

# DETECCIÓN DE NEUTRINOS; APLICACIONES TECNOLÓGICAS

Cimental Chávez Jacqueline (1), Dr. Delepine David Yves Ghislain (2)

1 [Bachillerato General, Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato] | [j.cimentalchavez@ugto.com]

2 [Departamento de física, División de Ciencias e Ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato] | [david\_delepine@hotmail.com]

## Resumen

Desde que fueron descubiertos, los neutrinos han sido unas de las partículas más enigmáticas del cosmos, fue difícil saber que existían y aún más difícil fue comprobarlo a pesar de que vivimos ahogados en ellos, los usos que le podemos dar a los neutrinos nos llevan por nuevos caminos hacia nueva tecnología, y gracias a sus facultades son buenos candidatos para aplicaciones como el resguardo de combustible nuclear, mayor comprensión de los procesos dados en el interior de los astros y de nuestro planeta Tierra, localización de yacimientos de elementos radioactivos, comunicación, entre otros.

## Abstract

Since they were discovered, neutrinos have been the most enigmatic particles of the cosmos, it was difficult to know that they existed and even more difficult was to prove it even though we live drown on them, the uses that we can give neutrinos it takes us to new ways to new technology, and thanks to their faculties they are good candidates for applications like nuclear fuel guard, greater understanding of the processes given on the inside of the stars and our Earth planet, localization of radioactive elemnts deposits, communication, etc.

## Palabras Clave

Reactor Nuclear; Radiación; Rayos Gamma; Reacción en cadena.

## INTRODUCCIÓN

Los neutrinos son partículas fundamentales, las más pequeñas (hasta donde sabemos), con spin 1/2 que viajan a velocidades muy cercanas a las de la luz, no tienen carga eléctrica, su masa es casi nula y se obtienen a partir de la radiación Beta. En los últimos años, los neutrinos han dado de qué hablar con sus recién descubiertas aplicaciones tecnológicas, ya que siendo una partícula tan enigmática cuenta con características únicas que nos podrían llevar a gozar de nuevas facilidades tanto en la vida diaria como en el mundo de la ciencia.

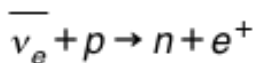
El propósito del proyecto es conocer más a fondo los beneficios que podemos llegar a tener sabiendo aprovechar las facultades de estas partículas.

### La propuesta de los neutrinos

A inicios del siglo XX, algunos científicos se encontraron con un problema: el decaimiento Beta parecía amenazar las leyes de conservación de la energía y el momento. Fue hasta 1930 que el físico australiano Wolfgang Pauli resolvió el problema postulando la hipótesis de una nueva partícula llamada “neutrón” o “neutrón de Pauli” que posteriormente fue llamada por el físico Enrico Fermi como Neutrino (“pequeño neutrón” en italiano). Esta partícula debía tener carga cero, spin 1/2 y una masa casi despreciable sino es que cero para que las leyes de las conservación se cumplieran, y lo más importante, debían tener muy poca interacción con la materia (Interacción débil) sólo así se podía concluir por qué, después de tantos años, jamás la habían visto ni pensado.

#### Principio de detección de neutrinos

El principio se basaba en que si un antineutrino interactúa con un protón, este último se transformaría en un neutrón emitiendo un positrón (Decaimiento Beta inverso). [1]



En 1956, en el proyecto Poltergeist, los científicos Fred Reines y

Clyde Cowan construyeron un detector de antineutrinos provenientes de un reactor nuclear poniendo en práctica la Desintegración Beta inversa. Utilizaron un tanque de agua que contenía Cadmio y un detector de rayos gamma, así, interactuando el antineutrino con el protón del hidrógeno del agua se cumplía el principio: el positrón se aniquila rápidamente con el electrón del agua y el neutrón es capturado por el cadmio, las dos reacciones emitiendo rayos gamma que son captados por los detectores. Fue hasta ese día que se comprobó la existencia de los neutrinos, con la detección de emisión de rayos gamma separados por un poco de tiempo. [1]



IMAGEN 1: El equipo del proyecto Poltergeist después de su éxito. [1]

### Modelo Estándar

El Modelo Estándar recoge todo el conocimiento actual en física de partículas, incluye la teoría de interacción fuerte (cromodinámica cuántica o QCD) y la teoría unificada de interacciones débil y electromagnética (electrodébil). [2]

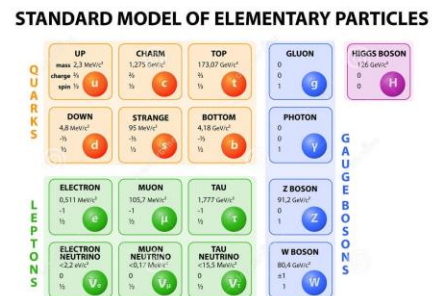


IMAGEN 2: Modelo Estándar de Partículas Elementales. [3]

Así mismo, estas partículas se clasifican en cuatro tipos de interacción con la materia que dependen del tipo de bosón que intermedie la partícula. Estas son: fuerza electromagnética, fuerza débil, la misma que se da en los neutrinos, fuerza fuerte y la fuerza de gravedad.

