

En esta nueva propuesta, hablaré sobre el problema de la asimetría materia-antimateria observada en nuestro universo, y ofreceré algunas ideas clave para su solución definitiva

# ¿Vivimos en un universo de Möbius?

## La antimateria somos nosotros

Albert Zotkin <sup>1</sup>

February 5, 2023

<sup>1</sup>Universidad de Alicante

---

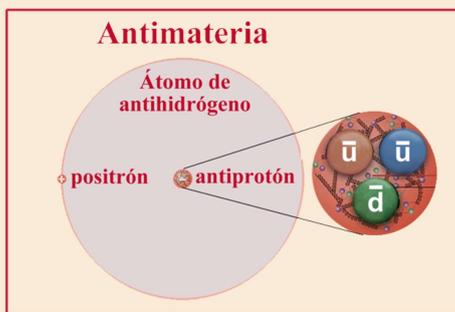
**Resumen:** El supuesto **Big Bang!** (LA GRAN EXPLOSIÓN) debió haber creado la misma cantidad de materia que de antimateria. **¡Atención, pregunta!** *¿Por qué se observa mucha más materia que antimateria en nuestro universo, en **desproporción** altamente significativa?.* Ese es el llamado **Problema de la Asimetría Materia-Antimateria**, que aquí voy a tratar de abordar, y presentaré una solución definitiva al asunto

### 1 Introducción

¿Qué es un universo de Möbius?. Imagina a alguien que parte a dar la vuelta al mundo, y que posee el ojo izquierdo de color verde, y el derecho de color azul. Imagina que a su vuelta, compruebas a tónito que su ojo izquierdo es de color azul y el derecho verde. Una explicación a ese hecho insólito sería que la Tierra es una superficie de Möbius. En un universo de Möbius, los objetos y sus imágenes especulares son la misma cosa, ya que bastaría completar un único ciclo de traslación para transformar a un objeto en su imagen especular. Es este sentido, la materia y la antimateria serían la misma cosa en un universo de Möbius. Bastaría trasladar un átomo de Hidrógeno una vuelta completa para transformarlo en antihidrógeno. La carga eléctrica de las partículas definen una propiedad esencial del universo: la [quiralidad](https://es.wikipedia.org/wiki/Quiralidad_(qu) (qu

Cuando una partícula de materia se encuentra con otro de antimateria se produce una aniquilación completa, es decir, se transforman en energía pura. Esa aniquilación recíproca tiene que ver con la quiralidad. Localmente, por mucho que giremos o traslademos una partícula con carga eléctrica positiva, no conseguiremos conjugar su carga a negativa, ni viceversa. Pero, en un universo de Möbius, si es posible, por definición, esa conjugación de la

carga eléctrica. Si localmente fuera posible superponer la simetría quiral entonces las cargas opuestas nunca se atraerían, ni las cargas iguales se repelerían, serían cargas neutras. Para entender mejor estos procesos quirales, podemos poner algunos ejemplos simples. Dos manos derechas, o dos izquierdas, pueden superponerse, de modo que la superposición es una suma. La mano derecha y la izquierda derecha no se pueden superponer. Imagina algo insólito: si dos manos se superponen entonces obtenemos una mano suma que es de doble tamaño. Si una mano derecha y una izquierda se tocan para superponerse, da cero, como resultado de esa suma. Básicamente, una antipartícula es aquella que, respecto a su partícula, ambas de **materia bariónica** y **antibariónica**, posee carga eléctrica opuesta, pero la masa es la misma. Por ejemplo, un protón posee carga eléctrica positiva, entonces su antipartícula, el antiprotón, posee carga eléctrica negativa y la misma cantidad de masa.



