



La flecha del tiempo y la Evasiva aniquilación primordial

Dr. Alfredo Bennun & Néstor Ledesma

Abstract

El predominio de materia sobre antimateria, indujo a desarrollar una conjetura alternativa que no viole la simetría de pares de partícula-antipartícula primordiales, que resultan en aniquilación.

Para poder predecir un mayor número de partículas que antipartículas, es necesario un mecanismo que transfiera la cualidad antimateria. La ley de acción de masa predice que si un reactante o producto escapa del medio de reacción su resultante, es que se rompe el equilibrio; por ejemplo, emisión de un gas, formación de un precipitado, etc.

Si se retarda la aniquilación durante inflación lo suficiente para que las condiciones sean las de un plasma de quark-gluón, entonces los neutrinos y antineutrinos podrían eludirla transfiriendo las características antimateria fuera del sistema.

Para esto es necesario postular que se alcanza “transparencia” prematura de neutrinos y antineutrinos, a una temperatura de desacople mayor que la usualmente estimada: $T_d \gg 1$ MeV.

En realidad serían los antineutrinos los que al conservar las características antimateria y por no interactuar con las demás partículas lo aíslan del resto del sistema configurado por materia. No habría una violación inicial de simetría CP (de carga y paridad especular) y la dificultad de observar antineutrinos explicaría la no-observación de antimateria o radiación gamma de alta energía producto de la aniquilación.

Estos leptones, a lo largo de la cronología, se mantienen sin interacción significativa y la irreversibilidad de las reacciones que los generan, es un factor determinante de la flecha del tiempo.

En un sistema-abierto primordial, mediante la separación de vías, las reacciones se estructuran termodinámicamente para no conservar interacciones simétricas, y estos sistemas se observan en función de la flecha de tiempo.

Introducción

En el universo se observa mayor cantidad de materia que antimateria ⁽¹⁾, un mayor número de partículas que antipartículas. Estudios de la desintegraciones de mesones K que involucraban las interacciones débiles, por Cronin James y Fitch Van, mostraron que 2 desintegraciones de cada mil son asimetrías CP ^(2,3).

Sakharov ⁽⁴⁾ sugiere, a partir de esto, que también deberían existir violaciones CP a nivel de interacción fuerte para partículas-antipartículas, y predice que estas dejarían un pequeño excedente de materia.

El Teorema de Noether propone invariancia de la forma que una ley física toma con respecto a cualquier transformación que preserve el sistema de referencia y la ley de conservación de la cantidad física. Por lo tanto, sería aceptable un origen del universo preservando la simetría CP del universo con respecto a la generación-aniquilación de partes iguales de materia-antimateria conforme a la predicción Dirac ^(3, 5, 6, 7, 8).

Por otro lado, desde la perspectiva cuántica se podría asumir que los límites para la física son las dimensiones Planck. Por lo cual, no se puede aceptar un punto adimensional inicial del universo. Esto lleva a describir la condición de máxima densidad de energía inicial como una partícula Planck ^(2,9).

Toda manifestación de energía previa a las dimensiones Planck, no pueden analizarse para determinar la energía total crítica. En cambio, a esta última usando las constantes fundamentales se puede desarrollar una conjetura de inflación-expansión cuántica ⁽⁹⁾.

Como alternativa al mecanismo de inflacionario de Guth se propone un modelo con un mecanismo adaptado al concepto de universo autocontenido. En este modelo de inflación cuántica, la evolución de las partículas Planck provee la condición inicial de inflación cuántica, por un acoplamiento secuenciado de estas, hasta completar la energía crítica total ⁽¹⁰⁾.

La conformación del plasma de quarks-gluón, en el que aún se crean pares de partículas-antipartículas, permite generar las condiciones que excluyen la antimateria de un entorno de aniquilación ^(2,11,12).

