

DIVUL ESPACIO DEL GADOR

ANTIGRAVITACIÓN: ¿UNA POSIBILIDAD REMOTA?

MÁXIMO AGÜERO Y GUADALUPE FRIAS*

Recepción: 08 de febrero de 1999
Aceptación: 14 de julio de 1999

"Qué feliz juventud
Ella podrá ver mucho más."
Voltaire

H. G. Wells en *Primer hombre en la luna* relata, entre otras cosas, el uso de un aislante gravitacional llamado *Cavourite* que cubriría una cápsula espacial; para dirigir la nave por el rumbo adecuado, se empleaban ciertos dispositivos que abrían y cerraban puertas del *Cavourite* con el fin de ponerla en dirección de la fuerza de gravitación deseada. Esto quiere decir que los tripulantes usaban la gravitación (la mutua interacción entre las masas de los cuerpos) como fuente de poder para navegar.

Esta idea contenida en el libro del famoso Wells tiene sus antecedentes en las propiedades de la electricidad que usamos profusamente. La analogía consiste en lo siguiente: con cargas eléctricas positivas y negativas se generan "aislantes" o pantallas que cubren el interior de los materiales para que ninguna influencia eléctrica externa pueda perturbarlo; pero para que la analogía sea del todo completa, falta tener cargas gravitacionales negativas, es decir, ma-

sas negativas, ya que, comúnmente, en la ciencia tradicional la masa de los cuerpos es de signo positivo. En otras palabras, es necesaria la existencia de dos cargas gravitacionales: una positiva y otra negativa; por convencionalismo llamaremos a la primera *carga gravitacional positiva*, y a la segunda *carga gravitacional negativa*. En electrostática si dos cargas se atraen, se debe a que los signos de las cargas son contrarias, pero en gravitación tendríamos una situación diferente: dos cargas gravitacionales que tienen diferentes signos se repelerían, en el supuesto caso de la existencia de cuerpos con masa negativa.

La fuerza de atracción de la gravedad se encuentra, de alguna manera, en posición especial con respecto a las demás fuerzas de la naturaleza—cabe recordar que las fuerzas fundamentales de la naturaleza son cuatro: gravitacional, electromagnética, fuerte y débil—; la luz, el calor, la electricidad y el magnetismo son entidades físicas que pueden generarse de varias maneras y que poseen la capa-

cidad de transformarse. Pero, ¿cómo generar gravitación? Aún lo ignoramos; no podemos crear gravitación (¿por el momento?), puesto que, de acuerdo con los hechos constatados, esta fuerza es indiferente a cualquier acción que tratemos de realizar sobre ella.

La gravitación, como fenómeno natural que experimentamos a diario, siempre ha mostrado una faceta interesante que consiste en manifestarse sólo con la atracción entre los cuerpos. En este sentido, vemos claramente un comportamiento (de atracción) constante totalmente envidiable; pero existen hipótesis promotoras de la idea de que hasta ahora únicamente hemos tenido que vernos con cargas gravitacionales positivas de los cuerpos, aún cuando es posible la existencia de masas negativas con diferentes propiedades gravitacionales.

Veamos pues, cuáles serían algunas de las consecuencias observables en el hipotético caso de experimentar con car-

*Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México. Correo electrónico: mag@coatepec.uaemex.mx

gas gravitacionales negativas, es decir, con masas negativas. La fuerza de atracción que nosotros sentimos en la tierra tiene muchos misterios; todos los cuerpos que conoce el hombre sólo se atraen entre sí debido a la fuerza de atracción de la gravedad, clásico punto de vista de Newton. Una idea más revolucionaria fue planteada por Einstein: las masas se atraen debido a las deformaciones que originan en el espacio-tiempo. Sin embargo, no conocemos casos en los cuales la interacción gravitacional se manifestara como una repulsión de cuerpos. ¿Por qué ocurre de esta manera? No lo sabemos y eso es todo; algunos científicos conservan ciertas esperanzas vagas y débiles de que la interacción como repulsión sea producto de una propiedad de la antimateria.

La antimateria se diferencia de la materia solamente porque las cargas que aquélla posee son de signo contrario a las de la materia. Según los conceptos físicos modernos, en la naturaleza existen varias formas de cargas (eléctricas, leptónicas, bariónicas, topológicas, etcétera) que caracterizan a las partículas; cargas que, en la antimateria, se tornan de signo contrario. Por ejemplo, el anti-electrón—llamado también positrón—tiene prácticamente las mismas características que el electrón, excepto por su carga eléctrica (de la misma magnitud pero de signo contrario); por lo tanto, el positrón tiene la carga positiva de un electrón. En otras palabras, si el electrón (partícula de la materia) tiene carga eléctrica igual a -1 , el positrón (partícula de antimateria) tendrá carga eléctrica igual a $+1$, de la misma manera se asignan cargas de signos contrarios al conglomerado de antipartículas.

