

Retos actuales de la Teoría de la Relatividad

El Norte de Castilla, España 14 nov 2015 6 MARIANO SANTANDER Catedrático de Física Teórica en la Universidad de Valladolid



Einstein toca el violín en su estudio de Princeton.

El 25 de noviembre de 2015 se cumplen cien años de la sesión de la Academia Prusiana de Ciencias en la que Albert Einstein presentó la versión final de su teoría de la gravedad, conocida como Relatividad General, que hoy es nuestra mejor teoría de esta interacción que gobierna el Universo.

Disponíamos antes de la teoría de la gravedad de Newton. Que es bastante buena. Con ella explicamos las mareas y los movimientos del sistema Solar. Predijimos Neptuno. Guiamos naves espaciales a la Luna o Marte. Sobrevolamos todos los planetas y Plutón. Y entendimos que estar en órbita es estar en caída libre 'eternamente': La Luna lo está alrededor de la Tierra, cayendo permanentemente, aunque esa caída nunca acabe. Ya lo dijo Paul Valéry: «Se necesitó un Newton para percibir que la luna cae cuando todo el mundo ve bien que no cae».

Pero esa teoría de Newton no es consistente con la Relatividad Especial. Einstein lo vio y solo por ello concluyó que, pese a sus éxitos, no podía ser correcta. Y en ausencia de ningún otro indicio, Einstein construyó una teoría inspirada solo en ideas generales y sustentada en las matemáticas. Es prodigioso que Einstein obtuviera así una teoría que describe mejor la gravedad. La historia le ha dado la razón.

En 1907, Einstein tuvo la mejor idea de su vida: un objeto, mientras cae, no siente su propio peso. Esto conduce al principio de equivalencia: la fuerza de la gravedad (nuestro peso) es indistinguible de las fuerzas 'aparentes' que sentimos cuando el conductor del autobús acelera o toma una curva bruscamente. Podemos hacer desaparecer estas fuerzas aparentes; basta detener el autobús. Con la gravedad pasa igual: mientras el paracaidista esté en caída libre, su peso también desaparece.

Hay un agujero negro, enorme, en el centro de nuestra galaxia. La Relatividad General y la Mecánica Cuántica no son consistentes. Este es el reto actual

Transformar esta genial intuición en un edificio acabado fue una aventura casi en solitario que ocupó a Einstein ocho largos años. La teoría resultante permite comprender multitud de fenómenos a partir de un cuerpo pequeño de conceptos y relaciones: comprensión mediante comprensión.

La Relatividad General engloba la vieja teoría de Newton como aproximación y además explica los casos en los que ésta falla, aunque sea por muy poco. Las sonadas comprobaciones iniciales (sobre todo en el eclipse de 1919) fueron a favor de Einstein. Pero la tecnología de las necesarias medidas era muy pobre en la primera mitad del siglo XX. Cuando esto cambió en la década de 1960, la Naturaleza ha ido confirmando una a una todas las predicciones de la Relatividad General. Lo mismo ha ocurrido en las observaciones astrofísicas de sistemas cuyo campo gravitatorio es mucho más intenso que el del Sol. Prodigiosamente, tras un siglo la Relatividad General ha superado todas las pruebas. Con una precisión a veces abrumadora. Nada sugiere que no sea correcta.

Y ha transformado, literalmente, nuestra visión del Universo. Nadie antes había sospechado que el tiempo marchara a ritmo ligeramente distinto según la altura sobre la Tierra. Ni que la materia le 'dijera' al espacio-tiempo 'cómo curvarse' y el espacio-tiempo le 'dijera' a la materia 'cómo moverse'. Ni que la gravedad afectara también a la luz, desviándola. Ha transformado, también, el mundo. Considere el GPS de su móvil, por ejemplo. En órbita, los relojes de los satélites GPS marchan a distinto ritmo que en la Tierra. Si este efecto, predicho por la teoría, no se tomara en cuenta, su GPS no funcionaría.

Sabemos muchas cosas gracias a la Relatividad General. Que el cadáver de algunas estrellas, al explotar, puede colapsar en una estrella de neutrones que gira sobre sí como un faro cósmico incesante. O colapsar sin límite, creando un agujero negro, una región del espacio envuelta por una 'membrana' inmaterial que solo puede atravesarse hacia adentro y que 'sentimos' desde fuera solo por su gravedad. Hay uno, enorme, en el centro de nuestra galaxia.

Sabemos también que no solo las especies biológicas, sino el Universo entero evoluciona, expandiéndose de forma acelerada. Que se originó en un estado muy denso y extremadamente caliente, que se ha ido expandiendo y enfriando. Y podemos explicar la abundancia de los elementos químicos en el universo. E, incluso, predecir que hay sin duda materia y energía 'oscuras', de las que ignoramos aún casi todo. No es poca cosa si pensamos que solo ha pasado un siglo.

¿Estamos ante 'la teoría final' de la gravedad? No, por supuesto. La ciencia no nos da Verdades con mayúscula, solo verdades provisionales cuyo destino es ser delimitadas y superadas por otras mejores. Aunque esta teoría sea tan buena, si algo hemos aprendido de Einstein es que las buenas teorías han de ser consistentes con el resto de la física. Y, ¡ay!, la Relatividad General y la Mecánica Cuántica no lo son, ni sabemos aún cómo conseguir que lo sean. En ello estamos ahora. Cuando este ambicioso reto se consiga, tendremos una teoría mejor, cuyas consecuencias hoy no podemos ni imaginar. Pues, realmente, siendo verdad que no hay nada más práctico que una buena teoría, es preferible una teoría mejor.