La importancia que en inflación se genere un gradiente de potencial energético se vuelve evidente porque este constituye el sustrato de un sistema termodinámicamente abierto. Este actúa como un gradiente entre fotones de alta energía a baja energía. La división de fotones de alta energía permite generar fotones de más baja energía. Lo cual permite concadenar espectros de decreciente temperatura de emisión. La disipación desde alta a baja temperatura de emisión constituye la gradual emisión de cuerpo negro y el flujo de energía que mantiene el sistema en expansión lejos de equilibrio ⁽¹³⁾. Esto constituye una flecha termodinámica del tiempo, que implica la exclusión del equilibrio de neutrinos, antineutrinos y otros que contribuyen al estado de vacío o punto cero ⁽¹⁴⁾.

Resultados

Escape de Neutrinos

Se puede suponer que la disipación de la densidad de energía Planck genera las partículas-X y anti-X, hasta finalizar inflación a los 10^{-32} segundos. Cada bosón X tiene una masa asociada muy grande (10^{18} MeV) que permite se disipa en una lluvia de quarks y leptones, mecanismo similar sucede con los anti-X ^(2, 5, 8).

De modo que al quedar formado el plasma quark-gluón la probabilidad de que un quark encuentre a su antiquark “libre” disminuya, porque estaría ligado a un grupo de dos o más quarks. El concepto de “libre” es relativo en este caso, el quark puede trasladarse pero siempre hay otros quark entorno a este que permite decir que pertenece a un grupo, por ejemplo: trasladarse

Cuando el universo se enfrió 2.5×10^{12} K, o sea, 4×10^{-5} segundos después del Big-Bang, este plasma de quark-gluón se constituyó en hadrones. Es decir, los quarks “u” y “d” pasaron a ocupar un volumen mucho más grande que el requerido por su masa inercial, cuando quedaron confinados en protones y neutrones. Es la fuerza fuerte, mediada por gluones, la que mantiene los quarks juntos impidiendo su desintegración.

Tabla 1: Constitución de interna de los bariones

Protón: $p \leftrightarrow uud$	Anti-protón: $\bar{p} \leftrightarrow \bar{u}\bar{u}\bar{d}$
Neutrón: $n \leftrightarrow udd$	Anti-neutrón: $\bar{n} \leftrightarrow \bar{u}\bar{d}\bar{d}$

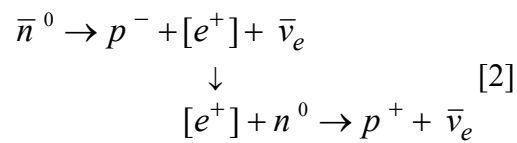
La radiación de cuerpo negro en función del tiempo $T(t) = 1.52 \times 10^{10} \times t^{-1/2}$ [1], $[T(t)] = K$, $[t] = s$, permite calcular la temperatura a 10^{12} K a los 10^{-4} segundos. Por debajo de esta temperatura, el universo contenía una mezcla de fotones γ , pares de electrón-positrón, neutrinos electrones (ν_e), neutrinos muones (ν_μ) y sus antipartículas ($\bar{\nu}_e$ y $\bar{\nu}_\mu$) ^(2, 15). La presencia de neutrinos y antineutrinos puede directamente relacionar a su poca tendencia a reaccionar entre los mismos o con partículas de materia o antimateria.

La temperatura de desacople de neutrinos y antineutrinos: $T_d > 1$ MeV, permite a estos emigrar de la sopa de reacciones. Pero, en ningún momento las reacciones que generan antineutrinos, fueron capaces de revertir significativamente las reacciones, porque el orden cinético favorece emisión de antineutrinos. Las siguientes reacciones generan antineutrinos disipando la característica antimateria.

Tabla 2: Generación de neutrinos y antineutrinos

[a]	$p^+ + \pi^0 \rightarrow p^+ + \nu_e^- + \bar{\nu}_e$
[b]	$n^0 + e^+ \rightarrow p^+ + \bar{\nu}_e$
[c]	$\bar{n}^0 \rightarrow \bar{p}^- + e^+ + \bar{\nu}_e$

La reacción de creación de positrón [c] se puede acoplar como consumo por la reacción [b] generar un protón y liberar dos antineutrinos, que asegura por acoplamiento le sentido de la reacción para disminuir la antimateria y aumentar la materia.



