces no existirán dudas respecto al hecho de que Einstein tenía razón, dan-

do así un espaldarazo definitivo a la teoría general de la relatividad y despejando, de paso, una de las incógnitas más trascendentes de la física contemporánea.

ANTONIO FARRAS

La biología moderna parece empeñada en un continuo proceso de desmentir los dogmas que ella misma va creando. Ahora le ha tocado el turno a uno de los hechos que parecían mejor establecidos: la universalidad del código genético.

El llamado "primer dogma de la biología molecular", del cual también se han encontrado excepciones, nos dice que la información genética sigue en la célula un flujo en una dirección: se halla almacenada en el DNA, se transcribe en RNA mensajero y finalmente se traduce en proteínas. La información genética se halla escrita en la secuencia del DNA según un "alfabeto" de cuatro letras, los nucleótidos, cuya secuencia ordenada define aquello que hace a un individuo genéticamente distinto de otro. El RNA también consiste en una molécula lineal formada por cuatro nucleótidos, por ello el proceso de transcripción requiere únicamente un código muy simple. Pero en el proceso de traducción, de RNA a proteínas, esta información que se halla escrita con cuatro letras debe convertirse en cadenas de proteínas que están formadas por veinte aminoácidos distintos. Uno de los descubrimientos más importantes de la biología molecular —en el que intervino nuestro premio Nobel Severo Ochoa— fue que existe un código de traducción por el que a cada tres nucleótidos del RNA le corresponde un aminoácido de los que forman las proteínas. Este es el que se conoce por código genético. Y hasta hace poco tiempo parecía un hecho establecido firmemente que todos los organismos vivos, desde la más simple bacteria a lo animales o plantas más desarrollados poseían exactamente el mismo código genético.

La universalidad del código genético fue en sí mismo un resultado sorprendente. Para explicar

este hecho hay que suponer que este código se fijó en los tiempos más remotos de la evolución biológica, antes de que se diferenciaron las distintas especies de bacterias, y éstas de los organismos pluricelulares. Se puede comprender de esta forma que posteriormente un organismo no puede permitir ninguna variación en su código genético ya que si esto se produce los efectos sobre el conjunto de las funciones del organismo serían tan extensos y graves que el organismo no sería viable. Esta universalidad tan total y sorprendente ha sido tomada como argumento, por ejemplo, por aquellos que son partidarios de un origen de la vida distinto al más comúnmente aceptado por los científicos actuales. Para algunos la vida no apareció en la superficie de nuestro planeta a partir de sustancias orgánicas sintetizadas mediante reacciones químicas que se producían en la atmósfera primigenia de nuestro planeta, sino que debemos buscar el origen de la vida en la Tierra en algún organismo primitivo que llegó a nuestro planeta desde algún mundo lejano. Es la llamada hipótesis de la panspermia que ha tenido importantes valedores entre grandes científicos. De esta hipótesis se desprende desde luego de forma necesaria la universalidad del código genético. Sin embargo también se comprende aceptando que éste fue fijado en períodos muy primitivos de la evolución.

Una primera excepción

La primera excepción en la universalidad del código genético se produjo cuando se analizó un interesante fenómeno biológico. En los organismos no bacterianos, el

DNA se halla contenido en el núcleo celular pero no todo el DNA de una célula se halla en el núcleo. En el citoplasma de las células animales y vegetales existen unos orgánulos, las mitocondrias, y en el de las plantas, los cloroplastos, que realizan funciones tan esenciales para la célula como son la fotosíntesis o la cadena respiratoria. Estos orgánulos poseen moléculas de DNA que contienen genes que codifican para algunas de sus proteínas mientras que otras están codificadas por el DNA del núcleo. Este hecho continúa ocupando a muchos investigadores tanto por los interesantes mecanismos de regulación que intervienen en la coordinación de los conjuntos de genes de la mitocondria y el cloroplasto con los del núcleo, como por las hipótesis evolutivas que indican para algunos que estos orgánulos se originaron a partir de bacterias parasitarias que quedaron integradas en el citoplasma de los organismos más evolucionados.

En la actualidad, gracias a las técnicas de la ingeniería genética, se ha podido conocer la secuencia completa de diversos genes codificados en el DNA de mitocondrias y la sorpresa saltó al darse cuenta de que en la mitocondria de los animales —no así por ahora en plantas y en el cloroplasto— el código genético es en general coincidente con el de los genes nucleares pero con importantes excepciones. Si este resultado fue sorprendente parecía que no ponía en causa la regla general. En efecto, este nuevo hecho ocurría en un orgánulo cuyo número de copias en una célula puede ser muy grande, al mismo tiempo toda su maquinaria de transcripción y traducción parece estar simplificada

permitiéndose así errores que dándose en el núcleo podrían ser fatales. Por tanto, se podía pensar que ha habido una divergencia en el código genético de las mitocondrias en algún momento de la evolución posterior a su fijación universal.