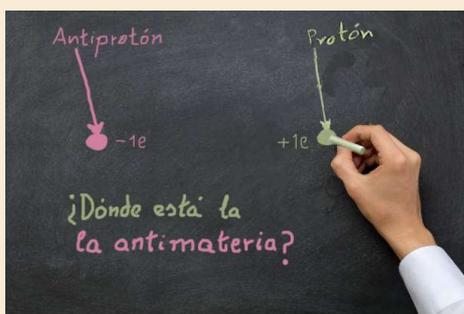
**Figura 1:** Átomo de antihidrógeno. Formado por un antiprotón y un positrón. A su vez, el antiprotón está formado por tres quarks: dos antiquarks up, y un antiquark down. Los antiquarks up poseen carga eléctrica  $-\frac{2}{3}e$ , y los antiquarks down poseen carga eléctrica  $+\frac{1}{3}e$ , por lo tanto la carga eléctrica neta del antiprotón es de  $-2\frac{2}{3}e + \frac{1}{3}e = -1e$ , donde  $1e$  es la carga eléctrica del electrón.

Para el electrón, carga negativa,  $-1e$ , tenemos su antipartícula el positrón, con la misma cantidad de carga eléctrica, pero de signo opuesto,  $+1e$ . Esto es lo que la ciencia actual sabe sobre el asunto. Materia y antimateria siempre son producidas en pares, y si se ponen en contacto, se aniquilan la una a la otra, produciendo gran cantidad de energía ( $E = mc^2$ ). En la primera fracción de segundo del Big Bang, el universo, que suponían era muy denso y caliente, era un hervidero de pares de partícula-antipartícula, que energían y se aniquilaban al instante, una y otra vez. Si la materia y la antimateria se crea y se destruye a la vez, es lógico pensar que el universo debería contener las sobras de esa aniquilación simétrica, par a par. Pero, una pequeña fracción de materia (una partícula entre mil millones) podría haber sobrevivido a esa aniquilación. Y eso es lo que parece que vemos hoy.

*¿Es Dios de izquierdas?*. esta pregunta es otra forma de preguntarse: ¿decidió la naturaleza que hubiera más materia que antimateria entre nosotros?. La respuesta es no. Hace unas cuantas décadas, experimentos en Física de Partículas

## 2 Solución al Problema de la Asimetría Materia-Antimateria

Imaginemos un universo con un único par de partículas: Un protón y un antiprotón. Dibujemos esas dos partículas en una pizarra, alejadas cierta distancia inicial.



**Figura 2:** Asignar a un protón carga eléctrica positiva es un convenio de signos, nunca algo objetivo. Perder de vista esa definición relativa, conduce a mucha confusión, y a preguntarse preguntas absurdas como *por qué hay más materia que antimateria*

A una le damos signo positivo, y decimos que es el protón, y a la otra signo opuesto, y decimos que es

mostraron, o así afirman en sus conclusiones, que las leyes de la naturaleza no se aplican por igual a materia y antimateria. Los físicos pretenden describir las razones de por qué es así. Algunos investigadores han observado transformaciones espontáneas entre partículas y sus antipartículas, que ocurren millones de veces por segundo antes de decaer. Parece ser que algo desconocido interviniera en estos procesos durante la etapa del universo temprano pudiera ser la causa de que haya actualmente más partículas de materia que de antimateria.

Imaginemos (nos dice la ciencia actual) una moneda puesta a girar sobre sí misma en una mesa. Al final, se parará, y nos mostrará cara o cruz. En tal caso existe 50% de probabilidad de que salga cara o cruz, si consideramos suficientes monedas girando sobre la mesa. De igual forma, así hay que ver el caso de las partículas de materia y antimateria. Pero, si en el caso de las monedas girando, arrojamamos sobre ellas una canica muy peculiar, poseyendo la facultad de conseguir que las monedas con las que choca den cara con más probabilidad que cruz. Esa canica produce un sesgo sobre todo el sistema, a favor de las monedas mostrando cara (materia) contra las que muestran cruz (antimateria). La ciencia actual nos dice que los físicos podrían haber encontrado ya algunas pistas sobre qué mecanismos producen ese sesgo. Esas pistas las empezaron a vislumbrar en las colisiones protón-protón de alta energía en el LHC (Large Hadron Collider). Estudiando a fondo esos desequilibrios podría proporcionar a los científicos una imagen mucho más clara de las razones de por qué en nuestro universo hay más materia que antimateria.

el antiprotón. La pregunta es, ¿cómo sabemos a priori cuál es el protón, y cuál es el antiprotón, si no hay nada alrededor que haga de referencia para decidirnos por uno u otro.

