

El Dilema Nuclear

Proyecto de Investigación Luis Vives. IES José Jiménez Lozano.

Tutores: Héctor Llamas (Filosofía), Jorge Huidobro (Física y Química)

Autores: Víctor García del Rey, Darío Gutiérrez Martín, Julia López Fuentes

ÍNDICE

1. RESUMEN (ABSTRACT)
2. INTRODUCCIÓN
 - 2.1. Presentación del problema
 - 2.1.1. Una energía problemática
 - 2.1.2. El problema con la energía nuclear de fisión
 - 2.1.3. La esperanza de la fusión nuclear, ¿Solución o alternativa?
 - 2.2. Contextualización
 - 2.2.1. Contexto histórico
 - 2.2.2. Contexto social
 - 2.3. Justificación del trabajo
 - 2.4. Valor asociado a este trabajo
3. DESARROLLO
 - 3.1. Conceptos básicos
 - 3.1.1. Fusión y Fisión nuclear
 - 3.1.2. Reactores de Fisión
 - 3.1.3. Reactores de Fusión
 - 3.2. Encuesta
 - 3.3. Entrevista a Raúl Pampín
4. CONCLUSIONES
5. AGRADECIMIENTOS
6. BIBLIOGRAFÍA

1. RESUMEN (ABSTRACT)

En el presente ensayo se aborda la controversia relativa a la energía nuclear como el estigma social y desinformación, del que se hace un análisis con el fin de deducir posibles razones por las que se da; además del funcionamiento, seguridad y rentabilidad de las centrales nucleares de forma general, y también de los proyectos orientados al futuro de la energía nuclear de fusión.

Para ello, se ha realizado una encuesta al entorno de los investigadores a fin de conocer y reflexionar acerca de las cuestiones pertinentes, además de haber tenido la suerte de hablar con una persona especializada en el campo con experiencia en dichos proyectos para el futuro de la energía y las centrales nucleares.

PALABRAS CLAVE: Energía nuclear, Fusión, Fisión, Crisis energética, Estigma social, Destigmatización, Sostenibilidad, Futuro, ITER, Fusion 4 Science.

This essay addresses the controversy related to nuclear energy such as social stigma and misinformation, of which an analysis is made in order to deduce possible reasons why it occurs; in addition to the operation, safety and profitability of nuclear power plants in general, and also of the projects oriented to the future of nuclear fusion energy.

For this purpose, a survey has been made to the researchers' environment in order to know and reflect on the relevant issues, in addition to having had the good fortune to talk to a person specialized in the field with experience in such projects for the future of nuclear energy and nuclear power plants.

KEY WORDS: Nuclear energy, Fusion, Fission, Energy crisis, Social stigma, Destigmatization, Sustainability, Future, ITER, Fusion 4 Science.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Presentación del problema

2.1.1. Una energía problemática

Los procesos de obtención de energía mediante la fusión y fisión nuclear de átomos radiactivos son denominados energía nuclear, la energía nuclear es la que albergan los núcleos de todos los átomos que componen la materia. Mediante tecnología, los seres humanos hemos desarrollado procesos que involucran la manipulación de estos núcleos, siendo capaces de utilizar las grandes cantidades de energía liberadas por la fisión para nuestro beneficio.

2.1.2. El problema con la energía nuclear de fisión

Bien conocidos por todos son los diversos problemas que ha ocasionado una mala gestión de los recursos para llevar a cabo la producción de energía nuclear. Esto se refleja en su historia, que veremos más adelante.

Si se realiza un buen trabajo, la energía nuclear se puede considerar de las fuentes de energía más limpias, y a base de una buena supervisión de la maquinaria y una buena gestión de residuos por parte del sector, se intenta dar a esta industria una oportunidad, también de cara al público.

2.1.3. La esperanza de la fusión nuclear, ¿Solución o alternativa?

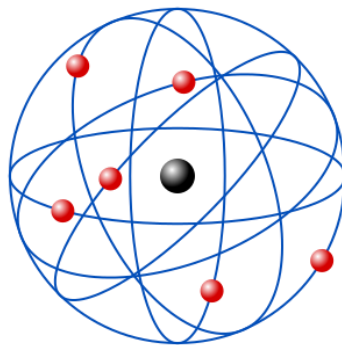
El horizonte nos presenta una nueva oportunidad, la posibilidad de conseguir generar una “estrella” en la Tierra, y aprovecharse de la cantidad ingente de energía que nos podría brindar este sistema, cabe añadir que la fusión no supone un problema en el momento de deshacerse de residuos con actividad radiactiva.

El verdadero reto al que nos enfrentamos es la ejecución de métodos correctos que nos permitan contener el plasma a esas cantidades exorbitadas de temperatura. Tendremos por ahora la duda de si esta forma de obtener energía será la solución de nuestros problemas, o un medio por el que transicionar a otras respuestas.

2.2. Contextualización

2.2.1. Contexto histórico

La energía nuclear tiene su inicio el propio estudio de los átomos y descubrimiento del núcleo en ellos. El primer científico que habló sobre el núcleo de los átomos fue Rutherford en 1911, tras el experimento de la lámina de oro que demostró que los átomos son espacio vacío en gran parte y que poseen un núcleo de cargas positivas. En 1932, James Chadwick descubrió el neutrón, partícula subatómica que sería indispensable en los procesos de los que hablaremos más en adelante.



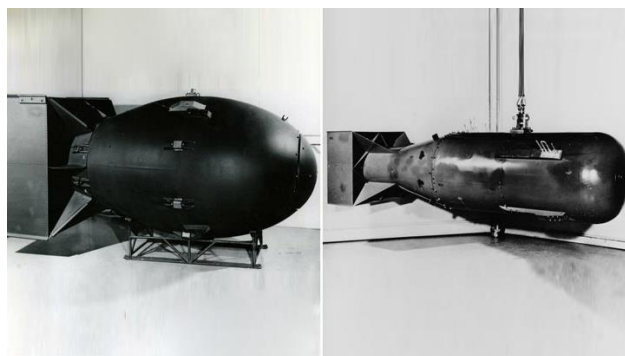
1. Modelo atómico de Rutherford

En 1896, Antoine Henri Becquerel colocó unas sales de uranio sobre unas placas fotográficas tras haber estado trabajando, cuando éste volvió, observó que las sales habían dejado un rastro en las placas, lo que le hizo deducir que las sales podían haber emitido “algo” (radiación). Este tipo de radiación lo llamaría natural, más tarde Pierre y Marie Curie descubrirían otros dos elementos con esta propiedad, el radio y el polonio. Estos elementos, principalmente el uranio, serían el combustible de las centrales

nucleares de fisión. La radiactividad artificial la descubrirían Joliot e Irene Curie, lo que significaba que la radiactividad podía ser producida por nosotros.

Es gracias al descubrimiento del neutrón, el núcleo de los átomos, la radiactividad, la relatividad de Einstein (que relacionó la masa de la que se formula con la energía), la elaboración de nuevos modelos atómicos y todos los físicos investigadores; que en 1938 se descubrió la fisión nuclear. El equipo de Otto Hahn, Fritz Strassmann, Lisa Meitner y Otto Frisch, encontró un núcleo de bario tras bombardear un núcleo de uranio con un neutrón. También encontraron otro núcleo más y una cantidad notable de energía, aunque más tarde se comprobaría que al dividir un átomo de uranio con un neutrón se obtienen otros tres neutrones y dos núcleos.

Impulsados por la Segunda Guerra Mundial, los científicos usarían esta nueva forma de conseguir energía para elaborar otro tipo de bombas, conocido como “Proyecto Manhattan”. Albert Einstein escribió al presidente de los Estados Unidos para hablarle sobre la posibilidad de hacer una reacción en cadena que liberase mucha energía, además de que las reservas de uranio se encontraban principalmente en el Congo Belga y la antigua Checoslovaquia. Así fue como científicos de distintos países colaboraron para desarrollar una posible bomba. Enrico Fermi fue el primer científico que consiguió controlar la reacción en cadena de los núcleos de los átomos, se utilizó uranio. Después de hacer diversos ensayos exitosos, se consiguió una bomba de uranio (“Fat Man”) y otra de plutonio (“Little Boy”), que finalmente serían enviadas a Hiroshima y Nagasaki por EE. UU., dando fin a la Segunda Guerra Mundial en 1945.