El caso de los protozoos ciliados

Resultados recientes indican que lo encontrado en la mitocondria se puede observar también en genes nucleares. De forma casi simultánea en laboratorios americanos y franceses se han hallado organismos que poseen al menos unas pocas diferencias respecto al código genético universal. Se trata de organismos unicelulares (de los géneros *Pramecio* y *Tetrahymena*), clasificados como protozoos ciliados. Ya se sabía que los RNA extraídos de estas especies se traducían difícilmente en sistemas "in vitro" preparados a partir de tejidos animales o vegetales. Al aplicar a estos organismos las técnicas del clonaje molecular se ha podido conocer la secuencia de genes codificados por el DNA nuclear de varias especies de estos protozoos. De la lectura de tales secuencias aparece que el código genético que rige en ellos no es el mismo que en los demás organismos. En efecto, se observa que a lo

largo de la secuencia de estos genes hay tripletes de nucleótidos que en las demás especies no corresponden a aminoácidos sino que son los llamados códigos de terminación, en los que la síntesis de proteínas se detiene. Esta observación se ha reproducido en distintos laboratorios y con distintas de estas especies, es decir, que no parece que se trate de un error.

La evolución divergente

De forma casi simultánea y mediante el mismo tipo de técnicas de clonaje se ha hallado también una excepción a la universalidad del código genético en una especie bacteriana, un micoplasma. Este último hecho, aparte del interés del hecho en sí mismo, proporciona un dato más para la hipótesis

bacteriana acerca del origen de las mitocondrias. Efectivamente, lo curioso de este reciente descubrimiento es que los micoplasmas pueden ser parásitos intracelulares. El interés de todos estos resultados es desde luego evolutivo. Se trata de comprender entre otras cuestiones en qué momento se fijó el código genético y cómo se efectuó esta fijación, cuándo unas especies divergieron unas de otras. Como han dicho algunos autores parecería que los protozoos ciliados han divergido de los demás organismos incluso antes de que la vida se originara en la Tierra.

En cualquier caso se trata de un caso más de un hecho que parecía firmemente establecido en la biología moderna y que al llegar al último nivel de la investigación molecular hay que revisar necesariamente.

PERE PUIGDOMENECH
Institut de Biologia del CSIC

El código genético podría no ser universal

COMPRA
ORO-PLATA
JOYAS
POSTOR
Ramblas, 83. T. 301 39 38
PASAMOS A DOMICILIO

OPOSICIONES
OPOSICIONES
572 PLAZAS
SOLO PARA CATALUÑA
CUERPO DE AYUDANTES POSTALES Y DE TELECOMUNICACION
SIN TITULO. Sólo con Certificado de Escolaridad
* Examen tipo test a realizar en septiembre
Todos los temas en UN SOLO LIBRO que incluye ejercicios tipo test de todas las materias. Precio único: 1.800 Ptas.
CON FORMACION PROFESIONAL. 121 PLAZAS en el Cuerpo de Auxiliares Técnicos. Exámenes en junio
Interesantísima Convocatoria para oficiales y Maestros Industriales
INFORMATE:
Vía Layetana, 6, E. 3.º
Tel. 319-88-79
08003 BARCELONA

Reservado a Colegiados y Especialidades
seq. R.D.2015-78, 15-7-78
MEDICOS

Análisis clínicos
LABORATORI CLINIC X. NIN.
Rbla. Catalunya, 66, 2a (Arago).
T. 215-20-60 i 215-24-20. (Park.)
Llurament resultats a les 24 h.
LABORATORI DE ANALISIS CLINICOS DR. MUNTANER.
Tuset, 13, 2.º. T. 200-57-18.
Consulta de lunes a viernes.

Cirugía plástica, reparad. y estética
FERNANDEZ SERRA, Carlos.
Cirugía Plástica y Estética.
Travesera de Gracia, 73 79, 2.º, 6.º.
Tel. 238-01 73 Tardes.

Dermato-venereología
CENTRO DERMATOLOGICO BONANOVA, D. Luis Cros.

Enf. piel y venéreas. Mahón, 19, esq. Mandri. Tel. 212-77-45.

Odontología-estomatología

CLINICA DENTAL AMERICANA.
Extracciones. Endodoncia. Empastes. Prótesis inmediatas. Estética.
Rayos X. Preventivas. Avda. Madrid, 128, entlo., 3.º. Horas convenientes y Urgencias. T. 339-46-30.
CLINICA DENTAL SAN CARLOS.
Méjico, 7 (jto. Pza. España).
T. 224-08-07 y 325-92-51.
Carries, Endodoncia, Ortodoncia.
Prótesis fija y removible.
Especialistas en estética bucal.

