

Neutrinos, neutrones y estrellas de neutrones

Autor desconocido

Extraído de <http://www.urantology.org>

A causa de las obligatorias restricciones impuestas por los reveladores¹, la ciencia y la cosmología de El Libro de Urantia está en el nivel aproximado del conocimiento humano de los años 30. También contiene algunas declaraciones que fueron proféticas en esa época ya que el mandato permitía a los reveladores suministrar información vital para rellenar los vacíos en nuestro conocimiento por otra parte ganado. Uno de estos vacíos rellenados puede haber sido éste:

“En los grandes soles cuando el hidrógeno se agota y sobreviene la contracción gravitacionaria, si dicho cuerpo no es lo suficientemente opaco como para retener la presión interna de apoyo para las regiones gaseosas exteriores, se produce un colapso repentino. Los cambios de gravedad eléctrica dan origen a vastas cantidades de pequeñas partículas sin potencial eléctrico, y tales partículas rápidamente escapan del interior solar, desencadenando así la desintegración de un sol gigantesco en unos pocos días”.²

Ningunas pequeñas partículas desprovistas de potencial eléctrico que puedan escapar rápidamente del interior de una estrella en colapso se ha sabido que existían en 1934. De hecho, la realidad de tales partículas no fue confirmada hasta 1956, un año después de la publicación de El Libro de Urantia. La existencia de partículas que podrían tener tales propiedades han sido propuestas como una sugerencia de Wolfgang Pauli en 1932, porque los estudios sobre el decaimiento de la radioactividad beta en átomos había indicado que un neutrón podría decaer a protón y electrón, pero las mediciones habían mostrado que la masas de energía combinadas del electrón y el protón no se correspondían con las del neutrón. Para explicar la energía faltante, Pauli sugirió que una pequeña partícula neutral era emitida, y entonces, en el mismo día, mientras almorzaba con el eminente astrofísico Walter Baade, Pauli comentó que él había hecho lo peor que un físico teórico posiblemente podía hacer, que él había propuesto una partícula que nunca podría ser descubierta porque no tenía propiedades. No mucho después, el gran Enrico Fermi tomó la idea de Pauli e intentó publicar un artículo sobre la materia en la prestigiosa revista científica “Nature”. Los editores rechazaron el artículo de Fermi con la explicación de que eran demasiado especulativos. Esto fue en 1933, el año antes de recibir las revelaciones de Urantia.

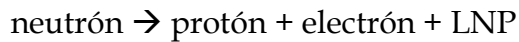
Una cosa interesante de hacer notar es que El Libro de Urantia establece que partículas pequeñas desprovistas de potencial eléctrico serían emitidas en vastas cantidades durante el colapso de una estrella. Si, en 1934, un autor diferente de un físico conocedor de partículas estaba prediciendo acerca de la formación de una estrella de neutrones (una proposición especulativa e indisciplinada de Zwicky y Baade en los primeros años 30), entonces

¹ LU, pp 1109

² LU, pp 464

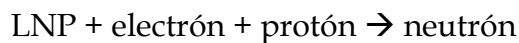
seguramente ese autor podría estar pensando acerca del reverso del decaimiento beta en el cual un protón, un electrón y la pequeña partícula neutral de Pauli estarían siendo apretados para formar un neutrón.

El decaimiento de la radioactividad beta puede ser escrito como:



donde LNP significa pequeña partícula neutral (Little Neutral Particle).

Entonces el reverso sería:



Para que esto ocurra un electrón y un protón tienen que ser comprimidos para formar un neutrón pero de alguna manera habría que añadir una pequeña partícula neutral con el fin de construir la masa-energía que falta. Por tanto, en términos de conceptos científicos especulativos disponibles en 1934, El Libro de Urantia parece haber puesto las cosas pasadas delante, prediciendo una vasta emisión de LNP, cuando el inverso del decaimiento de la radioactividad beta aparecería para demandar que las LNP deberían desaparecer.

La idea de una estrella de neutrones fue considerada grandemente especulativa hasta 1967. Muchos astrónomos creían que desde las estrellas de tamaño medio, como nuestro sol, hasta las estrellas muy masivas, todas terminaban sus vidas como enanas blancas. Las propiedades teóricas de una estrella de neutrones eran demasiado absurdas; por ejemplo, un dedal lleno del material de esa estrella pesaría cerca de 100 millones de toneladas. Una propuesta alternativa más favorecida era que las estrellas grandes podrían expulsar su masa sobrante poco a poco hasta que estuviera por debajo del límite Chandrasekhar de 1,4 masas solares, momento en que podría jubilarse como respetables enanas blancas. Este proceso no supondría la emisión de vastas cantidades de pequeñas partículas desprovistas de potencial eléctrico que acompaña al colapso estelar como se describe en la cita de El Libro de Urantia.