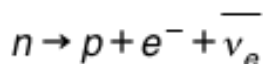
## MATERIALES Y MÉTODOS

La fuente de estas partículas puede ser cualquier lugar donde se lleve a cabo el proceso de desintegración Beta, como lo son; estrellas, reactores nucleares, la Tierra, la atmósfera, las supernovas, y hasta nosotros mismos.

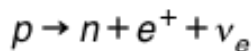
### Decaimiento Beta

Cuando un átomo es inestable (un isótopo), tiende a ser radioactivo y decaer en otra partícula diferente buscando la estabilidad. En este caso, el decaimiento tipo Beta es el que nos interesa y hay dos maneras: positiva y negativa.

- *Decaimiento Beta negativo*; se da cuando el átomo tiene exceso de neutrones y para que su núcleo sea estable desintegra un neutrón y este decae en un protón emitiendo un electrón y un antineutrino electrónico.



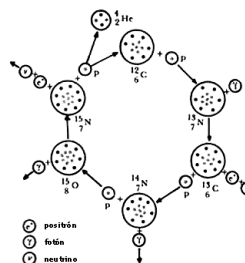
- *Decaimiento Beta positivo*; contrario al caso anterior, los átomos que presentan este tipo de desintegración son los que tienen un exceso de protones, es decir, decae un protón en un neutrón y emiten un positron (la antipartícula del electrón) y un neutrino electrónico.



Las diferentes fuentes de neutrinos se pueden clasificar de la siguiente manera:

### Estrellas

El decaimiento se da en consecuencia de los procesos que lleva a cabo la estrella para mantenerse con vida, los cuales son: para estrellas nuevas, que aún tienen mucho combustible para fusionar (hidrógeno en esta etapa de la vida de la estrella) está la reacción protón-protón que básicamente consiste en fusionar cuatro núcleos de hidrógeno (cuatro protones), de los cuales dos decaen en neutrones emitiendo un positrón y un neutrino y obteniendo así un núcleo de helio. Toda la energía liberada durante el proceso es la que mantiene con vida y brillando a la estrella. Para estrellas más pesadas y más viejas está la reacción llamada CNO por ser los elementos Carbono, Nitrógeno y Oxígeno los que intervienen, esta reacción utiliza un núcleo de carbono como catalizador para obtener energía de la reacción. Para estrellas mucho más masivas después vienen las reacciones de metales pesados.



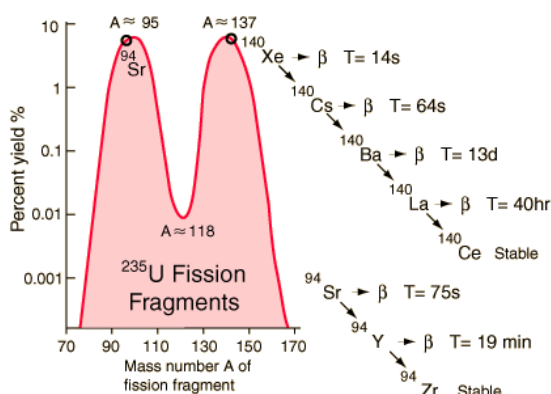
MAGEN 3: Ciclo CNO [4]

### Reactores nucleares

Estos dispositivos funcionan produciendo una reacción en cadena controlada con la fisión de elementos como U-235, U-238 y Pu-239. El Uranio 235, que es el más eficiente, es un isótopo muy escaso en la naturaleza a comparación del U-238, lo que se hace es enriquecer el uranio (3 a 4%), es decir, someter el uranio natural para obtener U-238. La desventaja de este proceso es que el sobre enriquecimiento de este elemento (90%) podría llevar a obtener un tipo de uranio que se utiliza como material para la producción de armas.

La fisión nuclear se trata de una reacción en la cual un núcleo pesado, al ser bombardeado con neutrones, se convierte en inestable y se descompone en dos núcleos, cuyas masas son del mismo orden de magnitud, y cuya suma es ligeramente inferior a la masa del núcleo pesado, lo que origina un gran desprendimiento de energía y la emisión de dos o tres neutrones. [5]

La fisión no siempre es la misma, el átomo se puede dividir en átomos diferentes cada vez, siempre y cuando no viole las leyes de conservación. En el caso del Uranio 235, una de las fisiones más comunes es la de estroncio y xenón.



