

LA TECNOLOGÍA NUCLEAR: ¿ÁNGEL Y DEMONIO?

Alumno: **AMAYA, Julián**

Escuela: Colegio Nacional Dr. Arturo U. Illia, Mar del Plata, Buenos Aires

Profesor: URIBARRI, Alejandra

1. Introducción

A lo largo de esta monografía analizaremos a la energía nuclear con la finalidad de entender las enormes ventajas que nos otorga, junto con algunas de sus problemáticas. Éstas las considero un desafío, tanto a la ciencia como a la sociedad, que deberemos superar si aspiramos a desarrollar nuestro potencial. Hoy en día, encontramos diversas aplicaciones pacíficas que nos ayudan a mejorar nuestra calidad de vida y nuestros conocimientos científicos. Además, la creciente demanda energética global que pareciera no tener fin, debe ser llevada a cabo dentro de un marco de sustentabilidad ecológica, y la energía nuclear es una de las mejores postulantes para solucionar la crisis energética.

Al momento de analizar ciertas polémicas concernientes a la energía y tecnología nuclear como, por ejemplo, la validez de las críticas que se le realizan o la falta de información de parte de la sociedad, surge un debate interesante y sumamente importante. Es nuestra obligación tomarnos un momento para reflexionar y así evitar severos problemas medioambientales que afectarían a las generaciones futuras. Este debate, surgido hace ya muchos años, nos muestra muy claramente la importancia de la ciencia y la tecnología para nuestra propia supervivencia. “El mundo está hoy en una crisis de cuyo alcance aún no se han dado cuenta quienes poseen el poder sobre las decisiones de gran trascendencia acerca del bien y del mal”, comentó el gran científico Albert Einstein en relación a la falta de información.

“El conocimiento científico es un poder que permite hacer el bien o el mal, pero no lleva consigo las instrucciones de cómo usarlo. (...) A cada hombre le es dada la llave hacia las puertas del cielo; la misma llave abre las puertas del infierno. (...) a pesar del hecho de que pudiese producir un enorme horror en el mundo, la ciencia es de valor, debido a que puede producir algo.” Richard Feynman planteó hace ya muchos años la cuestión del cielo y el infierno que genera la ciencia con sus avances, aplicándose a todas sus ramas. Hoy en día, poseemos por primera vez en la historia de la humanidad un potencial increíble para expandir nuestros conocimientos científicos, y también tecnologías con la finalidad de mejorar nuestra sociedad y calidad de vida. Está en nuestras manos la llave: solo falta decidir que puerta ansiamos abrir.

2. Preocupación pública

Día a día una creciente preocupación social en torno a diversas actividades dañinas al medio ambiente provoca que no nos detengamos a considerar sus beneficios, dados sus elevados impactos ambientales. En el caso de la energía nuclear, podemos encontrar problemas en cualquier parte de su proceso, cegándonos a encontrar el punto medio al cual debemos aspirar: el establecimiento de fuentes de energía renovables, acompañado de la energía nuclear para lograr reducir el uso de combustibles fósiles. Para lograr comprender las problemáticas del proceso requerido para la fabricación de nucleoelectricidad, por un lado, debemos estudiar detalladamente cada una de sus etapas. Por otro, los costos de la producción de nucleoelectricidad se encuentran ligados a una enorme cantidad de variables geográficas, tecnológicas, sociales y políticas que no podemos despreciar. A lo largo de la historia del desarrollo nuclear, diversos países establecieron que no permitirían su uso hasta que se hubiera armado un plan factible para su correcta implementación. Las posibilidades del establecimiento de esta fuente como principal en la generación de electricidad en un futuro no muy lejano, aumentan diariamente junto con la demanda energética. Lo que no deben descuidarse en ningún momento son las planificaciones, estudios e implementaciones de todas las medidas que caracterizan a esta fuente.