El distinguido astrofísico ruso Igor Novikov ha escrito: "Aparentemente ninguna búsqueda acertada de estrellas de neutrones o de agujeros negros se realizó por los astrónomos antes de 1960. Se asumía tácitamente que estos objetos eran demasiado excéntricos y lo más probable era que fueran frutos de la imaginación de los teóricos. Preferiblemente, uno evitaba hablar de ellos. Algunas veces fueron mencionados vagamente con la observación de que podían formarse, pero que en todas las probabilidades esto podía no haber sucedido nunca. A cualquier nivel, si ellas existen, entonces nunca podrán ser detectadas".

La aceptación de la existencia de estrellas de neutrones ganó solidez lentamente con los descubrimientos que acompañaron al desarrollo de la radio y de la

astronomía por rayos X. La nebulosa Cangrejo desempeñó un papel central cuando las ideas sobre ella emergieron en la década 1950-1960. Originalmente observada como una explosión en el cielo por los astrónomos chinos en 1054, el interés en la nebulosa Cangrejo se incrementó cuando, en 1958, Walter Baade informó de observaciones visuales que sugerían movimientos ondulares en su nebulosidad. Cuando los dispositivos electrónicos más sensibles reemplazaron las placas fotográficas como modo de detección, la oscilación de la frecuencia que se pensaba que era una enana blanca en el centro de la nebulosa Cangrejo se volvió de cerca de 30 veces por segundo.

Para una estrella enana blanca con un diámetro del orden de 1.000 Km., un ritmo de rotación de incluso una vez por segundo hubiera causado su desintegración debido a las fuerzas centrífugas. Por lo tanto, este período de pulsación tan considerablemente corto implicaba que el objeto responsable de las variaciones de luz debería ser mucho más pequeño que un enana blanca, y el único que se ajustaba a tales propiedades parecía ser una estrella de neutrones. La aceptación final llegó con imágenes del centro de la nebulosa Cangrejo enviado a la Tierra por el observatorio espacial Einstein de rayos X en 1967. Esto confirmó y amplificó la evidencia obtenida por las observaciones previas realizadas con los telescopios de luz y radio.

El inverso del decaimiento beta, como se indicó más arriba, involucra una triple colisión, un hecho extremadamente improbable, a menos que dos de los componentes se combinen en un estado meta-estable, un hecho no claramente obvio para un observador no experto lo cual también indica que los autores de El Libro de Urantia eran amplios conocedores en este campo.

El proceso evolutivo probable de colapso de las estrellas masivas ha sido tan sólo elucidado con el advenimiento de los rápidos ordenadores. Tales estrellas empiezan su vida compuestas principalmente de gas hidrógeno que se quema para formar helio. La energía nuclear emitida de este modo rechaza el impulso gravitacional hasta colapsarse. Con el hidrógeno del núcleo central agotado, el núcleo comienza a contraerse y acalorarse, haciendo que las capas exteriores se expandieran. Con el aumento de temperatura del núcleo, el helio se fundió para producir carbono y oxígeno, mientras que el hidrógeno alrededor del núcleo continuaba produciendo helio. En este punto la estrella se expande para convertirse en un gigante roja.

Después del agotamiento del helio en el núcleo, la contracción gravitatoria ocurre de nuevo y el aumento de temperatura permite al carbono arder para obtener neón, sodio y magnesio, después de lo cual la estrella comienza a contraerse para convertirse en una gigante azul. El neón y el oxígeno se queman a continuación. Finalmente el silicio y el sulfuro, los productos de la quema del oxígeno, se prenden para producir hierro. Los núcleos de hierro no pueden emitir energía de su fusión, por lo que con el agotamiento de su fuente de combustible, el horno en el centro de la estrella se acaba. Nada puede ahora detener la violencia del colapso gravitacional, y cuando el núcleo de hierro

alcanza la masa crítica de 1,4 veces la masa de nuestro sol, y el diámetro de la estrella es aproximadamente la mitad del de la Tierra, el destino de la estrella está sellado.

