CENTRO EDUCATIVO JEAN PIAGET

LA FUSIÓN NUCLEAR COMO FUENTE DE ENERGÍA

Autor 1: SEBASTIAN STEPHAN DULONG SALAZAR

Autor 2: RAYMUNDO JAVIER SANCHEZ SILVA

TMI, FÍSICA, QUÍMICA

6º

4 / 10 / 18

Resumen:

La búsqueda de energías renovables, económicas, y amigables con el medio

ambiente continúa siendo un problema que aqueja a la población. En este trabajo de

investigación no-experimental, que tiene una finalidad básica, además de explicar

cómo se lleva a cabo la fusión nuclear, se presentarán las diferencias entre fusión y

fisión nuclear en cuanto a costos, producción de desechos tóxicos, y cómo se

generan los mismos.

Se eligió esta energía en particular pues los acercamientos con ella han sido

relativamente pocos dentro de la comunidad científica, y dada la magnitud de la

energía que genera, puede ser una opción viable para la generación de energía a

mediano plazo si se perfeccionan los métodos de producción.

Con el uso de datos cuantitativos y cualitativos, se realizará un análisis desde

una perspectiva tanto científica como lógica, con las cuales se averiguará si la

fusión nuclear es lógicamente preferible sobre la fisión nuclear (que es el único tipo

de energía manufacturable que produce una cantidad de energía comparable) para

ser una energía clave para el futuro de la humanidad. Esto se logrará de forma

documental analizando documentos de personas y organizaciones competentes en

el tema.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 4

1.1 Pregunta de investigación 4

1.2 Objetivos 4

1.3 Justificación 5

2. MARCO TEÓRICO 6

2.1 Fusión nuclear 6

2.1.1 Producción de la fusión nuclear 6

2.1.2 Impacto ambiental 7

2.1.3 Ventajas de la fusión 8

2.1.4 Estado actual de la fusión y perspectiva a futuro 8

2.2 Fisión nuclear 9

2.2.1 Producción de la fisión nuclear 9

2.2.2 Impacto ambiental 10

2.2.3 Ventajas de la fisión 10

2.2.4 Estado actual de la fisión y perspectiva a futuro 10

3. MÉTODO 11

3.1 Tipo de investigación científica 11

3.2 Participantes o sujetos 12

3.3 Variables 12

3.4 Materiales 13

3.5 Procedimiento 14

3.6 Hipótesis 14

4. RESULTADOS 15

5. DISCUSIÓN 18

6. CONCLUSIÓN 19

BIBLIOGRAFÍA 20

10

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Pregunta de investigación:

¿Es la energía generada a partir de la fusión nuclear preferible a la de fisión, en los

ámbitos ambiental y económico?

1.2 Objetivos:

Objetivo General:

Conocer la viabilidad de la energía de fusión nuclear y verificar si su uso es preferible en los aspectos económicos, ambientales y científicos sobre el de la fisión nuclear (la única energía que produce una magnitud con una escala comparable a la fusión).

Objetivos específicos:

• Explicar el proceso de la fusión nuclear a partir de un reactor de fusión.

• Comparar la facilidad de llevar a cabo cada proceso de fabricación desde el punto

de vista físico-químico.

• Contrastar el impacto ambiental y costo con la fisión nuclear.

• Evaluar la más viable hoy y la más viable a futuro.

10

1.3 Justificación:

Para este trabajo de investigación, se recopilará el trabajo de varios autores y

científicos, principalmente el de Petrescu (2014), para la obtención de información

pertinente al tema. La investigación permitirá evaluar si el uso de la fusión nuclear como fuente de energía a mayor escala es viable. Esto será considerando los factores de su impacto ambiental, sus similitudes y diferencias con la fisión nuclear. También se realizará una encuesta, con el fin de conocer el nivel de conocimiento que posee una pequeña población (la población escolar) acerca de este tipo de energía.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Fusión nuclear

“La fusión nuclear es el proceso por el cual 2 o más núcleos atómicos se

unen, es decir, se fusionan, formando un nuevo núcleo más pesado y

denso” (Petrescu, 2014).

Durante este proceso, la masa del nuevo núcleo, dado el principio de

impenetrabilidad, resulta ser menor a la suma de las masas de los dos núcleos

originales. Esta diferencia de masas, conocida como defecto de masa, se traduce

en energía por la ecuación de Einstein, E=mc^2, donde E es la energía producida,

m es el defecto de masa, y c es la velocidad de la luz (300 000 km/s).