ASISTENCIA

Acupuntura
DR. PUJOL J. - MONFERRER E.
Acupuntura. Homeopatía y Medicina Natural.
Tallers, 77, ático. T. 301-18-42.

Oxígeno
OXIFAR. Div. Médica de Carburos



GUIA MEDICA, ASISTENCIA Y URGENCIAS

Metálcos.
Oxígeno a domicilio.
Servicio permanente.
Concierto con Seguridad Social.
T. 207-36-12.

Planificación familiar

CENTRE D'ESPECIALITATS MEDICAS. Contracepción masculina (vasectomía) y femenina (I. trompas). Fimosis. Impotencia. Infertilidad. E. venéreas. Tel. 238-01-73. Tardes.

Psicología

ASISTENCIA PSICOLOGICA.
Somos un equipo profesional. Orientamos y tratamos eficazmente sus problemas de Ansiedad, Depre-

sión, Miedos... T. 217-91-43. Balmes, 266, desp. 5.º. Horas conven.

CENTRO ASISTENCIA PSICOLOGICA Y SOCIAL RAMON Y CAJAL. Depresión, ansiedad, miedos, pareja. T. 322-45-12.

PSICOLOGA-SEXOLOGA. Probl. de inseguridad, eyac. precoz, impotencia, depresión, terapia familiar. T. 317-00-37.

Rayos Láser

CENTRO MEDICINA ESTETICA. Laserterapia, Acupuntura, Obesidad, Reumatismo, Artritis, Celulitis, Varices, Ulceras, Variosidades. Trat. Med. Quirúrgico. Sabino Arana, 50, 1.º. T. 330-01-08.

CENTRO MEDICO ACUPUNTURA Y LASER.

Trat. dolor, obesidad y celulitis. Muntaner, 95, 1.º, 1.º. T. 323-30-69.

Res. geriátricas

MARINA. RESID. 3.ª EDAD. Clínico-Geriátrica, asist. Médica. A.T.S. Rehab. Arterioesclerosis. Torre jto. al mar, gran jardín. Zona Residencial Castelldefels. P.º de la Marina, 60. T. 664-27-11.
RESIDENCIA SANT JORDI. Habit. todas con baño, terrazas, jardín. Arterioesclerosis, seniles, inválidos, se estudian pensiones, asist. Médica. C. Sais bis. 6 y 8. T. 664-27-06. Castelldefels.

Residencia 3.ª edad

BLANES RESID. CLIVIA. Frente al mar. Autorizada oficial. Todos los

servicios y comodidades. Bajos precios. Visitenos, les invitamos a comer. Habitaciones individuales con baño. T. 972/33-02-83.

EL ALBERGUE. Inaugurada. Mucho sol, gran jardín, precios económicos. A.T.S. Plaza Alta, 3. La Florida (Sta. Perpetua). Si no conoce el lugar pasamos a recogerles para visitarlo. T. 560-79-04.

IMPALA. Arenys de Mar. Asist. médica, recuperac., gimnasio, hidroterapia, habit. exteriores con terraza, baño y tel. Salones TV. Video, juegos, Jardines y piscina. Tel. 792-15-04/08. Precios razonables.

INMACULADA. No deje a sus mayores con desconocidos. Venga a conocerlos y que disfruten ellos de una semana de estancia gratuita en nuestros hogares. Castelldefels. Nueve, 11. T. 665-18-89.

LA MAREMA. La mejor residencia mixta en funcionamiento. Parques, jardines, calefacción. Médico permanente. Todos los servicios. Estudiamos vitalicios. Teléfonos: 317-34-45, 769-29-69 y 769-29-11.

LOS ANGELES. Comodidad, descanso, hab. confort, c. tel. y baño compl. Vigilancia Médica y sanita

ria. Recuperación con D. Fisioterapia. Av. Catalunya, 28. Cubellas (Barra). T. 247-91-34 y 895-02-50.

RESID. DEL CARMEN. Trato familiar. Habitaciones dobles y simple. Atención médica. A.T.S. Rehabilitación. Gran terraza. Centro de Barcelona. Granvia, 399, pral. (jto. Plaza España). T. 432-27-21.

Sexología

CLINICA MEDICA ESPECIALIZADA. Venéreas. Fimosis. Eyac. precoz e impotencia. T. 317-67-84. Tardes. Seriedad.

Urgencias Médicas

ADESLAS CYESE. Para sus afiliados de: Muface, Isfas, Judicial. Urg. domicilio. T. 236-48-02. Ingresos en Centro Médico Delfos Av. Hospital Militar. 151-161.

Urgencias Veterinarias

VETERINARIOS PERMANENTS
A domicilio.
Tel. 255-50-07.

Información: Tel. 3017050