En un pocas décimas de segundo, la bola de hierro se colapsa a cerca de 50 km de ancho y el colapso es interrumpido según su densidad se acerca al del núcleo atómico y los protones y neutrones no pueden ser juntados más. La interrupción del colapso envía un tremendo choque de onda de vuelta a través de la región exterior del núcleo.

La luz que nosotros vemos del sol proviene sólo de su superficie más exterior. Sin embargo, la energía que mueve la luz solar (y la vida en la Tierra) se origina en el caluroso y denso horno termonuclear en el núcleo del sol. Aunque a la luz solar le lleva sólo cerca de ocho minutos viajar del sol a la Tierra, a la energía del núcleo solar que hace surgir esta luz le lleva del orden de un millón de años difundirse desde el núcleo hasta la superficie. En otras palabras, un sol (o estrella) es relativamente “opaco” (como dice El Libro de Urantia en la página 464) a la energía que se difunde desde su núcleo termonuclear hasta su superficie, por lo que esto suministra la presión necesaria para prevenir el colapso gravitacional. Pero esto no es cierto para las pequeñas partículas neutrales, conocidas desde la mitad de los años 30 por el nombre de “neutrinos”. Estas partículas son tan pequeñas e irreactivas que su paso desde el núcleo de nuestro sol hasta su exterior lleva sólo 3 segundos.

Precisamente porque los neutrinos pueden escapar tan rápidamente tienen un papel crítico en conseguir la muerte súbita de la estrella y la explosión resultante. Los neutrinos están dispuestos en variedad de formas, muchos como pares neutrino-antineutrino de rayos gamma altamente energizados; otros surgen cuando los protones comprimidos capturan un electrón (o expelen un positrón) para convertirse en neutrones, una reacción que es acompañada de la emisión de un neutrino. Cerca del orden de 10^{57} neutrinos de electrón son emitidos de este modo. Reacciones de neutrones a partir de partículas Z^0 de la fuerza débil también contribuyen a formar neutrinos de electrón junto con los “pesados” neutrinos de muón y tau.

Juntos, estos neutrinos constituyen una “vasta cantidad de pequeñas partículas desprovistas de potencial eléctrico” que rápidamente escapan del interior de las estrellas. Los cálculos indican que ellas se llevan el noventa y nueve por ciento de la energía emitida en la explosión final de una supernova. ¡El gigantesco flash de luz que acompaña la explosión supone sólo una parte del uno por ciento restante! Aunque la mayor parte de los neutrinos y antineutrinos son emitidos durante la explosión final, son producidos por las enormes temperaturas alcanzadas en el interior del núcleo durante las fases finales de la contracción.

La oportunidad de confirmar la emisión de los neutrinos que se postuló que acompañaban a la muerte espectacular de una estrella gigante llegó en 1987

cuando la explosión de una supernova, visible a simple vista, ocurrió en la Nube de Magallanes vecina de nuestra galaxia Vía Láctea. Los cálculos indicaron que esta supernova, denominada SN1987A, debería haber producido una emanación de neutrinos con una densidad de 50 billones por centímetro cuadrado cuando finalmente alcanzó la Tierra, incluso cuando se expandía como la superficie de una esfera originada a la distancia de 170.000 años-luz de distancia. Esta emanación de neutrinos fue observada en los enormes detectores de neutrinos en Kamiokande, en Japón, y en Fairport, Ohio, en los Estados Unidos. Durando un período de sólo 12 segundos, y confirmando las simulaciones que indicaban que debería difundirse a través del núcleo denso relativamente despacio. A partir de la energía media y del número de detecciones en los detectores de neutrinos, fue posible estimar que la energía emitida por la SN1987 llegó a $2-3 \times 10^{53}$ ergs. Esto es equivalente a la energía gravitacional calculada que sería emitida por el colapso de un núcleo de cerca de 1,5 masas solares de una estrella de neutrones. Por tanto la SN1987A proporcionó una confirmación destacable de la imagen general de la formación de una estrella de neutrones desarrollada en los últimos cincuenta años. Y, más importante aún, también confirmó que El Libro de Urantia tenía sus declaraciones correctas antes de que el concepto de los neutrinos y las estrellas de neutrones fuera alcanzado...

Referencias:

- Hoyle, F., and J. Narlikar. "The Physics Astronomy Frontier." (W.H. Freeman & Co. San Francisco, 1980.)
- Novikov, I. "Black Holes and the Universe." (Cambridge University Press, 1990)
- Sutton, C. "Spaceship Neutrino." (Cambridge University Press, Cambridge, 1992)

(Traducido del inglés por José Antonio Hernández)