



Materia, antimateria y el origen del universo: una leve inclinación

JOSÉ GORDON

Cuando hablamos de la antimateria estamos ante un drama cósmico que podría plantearse así: En el principio era la simetría de la materia y la antimateria. Una sutil inclinación rompió la simetría en favor de la materia, en favor del mundo que conocemos. ¿Por qué ahora solo vemos materia en el universo?

Esto nos hace reflexionar en algo parecido que ocurre en los dramas humanos: una leve inclinación nos lleva a un destino que podría haber sido opuesto. ¿Quién es el otro que pudimos haber sido?

Por lo pronto, Gerardo Herrera, en su libro más reciente, *Antimateria* (Sexto Piso, 2024), nos interna en las partículas y antipartículas que investiga la física: ¿Qué es la antimateria? ¿Cómo se crea mediante experimentos científicos? ¿Cuál fue el pequeño margen por el cual la materia prevaleció y la antimateria desapareció? ¿Desapareció o hay regiones del universo con antimateria que aún no hemos visto?



En la conciencia colectiva popular la antimateria — nos dice Gerardo Herrera— es objeto de especulaciones como las que aparecen en películas como *Ángeles y demonios*, basada en una novela de Dan Brown. La antimateria fabricada en el CERN (en el mismo lugar en donde trabaja Gerardo) es robada de los sótanos del laboratorio por una secta secreta que intenta acabar con el Vaticano haciendo explotar el dispositivo.

Esa es la fantasía. Sin embargo, lo que es cierto es que en el CERN efectivamente hay una fábrica de antimateria, y que Gerardo se ha interesado en investigarla, como lo narra en su libro, desde los tiempos en los que empezaba sus estudios de partículas subatómicas, en donde se observaba una interesante oscilación entre materia y antimateria en el experimento Argus llevado a cabo en Hamburgo.

De esta manera asistimos junto con Gerardo al recorrido de primera mano que le hizo acercarse a lo que se hacía en el laboratorio DESY, el sincrotrón alemán de electrones, fundado en 1959. Y nosotros lo acompañamos en el libro, como si estuviéramos ahí, en el lugar de los hechos y antihechos.

Tal vez así se despierta la idea seminal del libro *Antimateria* que registra con asombro la posibilidad de ver por un instante cómo una partícula subatómica puede ir y venir entre materia y antimateria. Esto, nos dice Gerardo, parece tener algo de mágico: el tránsito entre lo que algo es para luego ser casi lo opuesto en un vaivén asombroso.



Gerardo comparte de manera muy clara y generosa la historia, así como el estado del arte de estas investigaciones de vanguardia. Nos va llevando paso a paso en una pesquisa detectivesca que nos habla de electrones y antielectrones (que se llaman positrones), de quarks y antiquarks, de hidrógeno y anti-hidrógeno. Este libro, hermosamente editado, contiene gráficas y explicaciones detalladas que serán un referente preciso de extraordinario valor para los estudiantes de física e investigadores científicos. Se trata de un libro original que debería ser traducido a otras lenguas, ya que los mapas que propone no aparecen integrados de esta manera tan ordenada y sistemática en ningún libro de divulgación científica sobre el tema.

La diversidad de ángulos que se abordan bajo este paraguas ensancha la mirada y la curiosidad sobre lo que se sabe y lo que no se sabe de la física de partículas. Las preguntas oscilan una tras otra: ¿podría haber antimateria cuántica? ¿Los antielectrones son también partículas y ondas al mismo tiempo? ¿El neutrino de Ettore Majorana podría ser partícula y antipartícula mismo tiempo? ¿Qué tipo de experimentos se están llevando a cabo? ¿En dónde estamos parados?

Por supuesto, encontraremos hallazgos fascinantes, tan fascinantes como las mismas preguntas. Por ejemplo: ¿Dónde está oculta la antimateria? La respuesta es en verdad interesante. Está en un isótopo del potasio de los plátanos, lo cual quiere decir –nos cuenta Gerardo con humor– que la antimateria forma parte de nuestra dieta.