2.1.1 Producción de la fusión nuclear

La reacción más simple de producir es la fusión del deuterio y el tritio, dos

isótopos del hidrógeno, para formar helio (partícula alfa) y un neutrón, liberando una

energía de 2.81 x 10^-12 J, por pareja de isótopos. En magnitudes mayores,

esta reacción puede llegar a generar 180 GJ, que es el equivalente al consumo

calórico al día promedio de 21.5 millones de personas, como se infiere de McClenon

(2012).

“El problema de unir dos núcleos ligeros, radica en que los núcleos de los

átomos están cargados positivamente, con lo que al acercarse se repelen cada vez

con más fuerza” (Rivero, 2013). Una posible solución sería colisionarlos en un

acelerador de partículas, pero debido a la ineficiencia y alto costo de este método, se recurre al siguiente.

10

En la fusión por confinamiento inercial, se comprimen esferas de combustible

para generar plasma altamente denso. Los núcleos, al estar tan cerca unos de otros, se fusionarán, como explica Rivero (2013).

Por otra parte, la fusión por confinamiento magnético se realiza calentando

el combustible a temperaturas tan altas que se disocia en partículas con carga, y por

lo tanto se puede confinar mediante campos magnéticos.

Los valores numéricos para la fusión, el sustento científico, es el siguiente:

“Los parámetros principales que caracterizan el estado del plasma son la

temperatura, su densidad y el tiempo de confinamiento de energía. En el

caso de la reacción deuterio-tritio tenemos:

Densidad en el plasma: 2.5 x 10^20 partículas/m^3” (Rivero, 2013)

2.1.2 Medidas de seguridad e impacto ambiental

La fusión nuclear que se produce en el interior del Sol es de las fusiones más básicas que existen (se produce con 2 núcleos de helio), y genera una temperatura de alrededor de 15 millones de grados centígrados (Olmo, 2005). Si un reactor explotara en el centro la Ciudad de México, el radio de la explosión sería de 2.16 km, equivalente a aproximadamente 20 bombas de hidrógeno (300 kilotones) (Barnaby, 2003; Wellerstein, 2012).

Si bien los efectos de la explosión de una central nuclear serían catastróficos, las probabilidades de tal evento son mínimas. Es importante mencionar que todas las centrales nucleares operan bajo un estricto control de las dosis de radiación que pueden absorber los trabajadores y habitantes de la periferia sin presentar síntomas adversos (la Comisión Internacional de Protección Contra las Radiaciones recomienda recibir menos de 50mSv al año) (Hagen, s.f).

Cada tipo de desperdicio se maneja de acuerdo a sus propiedades y al estado físico en el que se encuentra. El isótopo sólido uranio-238, por ejemplo, se desecha en pozos controlados abiertos. Varios desechos líquidos, como el cerio-144, se expulsan por el método de tratamiento y dilución.

Además, las centrales nucleares se distinguen de otras fuentes de energía por su bajo impacto ambiental. La fusión nuclear no quema combustible, y por extensión, no produce gases de efecto invernadero como el CO2. Su uso podría suponer un ahorro del 8% de la producción de este gas cada año (Foronuclear, s.f).

2.1.3 Ventajas de la fusión

El sistema es prácticamente autosostenible e intrínsecamente seguro, pues el

mismo sistema sólo contiene combustible para 10 segundos de reacción. El

combustible, a su vez, es virtualmente inagotable, pues el deuterio se encuentra en

el agua de mar, y el tritio es fácil de producir con un neutrón y litio, un metal

abundante en la corteza. (Petrescu, 2014)

2.1.4 Estado actual de la fusión y perspectiva a futuro

“Se ha producido energía por fusión nuclear en dos máquinas distintas, las

dos por confinamiento magnético, el JET (Joint European Torus) de la Unión

Europea en Oxfordshire, y el TFTR (Toroidal Fusion Thermonuclear Reactor) en

Princeton” (Rivero, 2013). Éstos dos son aceleradores Tokomak (en forma de dona),

que es la forma más eficaz de producir reacciones de fusión el día de hoy.

En éstas, se comprueba la viabilidad tecnológica de la producción energética

por fusión. La viabilidad tecnológica se busca en reactores como el

International Thermonuclear Experimental Reactor, y el IGNITOR, actualmente en

fase de diseño. La creación de estos reactores es el resultado de una colaboración internacional, pues el esfuerzo tecnológico y económico no puede ser afrontado por un solo país; todavía no se ha perfeccionado una forma que ofrezca menor costo de producción que de venta.

2.2 Fisión nuclear

La fisión nuclear es la reacción en la que el núcleo de un átomo pesado se

divide en dos o más núcleos de átomos más ligeros, llamados productos de fisión. Este proceso emite neutrones, rayos gamma y grandes cantidades de energía,

como explica el CSN (2018). Usando el mismo principio que en la fusión, el defecto

de masa es traducido en energía por la ecuación de Einstein.