2. Fat Man y Little Boy

Tras la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos decidió desvelar secretos sobre el uso de la energía nuclear a cambio del control internacional de esta información, para poder evitar más desastres fatales. La URSS no aceptó tal plan, haciendo que el primer plan de no proliferación nuclear fracasara. Se creó una carrera por la superioridad armamentística entre EE. UU. y la URS, en la que se empezó a desarrollar una nueva bomba de fusión o bomba H, bastante más potente que las anteriores.

Debida a la gran tensión que se creó por el uso de este tipo de bombas, se organizaron diversas conferencias, el tratado de No proliferación Nuclear (los países firmantes se comprometen a no transportar ni colaborar en armas nucleares) y programas como el de "Atoms for peace" en los que se proporcionó información que más tarde se usaría para la comercialización segura de la energía nuclear, así fue como nacieron las primeras centrales nucleares.

Los actuales reactores nucleares son de entre tercera generación, hechos para conseguir mucho más rendimiento y para ser más seguros. Hoy en día se está trabajando para llegar a una cuarta generación en el 2030 aproximadamente, y también para conseguir otro tipo de energía nuclear mucho más limpia y segura de la que hablaremos más detenidamente en el desarrollo de la investigación.

2.2.2. Contexto social

Los accidentes, armas y consecuencias que ha tenido la radiactividad en ciertas personas han creado ideas erróneas sobre este tipo de energía en la sociedad, así mitos como que los gases de las centrales nucleares son nocivos, que vivir al lado de una de ellas puede aumentar la probabilidad de desarrollar cáncer, etc.

El desastre nuclear de Chernóbil alarmó a toda Europa debido a las consecuencias que pudimos ver en éste, levantando más razones para pensar que la energía nuclear es peligrosa y no se debe de usar. Con los años raramente hemos podido volver a ver una catástrofe de tal magnitud, esto es así porque las centrales nucleares son increíblemente seguras e igual que en otros ámbitos como en viajes de avión, pueden ocurrir accidentes, pero es bastante improbable.

También organizaciones como Greenpeace, que están en contra de la energía nuclear, han sido difusoras de bulos sobre ésta misma que aumenta el estigma nuclear. En 2002, la organización de “Ecologistas en Acción” lanzó la noticia de que se había encontrado un pez con deformaciones terribles cerca de la central nuclear de Burgos. Cosa que tuvieron que desmentir días después.

La energía nuclear ha podido dar problemas en su desarrollo, además de que esta fue inicialmente impulsada por la misma guerra, pero después de años de su correcto uso hemos podido demostrar que merece la pena en muchos aspectos de los que hablaremos más en adelante.

Lo cierto es que cualquiera puede crear una opinión sobre la energía nuclear siempre que estemos propiamente informados, pero hoy en día cada vez es más difícil crear opiniones fundamentadas debido a una cantidad notable de bulos e información falsa la cual es fácilmente accesible.

2.3. Justificación de nuestro trabajo

Como futura sociedad y padres de las generaciones venideras, creemos que es importante hablar sobre formas en las que podemos salir adelante con problemas que involucran la escasa energía actual, teniendo en cuenta factores de sostenibilidad y medio ambiente.

La energía nuclear supone una solución de corto a medio plazo que quizá podría arreglar tales problemas energéticos hasta desarrollar nuevas técnicas como la fusión nuclear u otras que todavía desconocemos. Es por eso que también es importante deshacernos de ideas erróneas y sesgos que la sociedad ha creado a partir de contratiempos puntuales en el campo.

Así nuestro trabajo, será una tarea de investigación que usaremos para relacionar la visión general de nuestros compañeros y de otras personas, incluso identidades muy relacionadas con el sector, y también para combatir contra la desinformación. Se realizará una exposición de los datos de opinión del público, así como nuestra visión en el futuro

próximo de la energía nuclear. Todo este apartado entrará de lleno en el tema del factor ambiental.

2.4. Valor asociado a este trabajo

Un valor es una cualidad o creencia que va directamente relacionado con la conducta humana. Es por eso que los diferentes valores que una persona posee son los que hace que la persona tenga preferencias y elija unas cosas sobre otras, definiendo la forma de actuar de cada individuo. Los valores definen necesidades humanas y representan ideales, sueños, metas, aspiraciones...

En nuestro caso, el valor del siglo XXI que hemos elegido es la “sostenibilidad”, orientándola a su sentido económico, social e incluso ambiental. La sostenibilidad se define como la capacidad de satisfacer las necesidades humanas actuales sin condicionar las de las personas de generaciones futuras. La sostenibilidad nace del equilibrio económico, social y ambiental, como mencionamos anteriormente. Para ello, se deben tener en cuenta las actividades que pueden dañar el medioambiente y a qué nivel afectan, si dichas actividades son rentables económicamente y por último si en conjunto existe cierto bienestar y estabilidad social.

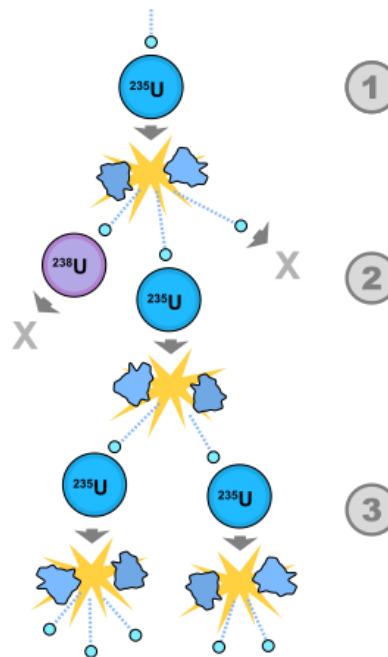
Pensamos que nuestro trabajo está muy relacionado con la actual crisis energética, que a este punto ha extrapolado a otros ámbitos como los recién mencionados, debido a que en él se tratan temas de actualidad y futuro como el superar el rechazo a energías que podrían servir de transición a un futuro digno para poder avanzar y afrontar los diferentes problemas que hoy muchas personas vemos insuperables.

3. DESARROLLO

3.1. Conceptos básicos

3.1.1. Fisión y Fusión Nuclear

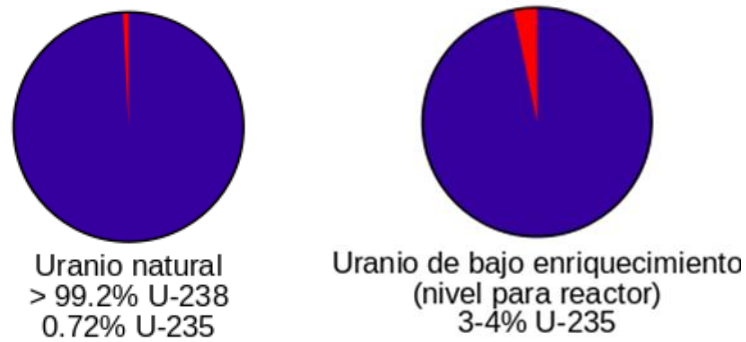
La fisión nuclear es la reacción en la que el núcleo de un átomo pesado, al capturar un neutrón incidente, se divide en dos o más núcleos de átomos más ligeros (productos de fisión), emitiendo en el proceso neutrones, rayos gamma y grandes cantidades de energía. Esto es lo que llamamos “reacción en cadena”.