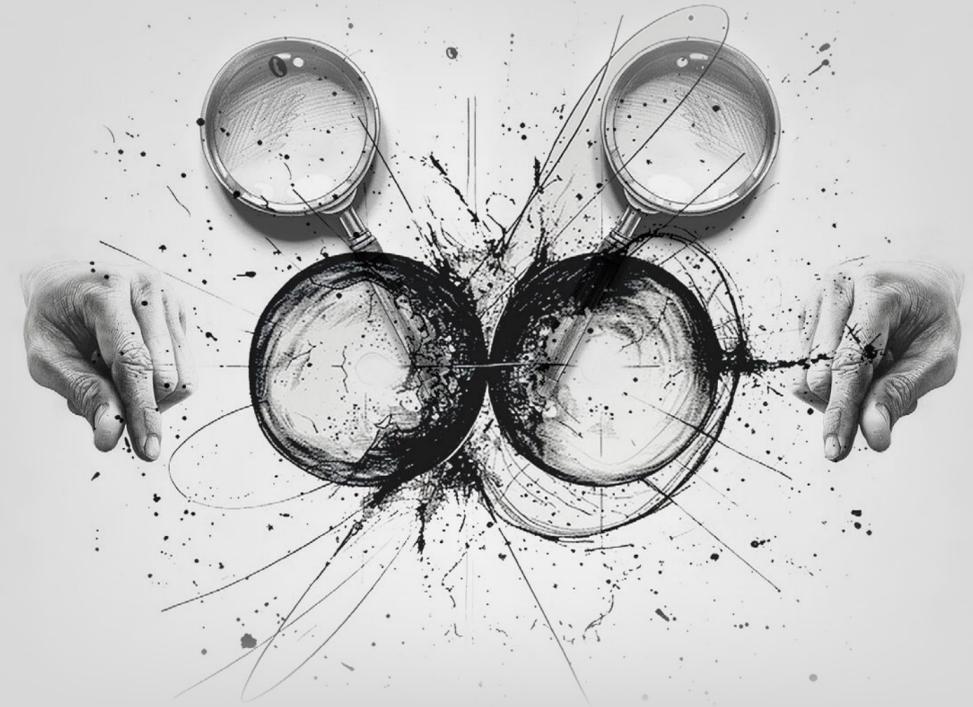
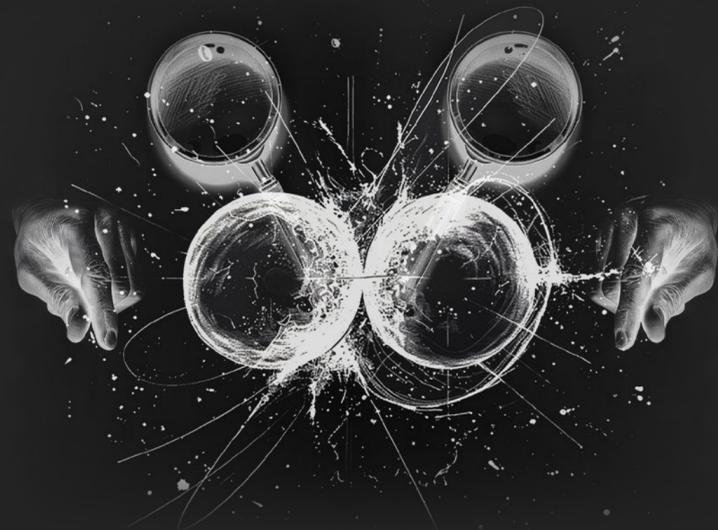
En este marco, nosotros mismos somos una fábrica de antimateria. Sin embargo, hay una sutileza en este libro lleno de sutilezas que tiene consecuencias mayores en nuestras perspectivas y conocimientos. Aunque todos emitimos antimateria, ésta no llega muy lejos porque los positrones se aniquilan con los electrones que abundan en su vecindad.

La idea de una realidad que se esconde de esta manera hace que Gerardo nos invite a reflexiones de primer orden: Si la materia y la energía del universo permanecen ocultos a nuestros aparatos y métodos de medición, ¿por qué no habrían de hacerlo otras fuerzas?

La ciencia nos dice que lo que podemos ver y tocar el universo representa tan solo un 4 por ciento de lo que está ahí; el resto es algo extraño que hemos llamado materia y energía oscura.