Simetría CP permite predecir generación de neutrinos y antineutrinos para conservar energía, y momento angular. Sin embargo, los ejemplos previos permiten que la aniquilación entre estos sea improbable, a lo largo de la cronología primordial del universo.

El promedio de energía por partícula cuando $T < 1\text{MeV}$, posterior al plasma de quarks, permite que los fotones (γ) se conviertan en electrones (e^-) y positrones (e^+). Estos fotones no podían producir partículas más pesadas por no poseer suficiente energía. Los electrones y positrones terminarían por colisionar con sus respectivas antipartículas y convertirse de nuevo en fotones. Por lo cual, sería más factible que se generaran a través de reacciones que involucran hadrones.

Se puede sugerir una simetría suspendida o aniquilación retardada, en la cual se generarían pares de partículas y antipartículas, pero en forma independientes el transcurso de reacciones desfasadas en el tiempo. Estas, podrían estar sincronizadas como reacciones concadenadas, hasta el tiempo en que la emisión antineutrinos escape del sistema reduciendo la tasa de aniquilación.

Pauli predice la existencia del neutrino y el antineutrino como partículas necesarias para conservar las cantidades físicas del sistema o simetría, energía, momento angular, etc. Ambos no tienen carga eléctrica y sus masas son muy pequeñas. No están sujetos a interacciones eléctrica ni fuerte (por eso son considerados leptones), con lo que su interacción con el resto de la materia es sumamente débil.

La observación de desintegración de un neutrón n^0 libre es que se descompone en 15 minutos en un protón, un electrón y un antineutrino: $n^0 \rightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}_e \uparrow$ * [3]. Donde este último cumple el rol de conservación de energía y momento angular propio de la reacción.

Esta relación no es reversible en estas condiciones de contorno, es más, cuando una estrella titánica da lugar a una supernova, las energías y densidades enormes permiten a un electrón reaccionar con un protón para dar lugar a un neutrón ligado. Si se revirtiera el sentido (\leftarrow) de la reacción [3], no podría atrapar al antineutrino y produce un neutrino para conservar las cantidades físicas propias: $p^+ + e^- \rightarrow n^0 + \nu_e \uparrow$ * [4]. * El símbolo \uparrow es usado para manifestar tendencia a escapar del sistema, por lo tanto, no participa en ningún estado de equilibrio, para ambos casos.

La simetría Gauge permite interpretar como invariancia de simetría especular la relación de materia-antimateria. El parámetro especular conserva el momento angular la helicidad en

forma opuesta de neutrino-antineutrino. Cuando el espín está alineado con la dirección del movimiento esta es positiva y en relación contraria negativa. Esto es una forma de conservar la quiralidad, o sea, la no superposición en la misma dirección del espacio-tiempo ⁽³⁾. Sentidos opuestos para las reacciones [3] y [4] requieren vías alternativas que aseguran la conservación de energía, momento angular y quiralidad.

Discusión

La termodinámica disipativa del sistema Planck-CMB

Se concibe conservación de simetría CPT, concurrente con un espacio local térmicamente homogéneo, esto no permite un sistema en no-equilibrio. La caracterización de un universo dominado por una flecha de tiempo, requiere estimación de si las reacciones en el estado inicial o primordial son función de un sistema térmicamente homogéneo. Esta asunción no parece responder a la relación entre potencial de energía en el estado inicial del agregado de energía Planck generando energía crítica y el potencial disipativo de CMB.

La figura 1 muestra variaciones de temperatura de CMB. Fenómeno que puede ser descrito por una distribución de Boltzman como un espectro de radiación de cuerpo negro. El cual, corresponde a una relación entre longitud de onda versus intensidad de radiación, concordante con una estructura cuántica subyacente.