3. Reacción en cadena (fisión)

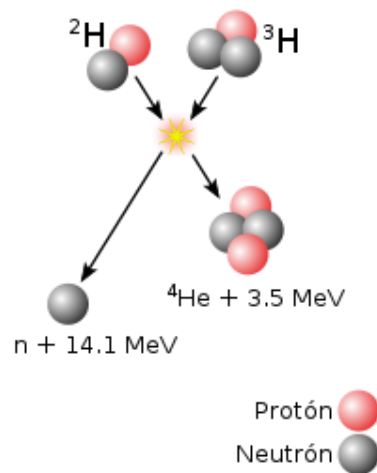
Como se ve en la imagen esta reacción se produce utilizando Uranio²³⁵, este es extraído del Uranio natural, la proporción del Uranio²³⁵ que se encuentra en 1 gramo de Uranio natural es de un 0,711%.

Es por eso que el Uranio se debe someter a un enriquecimiento para que pueda ser fisionable, ya que el contenido de isótopos fisionables (Uranio²³⁵) es bajísimo. Este proceso hace que la proporción pase a ser de 3-4% de Uranio²³⁵ cada 1 gramo de Uranio natural.



4. Proporción del Uranio utilizado de combustible

Fusión Nuclear: es una reacción en la que dos núcleos de átomos ligeros, en general el hidrógeno y sus isótopos (deuterio y tritio), se unen para formar otro núcleo más pesado, liberando grandes cantidades de energía, un neutrón y helio, un elemento estable. Esta reacción ocurre continuamente en el Sol y en gran parte de las estrellas del Universo.



5. Reacción de fusión

3.1.2. Reactores de Fisión

Un reactor nuclear de fisión es una instalación capaz de iniciar, mantener y controlar las reacciones de fisión en cadena, disponiendo de los medios adecuados para extraer la energía generada. Los tres países con más centrales nucleares son Estados Unidos, Francia y Japón.

Las distintas partes estos reactores son:

Presionador

Componente del circuito de refrigeración primario, en el que se mantiene la fase líquida y la fase vapor, con el fin de controlar la presión.

Vasija del reactor

Vasija de acero en la que está el reactor nuclear. Es el componente principal de la central nuclear, ya que en él se produce la reacción de fisión en cadena. Su núcleo está formado por los elementos de combustible.

Barras de control

Son los elementos de control del reactor y actúan como absorbentes de neutrones. Se tratan de barras de indio-cadmio o carburo de boro, que permiten controlar en todo momento la cantidad de neutrones y la reactividad del reactor, haciendo que sea crítico durante su funcionamiento. Gracias a ellas podemos detener la reacción en cadena y evitar posibles catástrofes.

Generadores de vapor

Son intercambiadores de calor en los que el agua de refrigeración del circuito primario cede su energía al agua del circuito secundario, transformándose esta en el vapor de agua tan vistoso, que podemos observar desde fuera de la central.

Edificio de contención

Recinto que contiene el sistema de refrigeración del reactor. Sirve de blindaje e impide la fuga de productos contaminantes. Tiene la responsabilidad, junto con otros

sistemas de seguridad, de impedir el escape de productos radioactivos a la atmósfera en caso de accidente.

Turbina

Instalación a la que llega el vapor de agua proveniente de los generadores de vapor, activándola y transformando su energía en energía mecánica.

Alternador

Éste permite transformar la energía mecánica de las turbinas en la energía eléctrica que se demanda.

Transformador

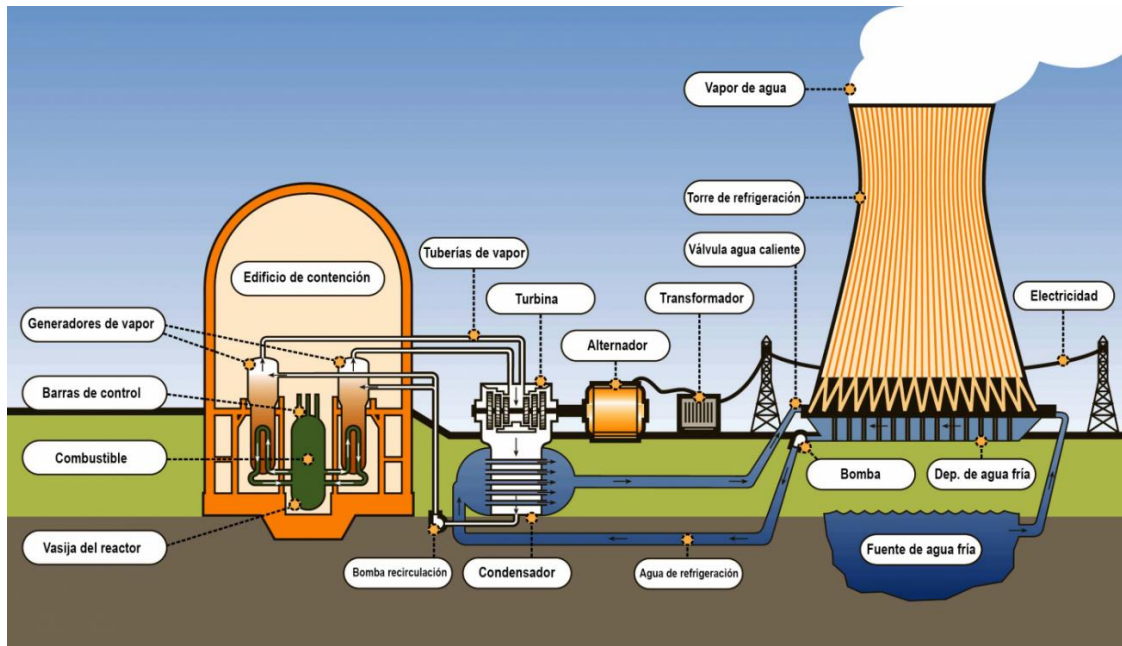
Eleva la tensión de la electricidad producida en el alternador para minimizar las pérdidas en su transporte hasta los puntos de consumo.

Agua de refrigeración

Ésta se toma de un río, un embalse o el mar y se utiliza para licuar el vapor de agua en el condensador. Puede ser devuelta directamente al origen (ciclo abierto) o reutilizarse a través de la torre de refrigeración (ciclo cerrado)

Condensador

Intercambiador de calor formado por tubos por los que circula el agua de refrigeración. El vapor de agua que entra en el condensador se licúa pasando a fase líquida para poder volver a utilizarse.



6. Proceso de obtención de energía en una central nuclear de fisión

Es destacable mencionar que estas centrales producen residuos radiactivos que necesitan ser tratados de formas especiales, los residuos radioactivos son material derivado del uso de la energía nuclear que contiene isótopos radiactivos para los cuales no se prevé la reutilización, aunque cabe destacar que Francia recientemente anunció un plan en el que construirán una planta de reciclaje de residuo nuclear para disminuir la cantidad de éste.

La mayor parte de los residuos nucleares generados proviene del propio combustible nuclear.

3.1.3. Reactores de Fusión

De momento no existe un Reactor como tal, sino proyectos experimentales viables. Uno de los más importantes es el ITER en Francia, que, si supera su fase DEMO con éxito se prevé que para el 2050 comenzará la construcción de Reactores de Fusión en todo el planeta. Ya se han conseguido muchos éxitos con esta tecnología, uno de los últimos logros ha sido el poder generar una fusión fría o el récord actual de producción de energía por fusión que fue conseguido por el JET (Joint European Torus) en Inglaterra, produjo 59 mega julios de energía durante cinco segundos.



7. Reactor de fusión experimental JET

Estudiando el modelo de fusión termonuclear, que se produce de forma permanente en el interior del Sol, se están realizando proyectos ecológicos, seguros y viables, cuyas reservas del combustible utilizado, (deuterio y tritio) son prácticamente inagotables y pueden demostrar, además de alta generación de energía, los mejores estándares de seguridad y respeto del entorno, teniendo en cuenta que el residuo producido es Helio.

Funcionamiento

En un reactor de fusión, el plasma (también llamado “cuarto estado de la materia” similar al gaseoso, en el que algunas de las partículas están ionizadas) está confinado magnéticamente dentro de una vasija donde se ha practicado el ultra alto vacío, que es lo máximo que puede conseguirse. Tras las reacciones de fusión se producen neutrones que salen de ese choque con mucha energía e impactan en una pared preparada en la que se capta dicha energía. A partir de ahí el proceso es similar al de la energía nuclear de fisión, la energía llega a un circuito que calienta agua y que va a una turbina para enviarla a la red de distribución eléctrica.