Las antipartículas ya pueden obtenerse con los potentes aceleradores de partículas que existen en los grandes laboratorios del mundo, como el Centro Europeo de Investigaciones Nucleares (CERN), Lawrence, Dubna, Los Álamos,

etcétera. Si quisiéramos comprobar que las antipartículas se comportan en el campo gravitatorio de manera inversa a las partículas comunes, realizaríamos experimentos sofisticados, pues es necesario obtener antipartículas en grandes cantidades y ver cómo se desvían en el campo gravitatorio de la tierra. Si van hacia abajo, entonces su carga gravitacional será positiva, es decir, la gravitación que conocemos; pero, ¿si se van o “caen” hacia arriba?

Estos experimentos se están preparando con los antiprotones como protagonistas; sin embargo, tales experimentos son muy difíciles de realizar por la sensibilidad enorme que deben de poseer los aparatos. Por ejemplo Bill Fairbank, en Stanford, estuvo varios años tratando de ver si los positrones “caen” hacia arriba o hacia abajo; por desgracia, la imposibilidad de construir tubos conductores suficientemente lisos para escurar campos eléctricos externos lo desanimó, aunque se han retomado estas pruebas usando ahora materiales de mejor calidad.

Entonces, ¿dónde está la antigravitación? Hay varias respuestas, aquí se analizarán solamente las hipótesis más populares. La respuesta más sencilla y tradicional considera que no existen cuerpos con masas negativas; claro, se supone que los cuerpos con masa negativa se crearon en el inicio de los tiempos (durante el *Big Bang*) junto con los demás cuerpos comunes, si bien debido a sus fuerzas de repulsión hace ya bastante tiempo que se esfumaron. Las galaxias se están alejando unas de otras, y la velocidad de escape disminuye debido sólo a la atracción mutua que existe entre ellas. Sin embargo, hay evidencias recientes de que, en lugar de tener deceleración, lo que ocurre en el cosmos es una aceleración de las galaxias; en fin, todavía hay mucho que indagar.

La segunda respuesta es paradójica, *contra-intuitiva* y sólo es una suposición, mas no damos por hecho la existencia de masas negativas; consideramos, por el contrario, que esta teoría es interesante porque crea un cuadro de experimentos semejantes a los que recurría Einstein para explicar sus ideas.

Esta posible respuesta se puede formular de la siguiente manera: de la física sabemos que cada cuerpo tiene dos tipos de masas que son iguales entre sí, la inercial y la gravitacional. Esta igualdad se obtiene de un principio fundamental de la ciencia moderna: el *Principio de equivalencia* de Einstein, el cual dice que *por ningún experimento se puede diferenciar el movimiento de los cuerpos bajo la acción de la gravedad, del movimiento de estos mismos cuerpos si lo hacen en un sistema de referencia que se mueve con aceleración respecto a otro sistema inercial de movimiento*. Por el momento, diremos algo en términos sencillos sobre lo que se entiende por masa gravitacional y masa inercial: la masa gravitacional se manifiesta en la interacción de un cuerpo con otros cuerpos gravitantes; por ejemplo, la caída de una manzana, la lluvia, la cómoda postura horizontal, etcétera. La otra masa, la inercial se da a conocer en la mecánica cuando sobre un cuerpo actúa una fuerza cualquiera que provoque su aceleración. Para profundizar en los aspectos cuánticos del principio de equivalencia se sugiere la consulta a los artículos de Goldman *et al.*, 1998 y Quin and Witherell, 1998.

En términos matemáticos, si la masa inercial del cuerpo es m y la fuerza que actúa sobre el cuerpo es f , entonces la aceleración que obtendrá el cuerpo satisface la famosa ley de Newton: $f = m a$. Ahora, si ese mismo cuerpo tiene masa gravitacional igual a M , y la fuerza con que actúa la tierra sobre ella es

$$F = GMn/r^2,$$

en donde G es la constante gravitacional, n la masa de la tierra y r la distancia del centro de la tierra al cuerpo; en-

tonces, el principio de equivalencia asevera que $m = M$.

Imaginemos que ambas masas han cambiado de signo (de positivas pasando a negativas). Ahora, veamos cómo se comportará la masa inercial negativa en ausencia de la masa gravitacional: tú empujas al cuerpo y ella te responde con un movimiento dirigido hacia ti mismo; si lo hacemos más rápido, entonces el golpe que recibiremos será mayor; para detener semejante cuerpo y lograr que no te aplaste será necesario empujarlo desde atrás.