Si en tan solo 4 por ciento del contenido total del universo actúan cuatro fuerzas básicas (electromagnetismo, interacción fuerte, interacción débil y la fuerza de la gravedad), ¿por qué no pensar que en el 96% restante pueden existir otras interacciones? ¿Podría existir una quinta fuerza de la naturaleza? ¿Existen también las antifuerzas?

Las preguntas oscilan una tras otra: ¿podría haber antimateria cuántica? ¿Los antielectrones son también partículas y ondas al mismo tiempo? ¿El neutrino de Ettore Majorana podría ser partícula y antipartícula mismo tiempo? ¿Qué tipo de experimentos se están llevando a cabo? ¿En dónde estamos parados?



Lo interesante es que la antimateria en verdad existe y tiene aplicaciones prácticas. Gerardo nos dice que se usa de manera común en los hospitales. Cuando los médicos quieren analizar las anomalías de un órgano afectado por algún tumor se obtiene una imagen tomográfica de la emisión de positrones en el órgano enfermo (volvemos a recordar que los positrones son antielectrones). Uno de los capítulos más provocadores sobre la promesa de las aplicaciones de la antimateria es lo que Gerardo denomina “Salud antimaterial”, en donde nos habla de terapia con protones contra el cáncer.

Dice Gerardo: “Los antiprotones conservan las características que hacen a los protones una radiación de calidad para el tratamiento de cáncer, pero además de que ocasiona menor daño al tejido sano que se encuentra en el trayecto y de depositar toda la energía al final de su viaje, los antiprotones proporcionan algo más: al llegar a su destino se aniquilan con protones que están formando parte del tejido cancerígeno. Esta desintegración de materia con antimateria aporta un complemento de energía destructiva del tejido maligno”.

Esto implica cuatro veces menos destrucción del tejido sano.

¿Qué otras aplicaciones podrían darse? Volvemos a la ciencia-ficción, a la película *Ángeles y demonios*, pero ahora desde la perspectiva de la ciencia: ¿Podría pensarse en una bomba de antimateria? Uno de los problemas principales es el almacenamiento de la antimateria: la suma de toda la antimateria producida hasta ahora asciende solo a 15 nanogramos. El CERN ha generado tan solo un nanogramo.

Gerardo nos dice que las dificultades técnicas son mayores. Se ha logrado conservar un poco de antimateria en una botella magnética, manteniéndola aislada de la materia que provoca su desvanecimiento instantáneo. Se debe evitar que la sustancia toque las paredes porque, al hacerlo, se encuentra con átomos que propician el final de su existencia. Un paréntesis para curiosos. Gerardo incluso da un esquema de cómo sería el diseño de una bomba de antimateria.

Podemos apreciar su sonrisa que parece decirnos: “Ahí nos avisan cuando generen un nanogramo de antimateria y lo puedan almacenar”.

Lo interesante es que la antimateria en verdad existe y tiene aplicaciones prácticas. Gerardo nos dice que se usa de manera común en los hospitales. Cuando los médicos quieren analizar las anomalías de un órgano afectado por algún tumor se obtiene una imagen tomográfica de la emisión de positrones en el órgano enfermo (volvemos a recordar que los positrones son antielectrones).



Algo que quisiera subrayar. Aunque el libro está lleno de referencias y conceptos técnicos que podrían interesar sobre todo a los estudiantes y maestros familiarizados con estos temas, las preguntas que suscita son universales. Dos de ellas que tienen que ver con los misterios más profundos del universo: ¿Qué significa la simetría? ¿Por qué el universo es imperfecto?

Esto nos adentra en una profunda reflexión filosófica y artística que Gerardo no rehúye. Eso en verdad se agradece. La portada de su libro hace alusión al Yin Yang, en una versión que parece obra de Manuel Felguérez. Yang, nos dice Gerardo, significa la ladera luminosa de la montaña y Yin, ladera oscura de la montaña. Lo que integra estos principios, esta dualidad de luz y sombra, es la montaña. Aquí entramos a un tema que nos apasiona en nuestros largos años de amistad: lo que nos dicen las dualidades de la física moderna: la dualidad onda-partícula, la dualidad de Maldacena, la dualidad de materia-antimateria, de las partículas reales y virtuales. ¿Podemos abrazar las paradojas?