Cabe mencionar también otro método utilizado para confinar el plasma, llamado “método de confinamiento inercial”. Trata de aumentar la presión ejercida en un punto de la muestra de combustible, incidiendo en él de manera exacta con láseres. Cuando la presión aumenta, la temperatura también, llegando así al estado necesario.

El método de confinamiento inercial está siendo desarrollado por Estados Unidos; mientras que en Europa se está investigando e incluso construyendo un reactor que utiliza el confinamiento magnético, el ITER.

ITER

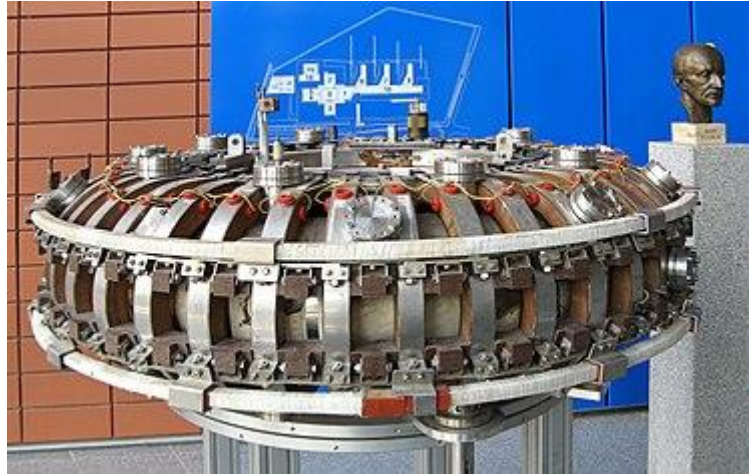
El ITER se está construyendo en Cadarache (Francia) y costará 24 000 millones de euros aproximadamente, convirtiéndolo en el quinto proyecto más costoso de la historia. En este proyecto participan la Unión Europea, Japón, Estados Unidos, Corea del Sur, India, Rusia y China.

Su objetivo es conseguir todos los elementos tecnológicos y científicos para la construcción y funcionamiento de un reactor de fusión nuclear que servirá como una demostración comercial. El reactor del ITER está basado en el Tokamak, su misión es la de calentar un plasma de hidrógeno gaseoso hasta 100 millones de grados Celsius, encontrando aquí parte de su dificultad.



8. Logotipo de la organización ITER

Un Tokamak es un reactor termonuclear por confinamiento magnético, que tiene forma de “donut”. Es un tubo hueco, rodeado exteriormente con unas bobinas que harán posible el aislamiento magnético. Por su interior circula el plasma confinado, a más de 150 millones de grados (10 veces la temperatura del Sol), guiado desde el exterior por un campo magnético, con la intención de que el plasma sea aislado y no toque las paredes del Tokamak, lo cual produciría una bajada en la temperatura. Para que el reactor sea seguro necesita presión baja con el fin de que la densidad del plasma también lo sea. Tecnológicamente esto es muy complicado y costoso, pero es indispensable para el funcionamiento de un reactor nuclear de fusión.



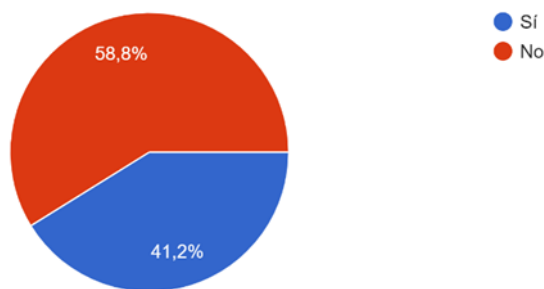
9. Maqueta del núcleo del ITER

El proyecto ITER demostrará que el método Tokamak de fusión es científica y técnicamente viable, así tendrá que ser capaz de generar 500 megavatios de energía durante cierto tiempo y si todo va como es debido, el ITER producirá diez veces la energía requerida como combustible. El proyecto tendrá una función experimental para probar tecnologías imprescindibles con el fin de crear multitud de centrales de fusión industrial en todo el mundo. Se estima que para 2040 estará terminado todo el proyecto de investigación.

3.2. Encuesta

Decidimos realizar una encuesta a nuestros compañeros, amigos y familiares para observar el nivel de conocimientos y opinión popular sobre la energía nuclear, así podríamos analizar las respuestas de cada uno de éstos. En la encuesta participaron un total de 306 personas de las cuales un 44% tenían de 14 a 18 años, un 28% tenían de 31 a 50 años, un 17% tenían de 19 a 30 años y el resto superaban los 50 años.

- Pregunta nº1: ¿Conoces la diferencia entre fusión nuclear y fisión nuclear?

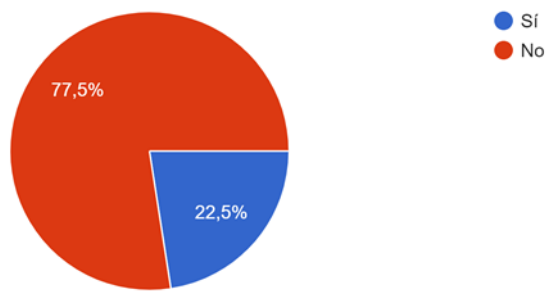


La gran mayoría de las personas que diferencian estos términos son adultos, mientras que las nuevas generaciones en su mayoría la desconocen.

Esto podría indicar cierto grado de desinformación por su parte, debida a que paradójicamente hoy en día resulta más difícil encontrar información objetiva en internet, ya sea porque una vez el algoritmo detecta los gustos e inclinaciones de una persona nos bombardean solamente con ese tipo de información y raramente con algo nuevo; o también porque en los medios de comunicación más concurridos hoy en día a penas se le da relevancia a la divulgación científica.

Creemos que es realmente importante que los medios hablen más sobre la ciencia que nos afecta en nuestra vida y que las nuevas generaciones estén bien informadas sobre el tema, sobre todo ahora, en esta situación de crisis energética en la que vivimos.

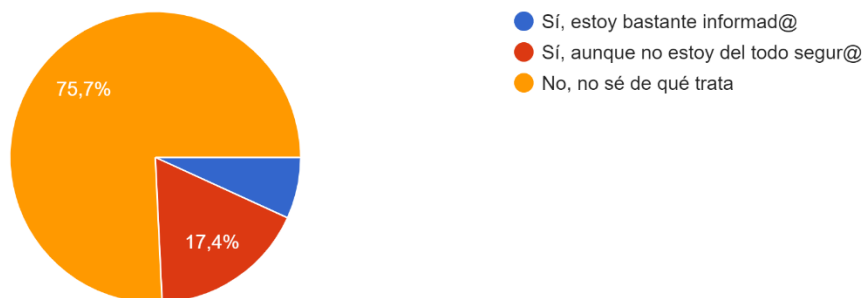
- Pregunta nº2: ¿Sabes de la existencia del ITER?



Esta pregunta va estrechamente relacionada con la interior y de nuevo confirma la desinformación de la que hablamos.

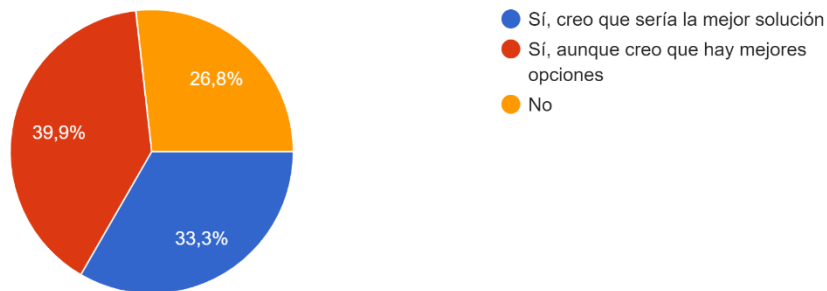
El ITER quizá sea uno de los proyectos científicos relacionados con la energía nuclear más importantes del momento, que plantea ideas decisivas para el futuro y es por eso por lo que también se le debería de dar más visibilidad.