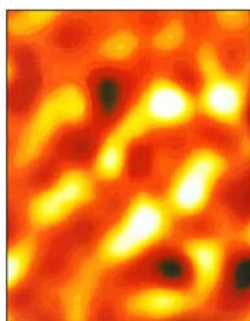


Figura 1: Observación de CMB en una dirección del cielo. Obtenida por el Telescopio Cósmico Anisotrópico de Cambridge Mullard Radio Astronomy Laboratory/SPL. La variación de color representa diferentes temperaturas. Esta se puede interpretar como revelando estructuras térmicamente diferentes. Por lo que, se puede asumir que aun un espacio caracterizar uniforme, puede no contener homogeneidad térmica por ser cuántico.

Observaciones llevaron a pensar que el universo es casi isotrópico a muy gran escala. Pero, si fuera radialmente homogéneo sería independiente de la distancia a la que estamos. Si esto no fuera así, sería contradictorio con el principio Copérnico y ocuparíamos un lugar especial ⁽¹⁶⁾.

Håvard Alnes y Morad Amarzguioui estudiando los alineamientos de anisotropías-CMB, desfasadas del centro, lucen ligeramente más calientes en una dirección que la otra. Podrían corresponder a una esfera simétrica inhomogénea. Lo cual, se puede interpretar como correspondiente a un universo con protuberancias. Estas pequeñas fluctuaciones de CMB parecen alinearse en una dirección específica, explicada por algunos investigadores en términos de nuestro desplazamiento del centro de una región de vacío (voids) ⁽¹⁷⁾.

El CMB facilita ponderar la expansión como cuántica, pero en sí misma es una distribución no-homogénea termodinámicamente. Asumiendo, que resulta del enfriamiento continuo de un emisor de este espectro, mostraría que se han emitido al principio a temperatura más altas los fotones más energéticos y al decaer la temperatura, los menos.

Fotones-CMB son distinguibles por la longitud de onda asociable a un mayor locus espacial y temporal que permite una correlación entre disipación de energía y expansión del espacio. El decaimiento del potencial puede ser descripto como asociado a la multiplicación de fotones. Un factor que sostiene el no-equilibrio y la elongación dependiente del tiempo como un cuello de botella controlando el incremento de entropía.

El sistema-CMB se distribuye uniformemente en el transcurso de la cronología cósmica, es el lo más homogéneo a gran escala, pero se generan estructuras de vacíos (voids) diferenciables de las galácticas. Esta diferencia resulta porque el proceso de fotón-multiplicación es independiente de la gravedad, aunque esta sí curva la trayectoria de estos fotones.

La gravedad que ejercen los cúmulos galácticos, permite que las galaxias permanezcan agrupadas en filamentos, pero en función de la distancia entre las mismas va a restar tasa de expansión local. Lo cual, resulta en estructuras de vacíos (voids) que en función del tiempo son mucho más grandes que los cúmulos ⁽¹⁸⁾. Esta relación se obtuvo al simular la expansión cuántica en función de la distancia y de la cual fue posible obtener el valor de la constante Hubble ⁽¹⁹⁾.

Flecha de expansión

Toda la energía del universo no puede partir de un solo locus, sino de partículas conformando un espectro de estados acoplados, que en el período inflacionario se acumula con un mínimo incremento de entropía. Al final de esta Era, empieza un período de expansión adiabática con decrecimiento de densidad de energía a la velocidad de la vida media del potencial inicial.

Un sistema local es termodinámicamente abierto al recibir materia y energía. Por lo que, la cinética de transición acumulativa de un estado pre-cuántico a uno cuántico, soporta inflación. Esta restringe la tendencia hacia el equilibrio permitiendo la cronología de eventos, manteniendo el no-equilibrio.

Este se preserva por el continuo decaimiento de la temperatura de emisión, al formarse espectros que pierden fotones de mayor frecuencia al desdoblarse, contribuyendo al espectro siguiente con fotones de menor energía. El incremento de entropía durante expansión, afectaría poco la conservación del sistema como abierto, si esta fuera dispersada del sistema como una contribución colateral, al estado de energía de punto cero.

Por lo cual, la expansión del espacio no permitió que las partículas Planck generasen una lluvia de partículas homogénea, sino un espectro de estratificado por partículas de diferentes energías.