El concepto de la signatura de una carga eléctrica debe ser relativo, nunca absoluto. Cargas de signo opuesto se atraen, y las de igual signo se repelen. ¿Dónde está el embrollo de todo esto?. La ciencia dictó el concepto de carga eléctrica de forma absoluta, pero es sólo una convención de signos. Los protones están en el núcleo atómico y se les asigna inequívocamente carga eléctrica positiva. Los electrones están en las orbitales atómicas, y se les asigna inequívocamente cargas eléctrica negativa. Ahí es donde está el embrollo.

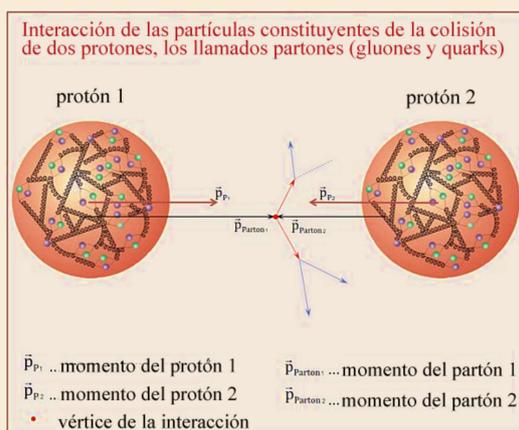
De la interacción entre las cargas eléctricas (atracción/repulsión) no se puede inferir que unas son las positivas y las otras las negativas, o viceversa. Lo único que se puede inferir de esas interacciones es que cargas de igual signo se repelen y de signo opuesto se atraen. Para resolver ese embrollo,

la única solución posible es afirmar que no existen cargas eléctricas opuestas, sino ubicaciones opuestas de una única clase de carga eléctrica. Esas dos partículas del par protón-antiprotón, son en realidad la misma clase de partícula, pero ubicadas en diferentes caras de un mismo espacio dual. Nuestro espacio tridimensional poseería pues dos caras opuestas, y algunas partículas elementales podrían moverse parcial o totalmente por una de esas dos caras. Sea por ejemplo una partícula llamada *uniprotón*. Cuando se crea un uniprotón automáticamente debe crearse otro igual en la otra cara del espacio dual. Esos dos *uniprotones*, llevados a una misma cara, serían indistinguibles, poseerían la misma carga eléctrica, de igual signo y cantidad, y la misma masa. La conclusión es que **no existe más materia que antimateria en nuestro universo!**, sino que, en nuestra zona local, las unipartículas están ubicadas en su mayoría en una única cara del espacio dual. El problema de la asimetría entre materia y antimateria se reduce ahora al problema de la asimetría entre ubicaciones de unipartículas. Es decir, ¿Por qué existen más unipartículas en una cara del espacio dual?. Si ese espacio es un espacio de Möbius entonces sólo existe una única cara, o lo que es lo mismo, localmente observamos dos caras, pero globalmente sólo hay una.

Desafortunadamente en ciencia, existen los pseudo-problemas, creados por perder de vista las definiciones originales. Este problema de la asimetría entre materia y antimateria se parece mucho al problema de la materia oscura. En el problema de

### 3 Un Espacio Dual de las unipartículas, llamado Espacio de Möbius

Fijémonos ahora en la colisión de alta energía entre dos protones.



**Figura 3:** Cuando colisionan dos protones con alta energía, se producen innumerables subpartículas, muchas son materia ordinaria, otras son antimateria, y demás partículas exóticas, pero la mayoría de esas partículas resultantes son usualmente más pesadas que las partículas que colisionaron, y también son mucho más efímeras. Cada tipo de configuración resultante posee una probabilidad de formación, pero todas han de conservar la energía y momento totales.