- Pregunta nº3: En caso afirmativo, ¿Estás al tanto del trabajo de investigación llevado a cabo?



Sorprendentemente, aún sabiendo de su existencia, un 75,7% de las personas no saben de qué trata el ITER, creemos que debida a su importancia se debería de reconocer a mayor escala el trabajo de los investigadores y científicos trabajando en el proyecto.

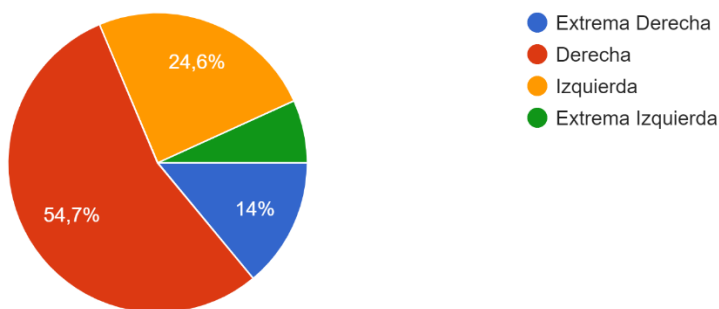
- Pregunta nº4: ¿Considerarías la energía nuclear en España una buena solución a corto-medio plazo al aumento del coste de energía?



Es cierto que en España gozamos de ventajas climáticas que otros países no tienen, nuestro clima variado hace que las energías renovables puedan ser más sostenibles. En 2021, las energías renovables generaron el 46,6% de la energía demandada en España, mientras que la nuclear generó un 20,8%.

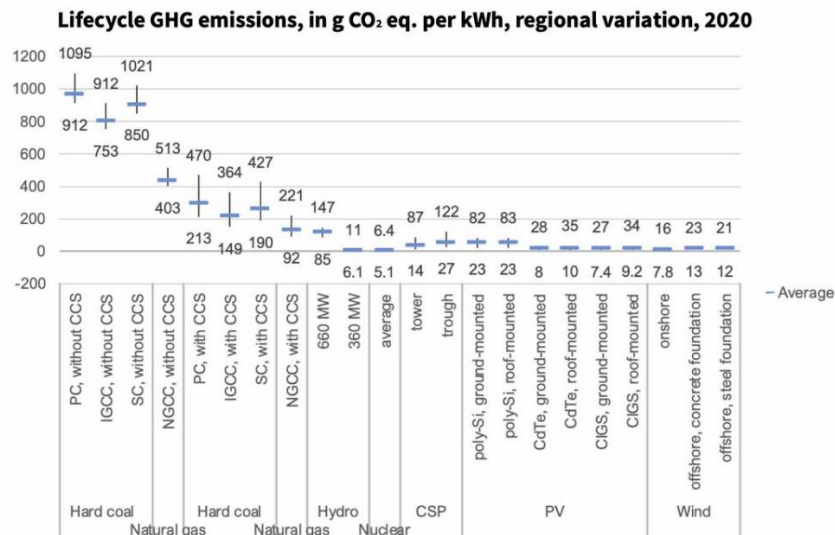
A partir de esto podríamos concluir con que la energía nuclear podría ser una buena solución a corto-medio plazo especialmente en otros países, y en España sería una medida provisional hasta conseguir continuidad y uniformidad en cuanto a las energías renovables.

- Pregunta nº5: ¿Sabrías señalar la postura política en España acerca de la energía nuclear?



Curiosamente la gente tiende a pensar que la energía nuclear en su mayoría es apoyada por la derecha, no estando demasiado desencaminados ya que hace unos meses nuestro gobierno anunció que no financiaría más centrales nucleares.

Esta decisión nace a raíz de la nueva etiqueta verde que se le ha dado a ésta, siendo España uno de los países que no están de acuerdo con ella, diciendo que la energía nuclear no contribuiría a la descarbonización (pensamiento erróneo ya que la energía nuclear es una de las más limpias en cuanto a emisiones de CO₂, véase el gráfico)



Por otra parte, tanto Abascal como Casado (derecha y centro derecha, respectivamente) estuvieron en desacuerdo con la decisión de Sánchez, criticando la demonización de las centrales nucleares y exponiendo su poca fe en las energías renovables.

Es por noticias como ésta que las personas pensamos, por lo general, que la energía nuclear es de la derecha, y las renovables de la izquierda.

- Pregunta nº6: ¿Conoces países que utilizan la energía nuclear como una de sus fuentes principales? En caso afirmativo, especificalos.

Respuestas frecuentes: Francia, Estados Unidos, Japón y Rusia.

La gran mayoría de los países que nombraron eran correctos. Estados Unidos, China, Rusia y Francia son los más destacados en producción de energía nuclear, además de un gran número de países del centro y el norte de Europa.

Esto podría explicarse nuevamente por las condiciones climáticas de muchos de esos países, ya que dificultan la producción de energías renovables como la solar o la eólica.

Cabe resaltar la apuesta por la energía nuclear de Francia, cuyo objetivo es neutralizar las emisiones de CO₂ para el 2050, además de conseguir la independencia energética del país. Es por eso por lo que el presidente Macron anunció la creación de 14 nuevos reactores en el país, sin dejar de lado el desarrollo de la energía eólica también.

Francia sería otro ejemplo de países que deciden utilizar la energía nuclear como método de transición a unas energías totalmente limpias, siendo de los mayores contribuyentes a proyectos como el ITER.

- Pregunta nº7: ¿Crees que existen motivos para estar en contra de la energía nuclear? En caso afirmativo, especifícalos.

Respuestas destacadas:

- “Los tratamientos para evitar la radiactividad no son seguidos por los responsables, lo que la convierte en una energía muy peligrosa y contaminante.”
- “Producen muchos residuos que tardan en degradarse, tienen que estar correctamente almacenados. Pueden surgir accidentes realmente graves, afectando a la población.”
- “Nefasto para el calentamiento global.”

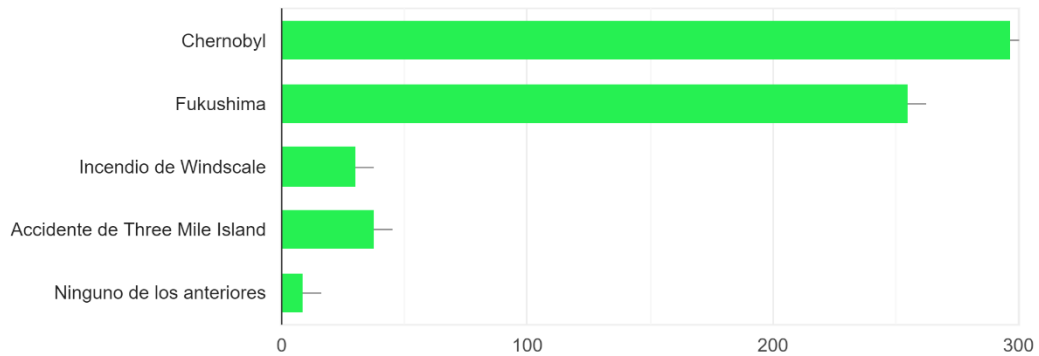
En contra a lo que mucha gente piensa, la energía nuclear y sus centrales no contaminan especialmente más que el resto, incluso podríamos decir que en comparación con otras es bastante más limpia (véase gráfico anteriormente mencionado). También se puede llegar a pensar que las centrales emiten gases efecto invernadero que aportan al calentamiento global, pero lo cierto es que el vistoso gas que sale de las centrales nucleares no es más que vapor de agua procedente del condensador. Este argumento podría considerarse insuficiente cuando observamos que las centrales producen aproximadamente 12g de

CO₂/kWh, similar a la energía eólica. Lo que podríamos tener en cuenta es la cantidad de contaminación que produce la construcción de una central y el transporte del combustible hasta ellas.