Al finalizar inflación, toda entidad energética acentuó su carácter corpuscular. El comportamiento de paredes culómbicas del universo primitivo se originó del elevado número de partículas colisionando a altas energías.

Estas paredes eran dinámicas, la expansión producía una disminución de la densidad de energía que tenía que distribuirse en un volumen cada vez mayor, con aumento de entropía, aún a niveles cada vez menores de temperatura.

En el período en que la temperatura desciende de 10^{32} K a 10^{12} K, el espacio de fase asociado a inflación-expansión cuántica, el mecanismo de SPDC puede ser usado para simplificar el modelo de disipación de un potencial de energía. La energía disminuye por un factor $\frac{1}{2}$ en cada ciclo n de modo que: $E = 2^{-n} E_0$. Este decaimiento puede ser descrito en función de su vida media: $E = E_0 e^{-\ln[2] n}$.

Durante este período radiación es dominante y la materia se constituye por neutrinos, antineutrinos, materia en forma de electrones, positrones y una pequeña concentración de protones y neutrones (1 nucleón por cada 10^9 partículas).

El constante incremento del lapso de tiempo requerido para disminuir potencial a la mitad, se refleja en λ -elongación. El cual, es un cuello de botella que dosifica la tasa de decaimiento. Esta tendencia puede ser ilustrada por la paradoja de Zenón, que evita que el potencial se disipe súbitamente y también permite que el estado de no-equilibrio vaya aproximándose lentamente al estado de equilibrio.

Entropía S estará en constante aumento en un volumen en expansión. La relación $H = E_T - S \times \Delta T$, donde ΔT se interpreta como un gradiente de temperatura, entre el fotón de mayor y menor energía, para cada uno de los consecutivos espectros de emisión. Cuando $\Delta T \rightarrow 0$ toda la energía del sistema será entropía y dejará de contribuir a expansión. En un sistema abierto, el potencial disipativo en función de emisión cuántica, permite que ΔT disminuya como un continuo, incrementando la entropía y la acumulación en el estado de punto cero [ZPS, en inglés] como un límite.

En un sistema autocontenido el escape de entropía puede resultar de su contribución a ZPS. La analogía es que un estado estacionario $\Delta T \neq 0$ puede ser mantenido mientras esta relacione un sistema de dos compartimientos. Siempre que la temperatura del entorno decrezca más rápidamente.

Por lo cual, se puede esperar que un gradiente ΔT mantenga el estado disipativo ligado al decrecimiento de la densidad de energía en función del tiempo medio. Esto se debe a una relación entre un sistema compartimentado, entre el espectro de emisión con estado residual de punto cero. Por lo tanto, el continuo termodinámico de expansión, permite que la cantidad de entropía, dimensionable por capacitancia, incremente. Por lo tanto, S y ZPS se incrementan paralelamente porque ambas crecen al incrementarse el volumen.

Lo que teóricamente es realmente requerido, para configurar un sistema abierto dentro de un solo universo, es una relación de capacitancia termodinámica bifurcada entre entalpía y entropía. Esta última, no interactúa con el sistema disipativo por ser no-retornable, por tener las propiedades atribuibles a ZPE, o bien, fluctuaciones de vacío, etc.

Conclusión

Las ecuaciones que describan interacciones de quarks, leptones, átomos, moléculas, módulos de masa, etc., deben ser intrínsecamente simétricas con respecto a traslaciones en el espacio. Una secuencia de reestructuraciones nucleares o moleculares podría ser caracterizada como invariante con respecto a su punto de equilibrio.

Como los neutrinos abandonan el seno de la reacción, su retorno simétrico para restaurar equilibrio se vuelve teóricamente posible como función de simetría temporal. Pero, el universo está gobernado por la flecha del tiempo y una reacción primordial en inversa del tiempo se vuelva improbable.

