



Agosto y octubre 2015

## POSITRONES Y LUZ EXTRAGALÁCTICA

En el artículo «Toda la luz del universo» [por A. Domínguez, J. R. Primack y T. E. Bell; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, agosto de 2015] se explica cómo los rayos gamma emitidos por blázares distantes son absorbidos por la luz de fondo extragaláctica (EBL, por sus siglas en inglés). En dicho proceso de absorción, los fotones gamma producen pares electrón-positrón.

¿Podrían esos procesos de producción de pares explicar el exceso de positrones detectado hace poco por el Espectrómetro Magnético Alpha (AMS), cuyo posible origen se ha asociado con la desintegración de partículas de materia oscura o con la emisión de púlsares? [véase «¿Púlsares o materia oscura?», por M. Aguilar; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, noviembre de 2014]. En el mismo sentido, ¿se ha considerado la posibilidad de utilizar el detector AMS para medir la EBL?

JUAN TORRAS SURIOL  
Tarrasa, Barcelona

RESPONDE DOMÍNGUEZ: *Es una idea interesante, pero no creo que el origen de los positrones detectados por AMS esté relacionado con la EBL. El proceso de atenuación de los fotones gamma extragalácticos es significativo debido a las enormes distancias recorridas por estos, las cuales hacen que*

*la probabilidad de interacción con la EBL, que permea todo el espacio intergaláctico, no resulte despreciable. En cambio, la probabilidad de que dichas interacciones se produzcan a una distancia tal que los positrones generados puedan ser detectados por AMS es prácticamente nula.*

*El origen del exceso de positrones observado por AMS ha de ser necesariamente local; es decir, galáctico. Ello se debe a que el recorrido medio de los positrones es pequeño, ya que se desintegran al interactuar con la materia. Por tanto, no es posible que la atenuación gamma produzca la cantidad necesaria de positrones a la distancia adecuada para generar el exceso detectado por AMS, ni siquiera una parte importante de este.*

RESPONDE AGUILAR: *Por desgracia, la física de blázares no se conoce con suficiente detalle. No tengo conocimiento de que se haya calculado el flujo de electrones y positrones, en función de la energía, generados por la interacción entre los fotones de los blázares y los de la EBL, ni tampoco la dependencia con la energía de la fracción positrón/electrón para valores superiores al gigaelectronvoltio (GeV).*

*En principio, el instrumento AMS no está diseñado para medir fotones extragalácticos. Su prioridad es el estudio de la radiación cósmica dotada de carga eléctrica hasta energías del orden del teraelectronvoltio (TeV). AMS puede medir fotones con energías de ese orden, pero —de momento— con serias limitaciones estadísticas.*

## LA BELLA DURMIENTE

Con respecto al artículo «El problema de la bella durmiente» [por A. Pérez Carballo; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, octubre de 2015], me gustaría comentar lo que sigue.

Una vez me despertasen en el laboratorio, no sabría si la moneda ha caído o caerá cara o cruz, y tampoco si es lunes o es martes. Sí sabría que hay tres sucesos posibles: 1) cara y lunes, 2) cruz y lunes y 3) cruz y martes, por lo que intentaría calcular la probabilidad de cada uno de ellos. Si asigno la misma a los tres, la probabilidad del evento «cara» sería de 1/3 (correspondiente al primer suceso).

Sin embargo, también podría razonar del siguiente modo: «No sé si es lunes o martes, pero lo que sí sé es que es o bien lunes, o bien martes. Si es lunes, la probabilidad del suceso 3) es 0. Si es martes, las probabilidades de 1) y 2) son 0». Por

tanto —y como no cabe duda de que hoy es o bien lunes, o bien martes—, no podría asignar a los tres sucesos probabilidades iguales hoy. En otras palabras, no podría considerar los tres sucesos como pertenecientes a un mismo universo de eventos, por lo que no podría asignarles probabilidades de la manera anterior. Así pues, deduciría que la probabilidad del evento «cara» es 1/2. Es decir, el problema está mal planteado, puesto que se pregunta por algo inexistente.

ANTONIO DEL CAMPO  
San Sebastián

RESPONDE PÉREZ CARBALLO: *El problema no se plantea como uno sobre las probabilidades objetivas de ciertos eventos, sino sobre niveles de creencia. Al despertarnos, tiene poco sentido que nos preguntemos sobre la probabilidad objetiva de que sea lunes, ya que o bien es lunes, o bien es martes. Pero, si hemos perdido la noción del tiempo, sí que tiene sentido que nos preguntemos sobre el nivel de creencia que deberíamos asignar a la posibilidad de que sea lunes.*

*Supongamos que ayer se lanzó una moneda. No sabemos si cayó cara o cruz. Mañana se lanzará otra. Nos piden que demos nuestro nivel de creencia en los siguientes eventos: 1) cruz ayer; cara mañana; 2) cara ayer, cruz mañana.*

*Si supiésemos la probabilidad objetiva de cada uno de ellos, podríamos emplear esa información para asignarles un nivel de creencia. El problema, por supuesto, es que desconocemos dicha probabilidad objetiva. Ello se debe a que, si ayer la moneda cayó cara, entonces la probabilidad objetiva del primer evento es 0 y la del segundo, 1/2. Y si cayó cruz, entonces la probabilidad del primer evento es 1/2 y la del segundo, 0. Pero eso no implica que no podamos asignar niveles de creencia (es decir, probabilidades subjetivas) a ambos eventos. En este caso, mi nivel de creencia en cada uno de ellos sería 1/4.*

## CARTAS DE LOS LECTORES

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA agradece la opinión de los lectores. Le animamos a enviar sus comentarios a:

PRENSA CIENTÍFICA, S.A.  
Muntaner 339, pral. 1.º, 08021 BARCELONA  
o a la dirección de correo electrónico:  
redaccion@investigacionyciencia.es

La longitud de las cartas no deberá exceder los 2000 caracteres, espacios incluidos. INVESTIGACIÓN Y CIENCIA se reserva el derecho a resumirlas por cuestiones de espacio o claridad. No se garantiza la respuesta a todas las cartas publicadas.