En cuanto a la radiactividad y las medidas de seguridad, nos hemos sorprendido al ver que una muestra de la población piensa que las medidas son pasadas por alto, haciéndolo una energía peligrosa. Lo cierto es que las medidas de seguridad en las centrales nucleares de generación III son muy estrictas: antes de construir una central se debe de hacer un estudio acerca del terreno en el que se situará para diseñarla de manera en la que pueda aguantar todo tipo de accidentes naturales, también se plantean accidentes hipotéticos para asegurarse de que la población no pueda ser afectada a niveles severos por estos, los productos radiactivos están totalmente aislados, los componentes pasan un control de calidad muy estrictos que garantizan la seguridad, los sistemas más importantes cuentan con un sistema duplicado de apoyo en caso de que fallen y por último cada cierto tiempo se somete a pruebas de mantenimiento y vigilancia para su correcto funcionamiento.

El verdadero problema de la energía nuclear de fisión sin duda son los residuos, estos tienen la gran desventaja de que aun pudiendo semidesintegrarse (en el mejor caso tardan alrededor de los 30 años), no los podemos eliminar completamente. Los residuos radiactivos de baja actividad normalmente son aquellos que se introducen en bidones mezclándose con alquitrán, hormigón u otros para después ser almacenados; mientras que los de alta actividad deben de ser primeramente almacenados en piscinas de agua dentro de la propia central, después pasan de 20 a 60 años almacenados en piscinas de combustible gastado o contenedores secos y finalmente se llevan a almacenes geológicos profundos de forma definitiva. Estas sustancias tienen una edad media muy larga, además de permanecer tóxicos durante muchos años.

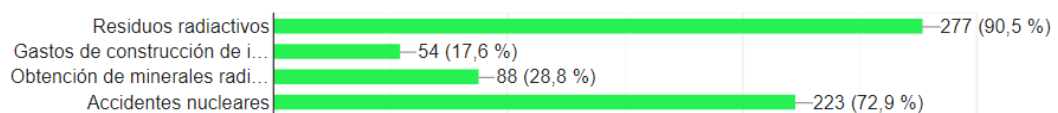
- Pregunta nº8: Indica cuántos de estos accidentes relacionados con la energía nuclear conoces: (Chernóbil, Fukushima, Incendio de Windscale, Accidente de Three Mile Island o ninguno)



Un 97,7% de las personas encuestadas conocen el desastre de Chernóbil, algo que por su puesto era de esperar junto con el accidente de Fukushima que es conocido por el 83,3% de los encuestados.

Esperábamos que los otros dos accidentes no fuesen tan conocidos como los otros dos, pero no por ello menos relevantes; ya que por ejemplo el accidente de Three Mile Island de 1979 (conocido por un 12,4% de los participantes), fue el que hizo que las medidas de seguridad en las centrales se reforzasen después de que un fallo en uno de los reactores provocase una fuga, y aunque nadie salió afectado directa ni indirectamente, el proceso de limpieza de la central duró 10 años y no fue nada sencillo.

- Pregunta nº9: ¿Conoces los mayores inconvenientes de la energía nuclear? Señala los que consideres más graves.



Como hemos dicho anteriormente, los residuos radiactivos son probablemente el mayor inconveniente propio de la energía nuclear debido a su difícil gestión y la incapacidad para deshacernos de forma definitiva de ellos.

También podríamos considerar la obtención de minerales radiactivos como un contaminante.

Los gastos de construcción de centrales de energía nuclear de fisión son ligeramente más elevados que los de otros tipos de centrales, pero tampoco siendo un gran inconveniente si tenemos en cuenta la rentabilidad de construir una, pero es cierto que los proyectos de investigación de la fusión nuclear necesitan financiación también.

Lo que resalta de estas respuestas es la elevada gravedad con la que la gente sigue considerando los accidentes nucleares. Las centrales, tras tantos años de evolución, han probado ser muy seguras. En primer lugar, para que el uranio 235 sea realmente peligroso y pueda generar una “bomba”, éste debe de estar un 90% enriquecido, mientras que el uranio de las centrales tiene un enriquecimiento de entre el 3 al 5%.

También hay que tener en cuenta la situación en la que los desastres nucleares como el de Chernóbil (considerado uno de los más fatales) ocurrieron. Chernóbil fue una central cuyo destino principal fue el militar y que poseía el fallo de no tener un edificio de contención, además de que las personas trabajando en esta no estaban lo suficientemente cualificadas y decidieron conllevar un experimento que evidentemente falló. Aun así, la imagen de una explosión nuclear de la central no es correcta, lo que hubo realmente es la fundición del reactor que provocó una explosión de vapor; esto hizo que el 5% del núcleo del reactor se liberase, depositando residuos nucleares a lo largo de Europa. Chernóbil fue sin duda un desastre devastador, pero a contrario de lo que se suele decir, solo 31 personas fallecieron de forma directa a causa de este, se estima que en los próximos años 4000 personas murieron de forma indirecta por resultado de la radiación; que realmente es menos de lo que la mayoría de las personas esperan siendo el peor caso. En desastres más actuales como el de Fukushima (2011), no hubo ninguna muerte que se asociara a esta.

- Pregunta nº10: ¿Recuerdas alguna representación de la energía nuclear en películas, series u otros medios de entretenimiento? ¿Podrías dar algún ejemplo? Respuestas frecuentes: Los Simpson, Chernobyl y Fallout.

Es de esperar que gran parte de la imagen que recogemos de diferentes temas sea a través de los medios de comunicación y entretenimiento, siendo así con la energía nuclear.

La sátira y sarcasmo que utilizan series de televisión o videojuegos al representar la energía nuclear a veces llega a distorsionar la percepción que las personas tienen sobre esta; como por ejemplo que la creencia de la mala gestión de los residuos nucleares nazca a partir de las bromas que aparecen en Los Simpson (peces con tres ojos, aguas contaminadas, manipulación de combustible nuclear sin protección, etc.); o que los efectos de la radiactividad se manifiesten de forma extrema como ocurre en Fallout (centauros, supermutantes, mutarachas, insectos gigantes, etc.).

Es por eso por lo que es importante recordar, como anteriormente mencionamos, que es simplemente sátira y no tomarlo muy en serio. Como con todas las cosas, debemos de recoger información de fuentes fiables.

Chernobyl en este caso no se aleja demasiado de la realidad, tomándose alguna licencia artística, pero siendo a la vez una serie que refleja con crudeza la serie de malas decisiones que se tomaron en la central y que juntas condujeron a la catástrofe.

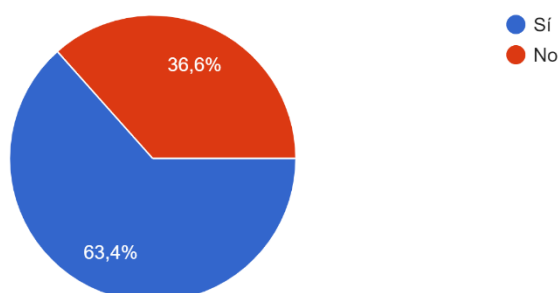
- Pregunta nº11: ¿Sabes hasta qué nivel afecta a la población el vivir cerca de una central nuclear sin usar protección?



Esta pregunta nos sirve para observar la cantidad de mitos que han pasado de generación en generación, y que aún muchas personas reconocen como la realidad, creando así el miedo hacia este tipo de energía.

Vivir en la misma ciudad que una planta nuclear sin que de forma individual usemos algún tipo de protección para la radiación no es diferente a vivir en una ciudad más. Como antes mencionamos, la seguridad de una central nuclear es inmensa y por supuesto no emite niveles de radiación que puedan ser perjudiciales para las personas que viven alrededor ni las que trabajan en éstas. Los científicos del campo y divulgadores suelen comparar la radiactividad que emite una planta nuclear, con la que emite un simple plátano; concluyendo con que vivir a 80 km de una central nos aporta la misma dosis radiactiva que un plátano, una radiografía equivale a 50 plátanos y un escáner de aeropuerto equivale a 2 plátanos. Por lo que no, vivir cerca de una central no aumenta el riesgo de contraer cáncer u otras enfermedades, ni mucho menos mutaciones o malformaciones.