2.2.1 Producción de la fisión nuclear

La fisión se produce bombardeando el núcleo de un átomo con neutrones de

modo que su núcleo se fracture, liberando energía y dando pie a otras reacciones

de fisión nuclear. (Hahn &amp; Strassman, 1939). Los materiales más usados para procesos de fisión son el plutonio-239 y el uranio-235, cuyas reacciones se muestran a continuación. (ININ, 2018)

***(No hay imagen)***

Alejandro

D:20190513184348-05&#39;00&#39;13/05/2019 05:43:48 p.

m.

--------------------------------------------

Creo que, al tratarse de una imagen, es

imperante agregar la referencia de

donde fue extraída

2.2.2 Impacto ambiental

Los desastres de Chernobyl en 1986 y Fukushima en 2011 muestran la

magnitud del desastre natural que se puede causar con la — no tan rara —

desestabilización de un reactor. (Gómez, 2016). Estos incidentes demuestran lo vulnerables que son las centrales de fisión ante los desastres naturales, o incluso ante un error humano

2.2.3 Ventajas de la fisión

La principal ventaja de la fisión es la relativa facilidad con la que se produce

con respecto a la magnitud de la producción energética, que a su vez es la más

eficiente de las energías punta en la actualidad, como dice Liserre (2007).

2.2.4 Estado actual de la fisión y perspectiva a futuro

Actualmente la fisión es una de las energías

más utilizadas a nivel global, porque, como habíamos explicado en el párrafo

anterior, es la más eficiente en cuanto a producción energética. Esto, aunado al paulatino decremento de los yacimientos de recursos (no solo de combustibles fósiles, sino también de isótopos radioactivos) harán que eventualmente se tenga que mirar hacia otro lado en busca de nuevas energías (Petrescu, 2014).

3. MÉTODO

El alcance de la investigación será no solamente correlacional (puesto que

se evaluarán diferentes variables relacionadas a la producción de energía,

explicadas a fondo más tarde, para averiguar si se cumple la hipótesis de

investigación), sino también será descriptivo, ya que detalla el proceso de

generación energía a partir de las reacciones de fusión y fisión nuclear, y así, cuantificar la importancia de la investigación, que en un ámbito

tan crítico como la producción energética, debe de dirigir y delinear un plan de

acción a largo plazo, es decir, con los futuros profesionistas.

Por último, el enfoque es mixto, pues la investigación considera cantidades

como la magnitud de energía, costos de producción, entre otros, como medios

precisos para ordenar variables en el aspecto de costos. Al mismo tiempo, se toman en cuenta aspectos como la contaminación y el eventual agotamiento de materias

primas para generar estos tipos de energía.

3.2 Participantes o sujetos

Se eligió esta muestra en específico, pues se espera que en segundo semestre de

preparatoria, los estudiantes cuenten con fundamentos fisico-químicos básicos y con

un entendimiento mínimo del problema que plantea la falta de una fuente de energía

a largo plazo, dado el aparentemente inevitable crecimiento poblacional desmedido.

Alejandro

D:20190513184957-05&#39;00&#39;13/05/2019 05:49:57 p.

m.

--------------------------------------------

No me queda claro cómo vas a evaluar

estas variables.

Dado que al final del día estás

aplicando una encuesta para saber el

grado de conocimiento que tienen tus

compañeros sobre reacciones

nucleares, no diría que estás

interactuando con estas variables, sino

que estás evaluando el conocimiento

de tu muestra &quot;acerca de estas

variables relacionadas con la fusión

nuclear&quot;

Variables

La variable a considerar es el costo de mantenimiento (inversión) en una planta nuclear comparado con la relación inversión/producción de diversos tipos de plantas. Asimismo, se evaluará la dificultad científica de producir y condensar la energía producida por el proceso de fusión.

3.4 Materiales

• Encuesta acerca de conocimientos sobre la fusión y la fisión nuclear. Las

preguntas fueron diseñadas por mí, estructuradas de la manera más objetiva y

menos tendenciosa posible, para obtener resultados verídicos, lo más fieles

posibles a la realidad.

10

3.5 Procedimiento

1. Realizar la encuesta en los participantes mencionados.

2. Analizar los datos, que proporcionarán un sustento para saber en qué temas se

debe ahondar.

3. Recabar información de distintos documentos sobre las 3 variables a investigar.

4. Una vez hecho esto, comparar la fisión y la fusión entre sí, y más en general con

los otros tipos de energía.

5. Ponderar cuál grupo (nucleares o no nucleares) es más viable a futuro, tanto

energéticamente, como ambientalmente.

3.4 Hipótesis

Se espera que los resultados de la encuesta reflejen incertidumbre de parte de los encuestados, pues es un tema relativamente nuevo del cual es muy probable que no sepan; esto sustentaría la investigación aún mejor.