Gerardo se asombra ante las variaciones insignificantes, ocultas y escondidas, que rompen el equilibrio y que, sin embargo, al mismo tiempo nos abren a una promesa de perfección. Esto me recuerda algo que solía decir mi querido amigo el novelista Mauricio Molina. El Zohar, el libro del Resplandor, dice "El mundo solo existe por el secreto". En los términos que estamos planteando, diríamos que solo por ese casi imperceptible secreto se sostiene el universo.

En este marco un pensamiento iluminador es justamente el del físico Niels Bohr, quien decía que "lo opuesto de una verdad profunda puede ser muy bien otra verdad profunda". No es de extrañar que cuando Bohr fue condecorado por la monarquía danesa y tuvo que diseñar su escudo heráldico, eligió el símbolo del Yin Yang y la frase: "Los contrarios se complementan".

Si esto es así, llegamos, creo yo, a la pregunta clave del libro: ¿Por qué se tienen que romper las simetrías? Si la física está hablando de la búsqueda de supersimetrías, ¿por qué el universo es imperfecto? ¿Cuál es la pluma que derrumbo al camello? ¿Cómo está relacionada con la fuerza de interacción débil? ¿Cómo se rompe la simetría cuando los átomos se aglomeran para formar estructuras grandes?

Gerardo se asombra ante las variaciones insignificantes, ocultas y escondidas, que rompen el equilibrio y que, sin embargo, al mismo tiempo nos abren a una promesa de perfección. Esto me recuerda algo que solía decir mi querido amigo, el novelista Mauricio Molina, citando *El Zohar*, el libro del Resplandor, donde afirma que "El mundo solo existe por el secreto". En los términos que estamos planteando, diríamos que solo por ese casi imperceptible secreto se sostiene el universo.

¿Por qué se da esa leve y misteriosa inclinación, tanto en la ciencia como en el arte, a la belleza de las rupturas de simetrías?

El cineasta Amos Gitai me ofreció una hermosa respuesta:

"Desde mi perspectiva, la belleza nunca es la perfección. La perfección es autoritaria. No me gustan los modelos porque, para mí, una persona hermosa tiene un poco de defecto o asimetría. En las artes también esto es belleza. Eso lo aprendí en los años que pasé estudiando arquitectura en Berkeley. Tuve un gran maestro, Christopher Alexander, quien era un gran coleccionista de alfombras musulmanas, utilizadas para el rezo, del siglo XVI. Colgó diez alfombras y nos pidió a los estudiantes de doctorado que las analizáramos comparativamente para escribir sobre ello y luego tratar de discutir qué era lo más hermoso. Llegamos a la conclusión de que lo más hermoso siempre tiene algún defecto.

Por ejemplo, algún cambio del color del tejido de blanco a un pequeño rojo (*aquí, subrayo, aparece la leve inclinación que rompe la simetría*). Tal vez el tipo de lana en un pueblo cambió y no pudieron emparejarla completamente. Sin embargo, esto le da a la alfombra gracia y personalidad."

A ese mismo tipo de reflexión nos invita, tanto Gerardo como el antiGerardo, al citar un hermoso texto sobre arte del físico Richard Feynman. Los convoco a que lo descubran leyendo este libro que requiere, para quienes no están familiarizados, leerse a sorbos, sin prisas, ya que descubrir nuevos universos implica abrirnos poco a poco a nuevos conceptos, a términos y realidades que requieren un lenguaje especializado que Gerardo abre generosamente sin saltarse pasos.

Termino con una hermosa imagen que se aprecia en los laboratorios avanzados de física experimental: cuando una partícula se encuentra con su anti-partícula, ambas se desintegran y toda su masa se convierte en energía luminosa.

Ese es el destello de la buena literatura –que incluye a la literatura científica– cuando abraza dualidades y nos abre el horizonte de la otredad.

JOSÉ GORDON

Novelista, ensayista y periodista cultural, conduce *La oveja eléctrica*, el programa de ciencia más visto en México producido por el canal 22.