La segunda ley de Newton de la mecánica, $f = m a$ (fuerza es igual a masa por aceleración), será completamente justa también para los cuerpos con antimasa (masa negativa), sólo que la acción de la fuerza será en sentido contrario a lo que comúnmente sucede. Resultaría muy extraño (como de ciencia ficción) encontrarse en un planeta donde todo ocurre de acuerdo con la ley de la antimecánica de Newton; si una puerta se abriera hacia adentro, entonces sería necesario jalarla hacia uno mismo para abrirla, y empujar desde adentro si quisiéramos salir, por ejemplo.

Imaginemos un cuerpo cósmico que tenga, al mismo tiempo, masa gravitacional e inercial negativas; la masa gravitacional negativa repelería cualquier cuerpo cósmico común con masa positiva, pero la masa inercial invertida reaccionaría a la repulsión convirtiéndola nuevamente en atracción. Resultado: la carga gravitacional negativa se presenta aquí de la misma manera que una positiva; en tal caso sería difícil determinar con exactitud qué cuerpo, estrella o planeta tiene masa negativa.

No obstante, existe otra posibilidad antigravitatoria, ésta debida a la rotación. La generalización de esta idea fue llevada a cabo por Eugene Podkletnov cuando aún era un estudiante de posgrado de la Universidad de Tampere, en Finlandia. Al estudiar el comportamiento

de ciertos discos de materiales superconductores de cerámica a bajas temperaturas y campo magnético, los hacía girar a grandes velocidades; entonces le produjo gran asombro percatarse de que los objetos colocados encima de los discos de cerámica parecían perder hasta el 2% de su masa. La comprobación experimental de este efecto despierta muchas controversias actualmente ya que discos superconductores que giren a altas velocidades pueden generar efectos colaterales que, aparentemente, podrían alterar el peso de los objetos; todavía está en espera una comprobación eficiente de este caso de antigravitación; por lo mismo, en varios centros mundiales de investigación algunos físicos suponen que la masa positiva puede transformarse en negativa al perder una gran cantidad de energía en forma de radiación gravitacional, de hecho, la NASA hoy atiende al desarrollo de este nuevo tipo de experimentos.

Al mismo tiempo, con la hipotética existencia de masa negativa surge la viabilidad de su creación artificial; obviamente, por el momento éste es un problema muy difícil de resolver, puesto que pondría a la ciencia ante una lista de problemas muy serios. Por ejemplo, la posibilidad de alcanzar una temperatura más baja que la del cero absoluto resultaría una pequeñez comparada con el que se violara una ley científica que enuncia que la causa siempre antecede a los efectos.

Tal vez a la probable existencia de masas negativas sería bueno adjudicarle la frase "nunca jamás". Quizá esta posibilidad tiene que ver también con las partículas hipotéticas llamadas taxiones, partículas que se mueven con velocidades superiores a las de la luz; sin embargo, parece ser que los taxiones nada tienen que ver con la gravitación, aunque en algunas hipótesis sospechosas sobre gravitación se les toma en cuenta para la explicar las "causas de la gravitación".

No obstante, esta hipótesis ha nacido

sobre los fundamentos de la teoría especial de la relatividad ligada a la teoría de la gravitación. Justamente, como ya lo sustentó Y. P. Terletsky, la existencia de partículas con velocidades mayores que la de la luz no contradice los fundamentos de la teoría especial de la relatividad; por otro lado, Brown (1995) da una exposición sobre la posible detección de taxiones; las futuras generalizaciones sobre la teoría de los taxiones y su comprobación experimental provocaría otra revolución de inimaginables alcances.

Así pues, la gravitación originada por masas negativas es una hipótesis que todavía sigue en pie, y que probablemente en un futuro podría comprobarse o no su validez. Aún así, lo que más preocupa a los científicos es que, de llegarse a demostrar que las antipartículas (antimateria) en lugar de caer hacia abajo "caen" hacia arriba, se tendría que abandonar el principio de equivalencia y la invariancia relativista calibrada. Estas dos teorías son los pilares sobre los que se edifica la física de nuestros días, por lo tanto, cabe esperar días sumamente intrigantes y misteriosos. ☹



PARA AHONDAR MÁS EN EL TEMA SE PUEDE CONSULTAR

- Alfven, H. (1966). *Worlds-anteworlds, antimatter in cosmology*. Freeman, San Francisco.
- Brown, J. (1995). *New Scientist*. Abril, pp. 26-30.
- Goldman, T.; Hughes, R. J. y Nieto, M. N. (1988). *Scientific American*. Marzo, pp. 32-40.
- Hawking, S. W. (1980). *La historia del tiempo*. Trad. Cambridge University Press, London.
- Quin, H. R. y Witherell, M. J. (1998). *Scientific American*. Octubre, pp. 50-55.
- Terletsky, Y. P. (1981). *Paradojas de la teoría de la relatividad*. Nauka, Moscú.