Si un protón está formado por dos **quarks up** y un **quark down**, ¿cómo es posible que cuando colisionan dos protones a altas energías, del orden de 14 TeV como en el LHC, salgan de esa colisión

la materia oscura entra en juego el concepto de potencial gravitatorio. Originalmente se asignó potencial gravitatorio cero al espacio intergaláctico libre de interacción gravitatoria. Eso, nunca hay que perderlo de vista, es una convención. Objetivamente hablando, no existe nunca un potencial gravitatorio cero, ya que siempre existirá influencia gravitacional, por débil que sea en cualquier región espacial. A los potenciales gravitatorios que no son cero se les asignó históricamente valores reales negativos. Por lo tanto, el problema de la materia oscura surge cuando se pierde de vista esa convención y se observan supuestas anomalías gravitacionales en regiones donde supuestamente deberían aplicarse las leyes de Newton. Esas anomalías gravitacionales resultan de asignar cero a ciertos potenciales, cuando en realidad aún hay potencial que influye en las interacciones, y a ese potencial debe asignarse valores reales positivos para que sean consistentes con la teoría gravitatoria reinante. De igual modo, la asimetría materia-antimateria es un pseudo-problema muy parecido, ya que se pierde de vista el convenio de signos, y se asume que las cargas eléctricas son propiedades objetivas y absolutas de la materia.

Los pares de unipartículas emergen del vacío cuántico de forma espontánea, y lo más probable es que se aniquilen casi inmediatamente, unas a otras. Pero, algunas unipartículas podrían escapar temporalmente de la aniquilación, alejándose por su cara del espacio dual, escapando así de las zonas de alta probabilidad de colisión con otras unipartículas en la cara opuesta.

partículas como antiquarks down y antiquarks up?. La conservación de la carga eléctrica total del protón  $+1e = +2\frac{2}{3}e - 1\frac{1}{3}e$ , la conservación del momento y la energía de la reacción da lugar a una gran variedad de configuraciones de partones. La idea que traigo aquí es que si consideramos el espacio dual tipo Möbius, cuando colisionan dos protones, sus partículas constituyentes, podrían traspasar temporalmente al otro lado del espacio dual, vibrar de un lado a otro hasta que queden estacionarias en uno de los lados, formando parte de otras partículas compuestas. Cuando una unipartícula pasa de un lado al opuesto, otra unipartícula debe pasar en sentido contrario, esbleciéndose una oscilación. De igual forma que he afirmado en la sección anterior que no existen dos clases de cargas eléctricas, sino sólo una clase, pero dos caras opuestas de un único espacio dual por las que se moverían, también podemos afirmar que ese espacio dual es único, poseyendo una única cara, aunque localmente se vean dos. Ese único espacio que localmente ofrece dos caras y globalmente sólo una, es el llamado *Espacio de Möbius*. ¿Por qué pienso que nuestro universo debe ser un Universo de Möbius?. Por la sencilla razón de que globalmente no tiene sentido hablar de cargas eléctricas positivas y negativas, pues sólo localmente se aprecia distinción. Es decir, localmente existen los protones y los antiprotones,

pero globalmente sólo existen uniprotones, ya que globalmente sólo existe una única cara en el espacio de Möbius.

En un espacio tridimensional es posible ver un subespacio de Möbius, la llamada Cinta de Möbius, la cual es una superficie cerrada de dos dimensiones, pero con una única cara. Es fácil construir una cinta de Möbius. Tenemos una cinta (superficie bidimensional alargada), retorremos sus extremos y los pegamos para cerrar la cinta, con media vuelta dentro. ¿Es posible un espacio de Möbius tridimensional?. Para que eso sea posible, debe ser un subespacio de un espacio de al menos cuatro dimensiones.