4. RESULTADOS

Los resultados arrojados por las encuestas fueron los siguientes:

Como podemos ver en las encuestas, los alumnos en su mayoría contestaron

que sabían poco o nada de qué era una fusión y fisión nuclear (más del 50% en

ambos casos), y se puede asumir que los que contestaron “algo” tenían las ideas

base mas no la información completa de los retos que imponen estas reacciones.

10

10

Por el otro lado, casi el 90% de los encuestados cree que la producción

energética tanto de fusión como fisión pueden ayudar en algo de la solución a

futuro, mientras que casi el 50% consideran que puede ser una fuerte alternativa a

largo plazo.

***(Imágenes en el documento original; no requirieron corrección)***

10

5. DISCUSIÓN

Los datos arrojados compriueban dos ideas importantes, y algo absurdas en contraste:

2) La mayoría de los encuestados no tiene idea de en qué consisten formalmente el uso de centrales de fusión/fisión, ni de lo que implica esta acción.

Como se vio anteriormente, la fisión como solución no es sustentable, tanto por los limitados recursos minerales que se requieren para la reacción, como por los desechos radioactivos producidos que no se pueden tratar eficazmente.

Por otra parte, la fusión impone una barrera energética por sí misma, ya que

la condensación efectiva de las reacciones más básicas han sido infructuosas,

poniendo en riesgo a comunidades enteras si no se efectúa correctamente. Además, la tecnología requerida es muy costosa, que frecuentemente es el mayor defecto (para las compañías energéticas y los gobiernos) de energías sustentables como lo

es la fusión.

6. CONCLUSIÓN

La crisis energética inminente requiere de soluciones inmediatas. En 50

años, los yacimientos de combustibles fósiles se agotarán, y la búsqueda de nuevas

energías eficientes y sostenibles es la solución obvia, pero difícil de alcanzar.

La fisión y la fusión nuclear son eficientes y producen cantidades

considerables de energía. La primera produce desechos tóxicos que tardan en

descomponerse (y esto, a su vez, produce radiación nociva), siendo la última la más

amigable (ecológicamente hablando), pero a su vez, la más difícil de concebir en un

laboratorio. En 15 años tal vez se observe progreso científico en la facilidad de

producción y canalización de la fusión nuclear, que parece ser la más prometedora

en términos energéticos (en cuanto se pueda controlar) y posiblemente, con ello,

resulte más económica.

El desarrollo tecnológico debe verse como una prioridad ante el desastre

energético (y por lo tanto, económico) que puede suceder. Las encuestas

expusieron a la desinformación como el común denominador dentro del alumnado, que presupone un problema de planteamiento. La concientización debe impulsarse para tomar acción, y por consecuencia, progresar, no solo como particulares, sino como sociedad, y como especie.

Bibliografía

• - . (2018). Fisión Nuclear. CDMX: Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

• - . (2018). Fisión Nuclear. Madrid: Consejo de Seguridad Nacional.

• Gómez, E. (2016). Los efectos de la tragedia de Fukushima. Madrid: Divulgación y

cultura científica iberoamericana.

• Barnaby, F. (2003). How to build a nuclear bomb. New York: Granta.

• Hahn, O., &amp; Strassman, F. (1940). Fisión nuclear en el torio y el proactinio. Berlin:

Freie Universitat Berlin.

• Liserre, M. et. al. (2010). Future Energy Systems. EEUU: Comstock.

• McClenon, L. (2012). Understanding Energy Part 1: You Are as Powerful as a

Lightbulb. Pasadena: Bryn Mawr College.

• Olmo, M. (2005). Reacciones Nucleares en las Estrellas. Georgia: Hyperphysics.

• Petrescu, F. (2014). Nuclear fusion. Bucharest: Research Gate.

• Rivero, T. (2013). Fusión nuclear. CDMX: SENER.

• Wellerstein, A. (2012). NUKEMAP. diciembre 14, 2018, de NUKEMAP Sitio web:

<https://nuclearsecrecy.com/nukemap/>

Nuevas referencias:

* ¿Cómo influye la energía nuclear en el medio ambiente? (s. f.). Recuperado 8 de mayo de 2020, de <https://www.foronuclear.org/es/el-experto-te-cuenta/120158-icomo-influye-la-energia-nuclear-en-el-medio-ambiente>
* Organismo Internacional de Energía Atómica. (s. f.). *La energía nuclear, la humanidad, y el medio ambiente* (2). Recuperado 8 de mayo de 2020, de <https://www.foronuclear.org/es/el-experto-te-cuenta/120158-icomo-influye-la-energia-nuclear-en-el-medio-ambiente>