- Pregunta nº12: ¿Estarías en contra de la construcción de una planta nuclear en tu ciudad?



Esta pregunta resume de cierta manera la opinión general que los encuestados tienen sobre la seguridad, impacto ambiental y económico de las centrales nucleares. Así la mayoría preferiría no vivir en el mismo lugar que una central por alguna de las razones antes mencionadas.

Podemos concluir a partir de esta encuesta que la opinión que la población tiene sobre la energía nuclear en general es realmente variada. A pesar de una clara desinformación por parte de muchos, cada vez hay más personas interesadas en el tema debido a su gran relevancia y su conexión directa con la crisis energética en la que vivimos hoy en día.

3.3. Entrevista a Raúl Pampín

Comenzamos la entrevista pidiendo la opinión de Raúl en un titular que en su momento fue polémico:

“¿Cómo consideras la decisión de Alemania de abandonar la energía nuclear a raíz del accidente de Fukushima?”

Él no dudo en tacharla rápidamente de precipitada, añadió también que dicha decisión se tomó en un mal momento para la imagen de esta industria, además de tratarse de un accidente sin un ápice de culpa humana. Actualmente una parte grande de la energía que utiliza la UE sigue proviniendo de centrales nucleares.

“¿Qué consecuencias tuvo para el resto de la UE, considerando la posición central en ella de Alemania?”

Tras aclararnos que no estaba informado en profundidad de los sucesos que esta decisión por parte de Alemania causó en otros países de la UE, Raúl nos planteó que, en la situación de una venidera crisis ecológica, la economía iba a acabar ayudando a olvidar sucesos como el de Fukushima y también hacer que la gente valore más detenidamente el verdadero riesgo de las centrales nucleares.

“¿Consideras que, en las centrales nucleares de última generación, los niveles de seguridad son casi absolutos? ¿O, al menos, lo suficientes para que resulten confiables?”

Está claro que la industria nuclear, tras la industria aeronáutica, es la más segura y que en casos como estos solo hace falta hacer una comparación riesgo/beneficio, “al igual que cuando te montas en tu coche al ir a trabajar o cuando tomas un vuelo”. Raúl nos dio su opinión aclarando que, aunque no exista nunca el riesgo cero, las revisiones de seguridad a las que son sometidas las centrales nucleares de última generación son “increíblemente excesivas”.

Tras esta introducción personal y más alejada del trabajo que desempeña nuestro invitado, procedimos a hablarle de diversos datos que recopilamos mediante encuestas a distintos grupos de edad y a pedirle asimismo que nos comentase lo que pensaba de estos.

“Un 77% de los encuestados no conocen la existencia del ITER, un 36, 4% piensan que vivir cerca de una central de fisión aumenta las probabilidades de desarrollar malformaciones e incluso cáncer, además de la idea errónea de que las centrales emiten gases invernadero. ¿Qué opinas de la desinformación y estigma en la sociedad sobre las energías nucleares?”

El problema que él encuentra no proviene de una desinformación científica, él cree que la sobreinformación y la poca visibilidad que se suelen dar a proyectos científicos es la causa de este desconocimiento generalizado. Un claro ejemplo de cómo “la ciencia realmente influye en la vida de la gente” se ha podido ver recientemente a raíz de la pandemia, Raúl comentaba como el covid-19 había puesto en órbita a toda la población acerca de temas relacionados con la virología.

“¿Crees que el debate sobre la energía nuclear está politizado?”

Hoy en día se utiliza como arma, siempre hay que tener en cuenta que “sobre este tema no hay debate racional”, nos comentaba el entrevistado. Habló del caso de España, donde él distingue un claro estigma irracional en torno al uso de energía nuclear, aclaró que la sociedad española en específico no era tan dependiente de esta forma de producir energía gracias a nuestras otras opciones verdes que nos son viables, pero añadió que en el caso de mirar a países como Finlandia e incluso Francia, el debate es inexistente ya que el beneficio no se puede poner en duda o barajarse con otras opciones que lo igualen.

“¿Crees que Francia ha acertado con su apuesta por la generación nuclear, frente al modelo español, más centrado en las renovables?”

“No lo sé, un país como Francia se lo puede permitir”. Hablamos de cómo la nuclearización fue debido al avance de estas tecnologías después de la guerra, dejando de ser utilizada como arma nuclear y convirtiendo la energía atómica y los avances en esta en un bien propio.

Por otro lado, Raúl volvió a comparar a Francia y Finlandia hablando de como el primero sí que puede llegarse a plantear un acercamiento al modelo español, cosa que es imposible por parte de Finlandia debido a la escasez de horas de luz y demás fuentes naturales de energía.

“¿Crees que la actual crisis energética, en concreto la referida al gas ruso, podría impulsar la vuelta a la energía nuclear en la UE?”

“Totalmente”, Raúl dejó claro que la gente cambia rápidamente de opinión cuando se nota en el bolsillo, a los precios a los que se encuentra el kilovatio hora actualmente en España las personas no van a plantearse de manera tan crítica como combatir estas subidas.

“¿Qué prejuicios crees que existen sobre la energía nuclear? ¿Crees que la oposición a la energía nuclear en España puede ser una suma de prejuicios ideológicos y desconocimiento técnico?”

“Es la izquierda quién tradicionalmente tiende a clausurar la industria nuclear mientras que la derecha opta por, al menos, mantenerla”. El entrevistado habló de las pocas centrales nucleares existentes a día de hoy en España, y la poca expectativa de vida que se les podía atribuir sin un mantenimiento óptimo.

Raúl volvió a insistir en que España es un país con opciones, pero que no debería descartar completamente utilizar la energía nuclear también, teniendo en cuenta que la disposición de esta no es irregular a diferencia de las energías renovables.

“¿Qué opinas de que la energía nuclear se haya considerado una energía verde? ¿Cuáles son los motivos por los que se ha implementado como tal a la lista de energías verdes?”

“Creo que el motivo es que países del norte no pueden permitirse prescindir de ella, además, en términos de emisión de dióxido de carbono a la atmósfera, la industria nuclear se podría llegar a considerar verde”. Donde Raúl cree que el interés político mejor se muestra es en el caso de querer añadir también el uso del gas natural como energía verde, siendo obvio que esto solo se debe a que Alemania dispone de este recurso, y cree necesario que pueda acceder a subvenciones y privilegios.

“¿Es cierto que cada vez más sectores del movimiento ecologista están a favor de la vuelta a la energía nuclear?”

Aunque nuestro entrevistado no estaba muy enterado, nos dijo que al final todo de trataba de un balance, la izquierda siempre estará menos a favor, como es el caso de nuestro país, donde el voto fue en contra de considerar verde la energía nuclear, esta decisión nos afectaría negativamente como país que invierte en energías renovables y que muchas veces se ayuda de subvenciones por parte de la Unión Europea.

Quisimos finalizar la entrevista con unas preguntas más cercanas además de también pedir a nuestro invitado una pequeña visión hacia el futuro desde el punto de vista de su trabajo.

“¿Qué ves más acertado técnicamente para conseguir la reacción de fusión, el sistema europeo o el norteamericano?”

La diferencia entre estos dos sistemas es la manera de contener el plasma, Imanes (sistema europeo) o láseres (sistema norteamericano).

El trabajo realizado en el ITER trata de conseguir una contención magnética, frente a la contención inercial del otro sistema, Raúl procedió a explicarnos más detenidamente como se trata de dos sistemas con diferentes intenciones, el norteamericano es una tecnología basada principalmente en desarrollo militar, ya que el dinero de la subvencionas viene directamente del ministerio de defensa americano.

“¿Cuándo crees que el ITER será capaz de darnos más energía de la que demanda? ¿Y para cuándo los primeros reactores nucleares comerciales?”