Nuestro universo sólo puede ser un espacio de Möbius si y sólo si es imposible determinar en qué sentido da media vuelta para cerrarse sobre sí mismo. Lo único que cabe afirmar es que si un objeto se mueve rectilíneamente y al mismo tiempo gira en un sentido sobre su misma trayectoria, en-

## 4 Conjugación de carga en un espacio de Möbius

Un espacio de Möbius tridimensional, sería la ubicación perfecta para las unipartículas. Al ser un espacio cerrado sobre sí mismo, ofreciendo una única cara (ya que posee media vuelta de torsión), podemos imaginar una unipartícula moviéndose linealmente por él hasta completar un ciclo. Esa

## 5 Unipartículas en caras opuestas se atraen, y en la misma cara se repelen

Esto, que parece una ley de la naturaleza, puede ser entendido mejor, si hemos entendido por qué las masas clásicas sólo pueden atraerse. Una unipartícula ve a su antipartícula como un valle de potencial al que puede caer en caída libre. Por el contrario, esa misma unipartícula ve a otra unipartícula en su mismo lado del espacio dual como una cima, es decir, un potencial del que cae libremente, es decir, que escapa. Las unipartículas en el espacio dual se atraen, y se repelen, por la misma razón que las masas siempre se atraen. Si las masas pudieran moverse exclusivaente por las caras del espacio dual, existirían dos tipos de masas, pero sólo observamos uno. Eso quiere decir que las masas de las unipartículas están ancladas en una zona franca intermedia entre ambas caras. También podría decirse que una masa es una carga que vive siempre pegadas entre las dos caras del espacio dual. Cuando dos partículas cargadas eléctricamente interactúan, tiran de sus respectivas masas. Cuando las partículas son eléctricamente neutras, son sus respectivas masas las que tiran de sus cargas eléctricas en la interacción gravitatoria.

### 5.1 Representaciones gráficas de las unipartículas

Visualmente, podemos dibujar una unipartícula como una especie de remache anclado entre las dos caras del espacio dual de Möbius. Por ejemplo un protón poseería  $\frac{4}{3}$  de su carga a un lado, debido a

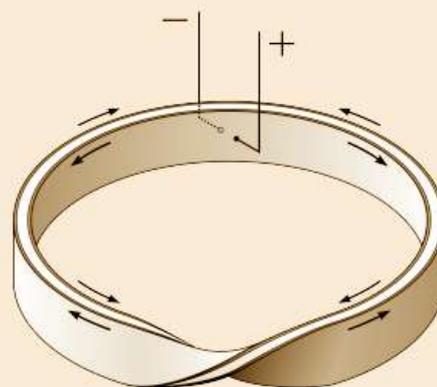
tonces cuando complete una vuelta se observará girando en sentido contrario.

Imaginemos ahora un universo Möbius con dos protones, que ubicaremos muy cerca, de tal forma que la fuerza de repulsión entre ellos sea máxima. Cómo dicho universo Möbius es cerrado, cuando liberemos a los protones, su energía potencial se transformará en energía cinética. Esos dos protones se alejarán el uno del otro hasta encontrarse cerca de las antípodas, (medio ecuador), y allí empezarán de nuevo a repelerse. Con lo cual esos dos protones estarán en perpetuo movimiento oscilatorio. Si, por la causa que sea, uno de esos protones queda anclado en un punto y el otro aún sigue su camino, podría ocurrir que cuando volvieran a encontrarse, fuera su antipartida. En un universo Möbius las partículas poseen dos distancias entre ellas: una es la distancia mínima, y otra la máxima. Ya que el universo Möbius es un espacio tridimensional cerrado (superficie de una hiperesfera 4-d).

unipartícula que salió del punto  $p_0$  por una de sus caras (digamos la cara positiva), llegará a ese mismo punto al completar una vuelta, pero localmente será vista como poseyendo carga eléctrica opuesta (en este caso negativa).

sus dos quarks up,  $\frac{1}{3}$  de su carga en el lado opuesto debido a su quark down.