MAGEN 4: Fragmentos de la fisión del Uranio 235 [6]

### La Tierra

Los llamados Geoneutrinos son neutrinos emitidos por los procesos que se dan en el centro de la tierra mediante los isótopos radiactivos K-40, Th-232 y U-238.

Los geoneutrinos llevan información sobre la abundancia de sus fuentes radiactivas dentro de la Tierra. Un objetivo principal del estudio de estas partículas consiste en extraer información geológicamente útil (por ejemplo, abundancia de elementos geoneutrinos individuales productores y

su distribución en el interior de la Tierra) a partir de mediciones de geoneutrino.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dándonos cuenta de lo ventajosa que es esta partícula para nueva tecnología, le tenemos varias aplicaciones como;

### Monitoreo de Reactores Nucleares

Conociendo las cualidades de los neutrinos, se han llevado a cabo proyectos de Monitoreo de Reactores Nucleares con Detectores de anti-neutrinos que nos ayudan a monitorear en tiempo real el funcionamiento de los reactores y evitar que se retire combustible de manera no declarada, lo que podría significar un desvío hacia su uso en armas nucleares. Se realiza haciendo un balance entre lo que se entrega como combustible y lo que se declara al final de la vida útil de la pila de combustible nuclear. “Para robar plutonio es necesario apagar el reactor; si se baja la potencia del reactor, se generan menos neutrinos. Existe una relación lineal entre la potencia del reactor y la cantidad de neutrinos que se generan” Joad dos Anjos, colíder del proyecto investigador del Centro Brasileño de Investigaciones Físicas y director del Observatorio Nacional. [7]

Aunque este tipo de tecnología sigue en proceso de mejora, el proyecto Angra es un detector ubicado en Brasil y ya está en funcionamiento.

### Astronomía de neutrinos

Otra aplicación para los neutrinos es la científica. Los neutrinos que provienen de las estrellas, de agujeros negros, de supernovas, entre otras, llegan con información de su lugar de origen y de hecho son partículas que nos han ayudado a comprender más las reacciones que se dan tanto en nuestro Sol como en cualquier otro tipo de estrella.

## Geoneutrinos

Podemos utilizar estas partículas para encontrar yacimientos de elementos radioactivos utilizando detectores de neutrinos y facilitando el trabajo de búsqueda para combustible nuclear.

## Comunicación

Aunque no es una idea muy factible por ahora, la comunicación puede ser una aplicación tecnológica, el Laboratorio Nacional Fermi o Fermilab ha comprobado que la comunicación con neutrinos es posible mandando por primera vez un mensaje usando un haz de neutrinos. Usando estas ventajas, para mandar un mensaje hasta el otro lado del planeta no tendríamos que esperar a que el mensaje rodee la Tierra, sino que simplemente la atravesase sin problema alguno, el problema de la mala señal de radio podría ser resuelto y hasta podríamos comunicarnos con una base ubicada en el lado oscuro de la luna fácilmente. La única desventaja es que por el momento no contamos con la tecnología necesaria para utilizar este tipo de comunicación, de tecnología vaya.

## CONCLUSIONES

Descubrir los neutrinos, sus características y sus aplicaciones nos ha llevado a realizar un arduo trabajo por muchas décadas siendo esta una partícula tan escurridiza, pero los usos que le podemos dar nos podrían llevar a una nueva era de tecnología y comunicación, sin mencionar las aplicaciones que le puede dar la Agencia Internacional de la Energía Nuclear para mantener la paz.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a mi familia por todo el apoyo que me dieron, obviando el gran apoyo económico que me brindaron, también al Doctor David Yves Delepine por guiarme y ayudarme con toda la investigación que se realizó y por la tolerancia al resolver mis dudas, agradezco a la Doctora Claudia Erika Morales por invitarme a ser parte de esto, por informarme y ayudarme en todo el proceso, por siempre esforzarse tanto con sus

alumnos y ser siempre una excelente docente, muchas gracias. Igualmente, muchas gracias a la Organización de Verano de la Investigación Científica por brindar esta oportunidad tan única a los alumnos de la Universidad de Guanajuato y por último pero no menos importante gracias a la Universidad de Guanajuato.

## REFERENCIAS

- [1] [www.icpan.es](http://www.icpan.es)
- [2] [www.dreamstime.com](http://www.dreamstime.com)
- [3] [www.bibliotecadigital.ilce.edu.mx](http://www.bibliotecadigital.ilce.edu.mx)
- [4] [www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org)
- [5] [www.hyperphysics.phyastr.gsu.edu](http://www.hyperphysics.phyastr.gsu.edu)
- [6] [www.conexioncausal.wordpress.com](http://www.conexioncausal.wordpress.com)
- [7] [www.agencia.fapesp.br](http://www.agencia.fapesp.br)