La fecha que tienen establecida es 2025, cuando se terminará la construcción y comenzarán por fin a hacer pruebas de funcionamiento, y tras un periodo 10 años dedicado a su mejora que se denomina “Comissioning”; el ITER será capaz de producir más energía de la necesita, estamos hablando del año 2035. Para finalizar la previsión Raúl también nos comentó que definitivamente las tareas en torno al ITER van con calma.

4. CONCLUSIONES

En el transcurso de estos últimos meses, durante la investigación y creación de este trabajo; hemos sido testigos de más y más nuevas noticias sobre la crisis energética, hemos escuchado a nuestros padres y adultos más cercanos quejarse sobre el precio de esta e incluso hemos tenido que tomar conciencia de cómo y cuánto la utilizamos para intentar mantener una estabilidad económica.

El problema es real, está aquí, y hay que encontrar una o varias soluciones para salir adelante, es por eso que decidimos orientar un tema tan interesante como el de la física nuclear a una de las soluciones que nuestras posibilidades nos brindan.

A partir de la información recopilada en nuestro trabajo, podemos decir que la energía nuclear podría servir como una energía de transición a las renovables o a otras con residuos no tóxicos ni radiactivos, como la energía de fusión nuclear que en un futuro no tan lejano podremos utilizar. La energía nuclear podría darnos una solución a corto-medio plazo, dándonos estabilidad económica y en algunos sentidos, medioambiental, pero ¿qué hay de la estabilidad social?

A pesar de tener toda la información que necesitamos al alcance de nuestras manos, parece que todavía existen muchos prejuicios y falsas ideas sobre la energía nuclear que es imprescindible que corriamos; sin olvidarnos de que, como todo, también tiene ciertas desventajas que otros tipos de energía no tienen. Lo que es realmente importante es crear una opinión fundamentada con información verídica y real, imprescindible de que sea a favor o en contra, y eso es lo que también queremos comunicar con nuestro trabajo.

5. AGRADECIMIENTOS

Primeramente, queríamos dar gracias a Raúl Pampín por brindarnos su tiempo y por tomarse la molestia de preparar tanto la entrevista como la explicación previa a esta, que resultó muy gratificante y significativa en cuanto a nuestro entendimiento sobre el tema que tratamos. También agradecemos su comportamiento, ya que resultó ser una persona muy agradable y cercana.

Queríamos agradecer la cooperación y pequeñas aportaciones creativas por parte de nuestros tutores: Jorge Huidobro y Héctor Llamas. Tanto por concedernos la entrevista como sugerencias de posibles preguntas, ideas que incorporar al trabajo y por supuesto el gran apoyo.

Por último, creemos que también debemos de reconocer nuestra gratitud a todas las personas que participaron en nuestra encuesta, tomándose la molestia de responder con sinceridad y desde su punto de vista.

¡Muchas gracias!

6. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, S. (2022, 5 febrero). España no financiará nuevas nucleares ni plantas de gas. [elEconomista.es](https://www.economista.es).

<https://www.economista.es/energia/noticias/11602407/02/22/Espana-no-financiara-nuevas-nucleares-ni-plantas-de-gas-.html>

Breva, J. G. (2022, 20 abril). ¿Por qué la Unión Europea no habla de Eficiencia Energética? Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias.

<https://www.energias-renovables.com/panorama>

CSN. (2016). La Energía Nuclear.

<https://www.csn.es/documents/10182/927506/La+energ%C3%ADa+nuclear+%28Monograf%C3%ADa%29#:~:text=La%20fisi%C3%B3n%20nuclear%20es%20la,y%20grandes%20cantidades%20de%20energ%C3%ADa.>

¿Cuáles son los distintos componentes de una central nuclear? (2020, 25 noviembre).

Foro Nuclear. <https://www.foronuclear.org/actualidad/a-fondo/cuales-son-los-distintos-componentes-de-una-central-nuclear/>

Díaz, J. (2022, 23 febrero). Nuevos reactores nucleares seguros para generar electricidad más barata. [elconfidencial.com](https://www.elconfidencial.com).

https://www.elconfidencial.com/tecnologia/novaceno/2022-02-21/reactores-nucleares-compactos-plomo-suecia_3379436/

E. (2022, 4 enero). Las renovables han producido en 2021 en España más electricidad que la nuclear y el gas natural juntos. Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias.

<https://www.energias-renovables.com/panorama/las-renovables-han-producido-en-2021-en-20220104#:~:text=En%20diciembre%2C%20y%20seg%C3%BAn%20datos,el%20mismo%20periodo%20de%202020>

El Robot de Platón. (2022, 15 abril). ¿Es la Energía Nuclear para Todos? [Vídeo].
YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Ttc2clfZmtk&feature=youtu.be>

Energía de fusión. (2018). Laboratorio Nacional de Fusión.
<http://www.fusion.ciemat.es/energia-de-fusion/>

Energía NUCLEAR: las MENTIRAS de Greenpeace (y otros). (2019, 27 julio). [Vídeo].
YouTube.
https://www.youtube.com/watch?v=YNPvBU43oYg&ab_channel=DateUnVlog

Europa Press. (2021, 10 noviembre). Casado y Abascal reprochan a Sánchez no apostar por la energía nuclear y le piden mirar a Francia. europapress.es.
<https://www.europapress.es/economia/energia-00341/noticia-casado-abascal-reprochan-sanchez-no-apostar-energia-nuclear-le-piden-mirar-francia-20211110120726.html>

ITER. (2016). ITER. <https://www.iter.es/>

ITER y la energía de fusión. (2018). FGCSIC.
https://fgcsic.es/lychnos/es_es/articulos/iter_y_la_energia_de_fusion

Kardoudi, O. (2022, 9 abril). Logran la 'fusión nuclear fría' por primera vez en la historia. elconfidencial.com.
https://www.elconfidencial.com/tecnologia/novaceno/2022-03-29/logran-fusion-nuclear-fria-por-primera-vez-historia_3399718/

López, J. C. (2021, 3 diciembre). La energía nuclear es la que menos CO2 emite en todo su ciclo de vida: esto es lo que asegura el último. . . Xataka.
<https://www.xataka.com/energia/energia-nuclear-que-co2-emite-todo-su-ciclo-vida-esto-que-asegura-ultimo-informe-naciones-unidas>

Ordiz, E. (2022, 2 febrero). El debate nuclear en España: cómo nos afecta que se declare 'verde', cuántas centrales existen y cuándo tocan. *www.20minutos.es* - Últimas Noticias. <https://www.20minutos.es/noticia/4936453/0/claves-papel-espana-importancia-energia-nuclear-transicion-ecologica/>

Planas, O. (2022, 28 enero). Residuos radiactivos: clasificación y gestión de residuos nucleares. *Energía Nuclear*. <https://energia-nuclear.net/que-es-la-energia-nuclear/residuos-nucleares>

¿Qué medidas se toman para garantizar la seguridad de una central nuclear? (2020, 15 mayo). *Foro Nuclear*. <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-proteccion-radiologica-y-radiacion/que-medidas-se-toman-para-garantizar-la-seguridad-de-una-central-nuclear/>

RTVE.es/AGENCIAS. (2022, 10 febrero). *Macron anuncia la creación de 14 reactores y refuerza así su apuesta por la energía nuclear*. *RTVE.es*. <https://www.rtve.es/noticias/20220210/francia-macron-refuerza-apuesta-energia-nuclear/2288280.shtml>

The Truth About Nuclear Energy. (2021, 25 marzo). [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=gIM80kRWbes&ab_channel=AsapSCIENCE

We Went Inside the Largest Nuclear Fusion Reactor. (2022, 13 abril). [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=4BkOUOK0XzM&ab_channel=TheB1M

Why You're Wrong About Nuclear Power. (2021, 19 marzo). [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=J3znG6_vla0&ab_channel=KyleHill

Enlace de la entrevista a Raúl Pampín:

[charla fusion con Raul Pampin \(F4E\)-20220215_122917-Meeting Recording.mp4](#)