### 5.2 Función paramétrica en el espacio Möbius



**Figura 4:** Una partícula con carga eléctrica positiva viviría localmente en uno de esos lados, y su antipartícula (eléctrica negativa) viviría en el lado opuesto. Si afirmamos que ese espacio dual (dos lados o caras opuestas) posee la característica de una banda de Möbius cuando se consideran distancias cósmicas, entonces estamos en disposición de afirmar que podríamos transformar una partícula en su anti-partícula si la desplazamos por su lado hasta completar un ciclo por esa banda de Möbius y situarla en su punto de partida. Eso implicaría que si queremos dejar invariante una partícula mediante su traslado cósmico deberíamos completar dos ciclos, es decir realizar una rotación de 720 grados.

Consideremos una hipersfera de radio  $R$  en un espacio Euclidiano de 4 dimensiones. La superficie de esa hipersfera poseería tres dimensiones. Dotemos a esa superficie tridimensional cerrada propiedades de un espacio de Möbius. Eso significa que cualquier objeto que viva en dicha superficie, si es trasladado sin rotación hacia las antípodas, sufriría un giro de  $90^\circ$  ( $\frac{\pi}{2}$ ) radianes, y si completara una vuelta completa hasta el punto origen, habría sufrido un giro global de  $180^\circ$  ( $\pi$  radianes). Por lo tanto la parametrización es como sigue:

$$R = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2 + w^2}$$

$$\theta = \begin{cases} \arctan\left(\frac{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}{w}\right) & w > 0 \\ \frac{\pi}{2} & w = 0 \\ \pi + \arctan\left(\frac{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}{w}\right) & w < 0 \end{cases}$$

$$\varphi = \begin{cases} \arctan\left(\frac{\sqrt{x^2+y^2+w^2}}{z}\right) & z > 0 \\ \frac{\pi}{2} & z = 0 \\ \pi + \arctan\left(\frac{\sqrt{x^2+y^2+w^2}}{z}\right) & z < 0 \end{cases}$$

$$\psi = \begin{cases} \arctan\left(\frac{\sqrt{x^2+w^2+z^2}}{y}\right) & y > 0 \\ \frac{\pi}{2} & y = 0 \\ \pi + \arctan\left(\frac{\sqrt{x^2+w^2+z^2}}{y}\right) & y < 0 \end{cases}$$

## 6 ¿Qué es el magnetismo?

El magnetismo emerge cuando una carga se mueve en un campo eléctrico. Es decir, es una reacción inercial. En las interacciones gravitatorias, si no existiera la inercia de las masas, entonces unas caerían atraídas hacia otras rectilíneamente, no habría orbitación. En las interacciones eléctricas ocurre algo similar. Si no existiera el magnetismo, es decir, la *inercia eléctrica*, los electrones que orbitan los átomos, no poseerían órbitas estables, ya

que caerían directa e inmediatamente hacia los núcleos, en trayectorias rectilíneas. El magnetismo produce una fuerza que se opone a que la partícula cargada sea acelerada en un campo eléctrico, y esa reacción inercial hace que las orbitales electrónicas en los átomos sean muy estables, y por lo tanto, los átomos de nuestro universo sean muy estables y duraderos.

### Referencias

- [1] **The Derivative of Volume and Surface Area.**
- [2] **Equation 5.19.4, NIST Digital Library of Mathematical Functions,** Release 1.0.6 of 2013-05-06.
- [3] N. Elezovic, C. Giordano and J. Pecaric, *The best bounds in Gautschi's inequality,* Math. Inequal. Appl. 3 (2000), 239–252.
- [4] A. Slavik and D. Šulc, *Maximal volumes of  $n$ -dimensional balls in the  $p$ -norm,* Arch. Math. (Basel) 114 (2020), 305–312.
- [5] Dirichlet, P. G. Lejeune (1839). *Sur une nouvelle méthode pour la détermination des intégrales multiples*[On a novel method for determining multiple integrals]. Journal de Mathématiques Pures et Appliquées. 4: 164–168.

### AUTORES

Albert Zotkin  
 Departamento de Matemáticas de la Universidad de Alicante, DMUA  
 Calle Alicante, s/n, 03690 San Vicente del Raspeig, Alicante  
<https://tardigrados.wordpress.com>