Asumiendo que sólo habría un remanente de materia de aproximadamente de $1/10^9$ de la aniquilación materia-antimateria, pero es posible buscar soluciones alternativas que no envuelvan una aniquilación primordial. La propiedad antimateria puede ser asimilada en los antineutrinos. La no-interacción de estos en reacción inversa, generaría sólo un sentido en la dirección, permitiendo que la característica antimateria aparezca como no-reactante y tan difícil de localizar como los neutrinos.

Referencias

1. Dirac, P. A. M.; "The principles of quantum mechanics", Clarendon Press, Oxford, 1983.
2. Gribbin, J.; "Biografía del universo", Crítica, S.L., Barcelona, 2007.
3. Lederman, L. M.; Christopher T. H.; La simetría y la belleza del universo, Tusquets Editores S.A., 2006.
4. Sakharov, A. D.; "Violation of CP Invariance, C Asymmetry and Baryon asymmetry of the universe", JETP Letters, vol. 5, pages. 24-27; 1967.
5. Kuzmin, V. A.; "CP-noninvariance and baryon asymmetry of the universe", Journal of Experimental and Theoretical Physics, vol. 12, pages. 228-230; 1970.
6. Kuzmin, V. A.; Rubakov, V. A. & Shaposhnikov, M. E.; "On the anomalous electroweak baryon number non-conservation in the early universe", Physics Letters B, vol. 155, pages 36-42; 1985.
7. Cline, J. M.; Joyce, M. & Kainulainen, K.; "Supersymmetric electroweak baryogenesis in the WKB approximation", Physics Letters B, vol. 417, pages 79-96; 1998.
8. Dine M.; Kusenko A.; "Origin of the matter-antimatter asymmetry", Reviews of Modern Physics, vol. 76, pages 1-30; 2004.
9. Bennun, Alfred y Ledesma, N., "Simulación de la cronología de CMB analizada en una caja de Schrödinger", Matemática, Física, Astronomía, www.casanchi.com, 10 páginas, 21 de febrero, 2008.
10. Bennun, Alfred y Ledesma, N., "Simulación de la dinámica del espacio-tiempo en función de la relación Planck: temperatura-espectro de emisión", Matemática, Física, Astronomía, www.casanchi.com, 17 páginas, 9 de agosto, 2008.
11. Ferreira, P. G.; "The state of the universe: A primer in Modern Cosmology", Phoenix, 2007.
12. Ellis G. F. R.; "Cosmology: Patchy Solutions", Nature, Vol. 452, pages 158–161, March 12, 2008.

13. Bennun, A.: “Inflation-Expansion Characterized by Relativistic Space-Time-Velocity Plus the Quantum-Dimensioning Parameters of CMB-Elongation”, The General Science Journal, www.wbabin.net, 16 pages, Jan. 14, 2008.
14. Levich, V. G.; Vdovin, I. A.; Miamlim, V. A.; “Curso de física teórica: estadística cuántica y cinética física”, Editorial Reverté S. A., 1978.
15. Ferrer Soria, A.; Ros Martínez, E.; “Física de partículas y de astro-partículas”, Publicado Universidad de Valencia, 2005.
16. Goodman, J.; “Geocentrism Reexamined”, Physical Review D, Vol. 52, No. 4, pages 1821–1827; March 15, 1995. <http://arxiv.org/abs/astro-ph/9506068>.
17. Clifton T., Ferreira P. G. and Land, K.; “Living in a Void: Testing the Copernican Principle with distant supernovae”, Physical Review Letters, Vol. 101, Paper No. 131302; September 26, 2008. <http://arxiv.org/abs/0807.1443>
18. Clifton T., Ferreira P. G. and Land, K.; “Does dark energy really exist”, Scientific American, Vol. 300 Number 4, pages 32-39, April 2009.
19. Bennun, Alfred, “La velocidad de recesión. La velocidad de la luz restringe la velocidad de recesión y ésta resulta de la elongación y multiplicación de los fotones CMB”, Matemática, Física, Astronomía, www.casanchi.com, 6 páginas, 17 de Mayo, 2008

Dr. Alfredo Bennun & Néstor Ledesma