Los crecientes grupos opositores por un lado, y la mayor relevancia de los problemas medio ambientales por otro, han desembocado en una compleja situación de constante debate. Luego de un análisis de diversos textos y autores, me parece importante mencionar cuatro aspectos claves a considerar al momento de analizar las falencias de la nucleoelectricidad:

1 - La problemática de los *desechos radiactivos*, teniendo en cuenta su procesamiento y destino. Los desechos radiactivos son quizás la mayor problemática de la energía nuclear, ya que el tiempo de vida media de muchos de los radioisótopos constituyentes de los residuos abarcan períodos de tiempo de cientos, miles e incluso millones de años. Al escuchar nombrar elementos como Cesio 135, Neptunio 237, Plutonio 239, Tecnecio 99, Torio 230 o Yodo 129, y estudiar sus períodos de semidesintegración (16 millones de años para el Yodo 129, por ejemplo), nos damos cuenta de que hasta las mismas estructuras y modelos diseñados por el hombre para conservar este tipo de residuos no serán funcionales el tiempo necesario para que pierdan sus efectos nocivos sobre la humanidad. Por lo tanto, nos damos cuenta de que nos hallamos frente a una problemática sin precedentes históricos, si bien existen y se siguen desarrollando salidas a este problema.

2 - La **disponibilidad** del uranio y demás elementos necesarios para el funcionamiento de las centrales nucleares. Teniendo en cuenta que intervienen principalmente recursos no renovables, debemos planificar un modelo ecológicamente sustentable (si bien el principal mineral involucrado en el combustible, el uranio, es aproximadamente 800 veces más abundante que el oro y 40 veces más que la plata, encontrándose en una proporción similar al plomo o cobalto, entre otros). Debido al impacto ambiental de algunas actividades como, por ejemplo, la minería, surgen medidas políticas que complejizan el sistema de exportación e importación. Este es tan solo un ejemplo que nos demuestra que el uso de la tecnología nuclear se halla fuertemente determinado por las decisiones políticas (y también por las relaciones internacionales, por supuesto).

3 - La problemática de la implementación de la energía nuclear con **finés bélicos**. Si bien este es un tema muy interesante pero delicado al momento del debate, no me detendré en un profundo análisis ya que considero que no puedo simplificar un tema de tal magnitud a tan solo unos pocos renglones. Pero una conclusión que cualquiera puede extraer fácilmente es que estas armas no le proporcionarán ningún bien a las sociedades. Es necesario el desmantelamiento de los programas nucleares, junto con la finalización de disputas irracionales de poder para dar lugar a una cooperación mundial para establecer una sociedad superior acompañada de una mejora en la calidad de vida. Pero si, por otro lado, decidimos continuar con las disputas de poder entre las grandes potencias, destinando cuantiosos presupuestos y gran parte de la comunidad científica a la tarea de la defensa preventiva mediante el desarrollo de nuevas formas de aniquilarnos, entonces, como afirmó Carl Sagan, “tarde o temprano esta peligrosa mezcla de ignorancia y poder va a explotar en nuestras caras”.

4 - Los **problemas medio ambientales y biológicos** relacionados con las radiaciones ionizantes de accidentes, armas de destrucción masiva y desechos radiactivos, entre otras fuentes. Al escuchar los casos de los accidentes más grandes de la historia de la humanidad, como Chernóbil en 1986 o Fukushima en 2011 (o Three Mile Island en 1979, de menor nivel) entre otros, nos surge una alta desconfianza hacia estas tecnologías que analizamos. Si bien los científicos implementan todas las medidas de seguridad necesarias, a veces mediante fallas mecánicas, humanas o accidentes naturales, las mismas no son suficientes para contener a esos fenómenos. Las consecuencias son devastadoras, y si bien los casos son porcentualmente mínimos comparados con todos los años que lleva desarrollados la energía nuclear, estos han generado polémicas difíciles de contrarrestar. Otro gran impacto desde el punto de vista biológico es la problemática de la utilización del agua: las centrales nucleares utilizan enormes cantidades proveniente de ríos generalmente, pero al descartarla lo hacen aumentando levemente su temperatura. Esto genera un gran impacto en los ecosistemas relacionados con esas fuentes de agua.

Hoy en día Francia se posiciona como primero en la producción de nucleoelectricidad, con un 78% de su energía eléctrica proveniente de esta fuente (hacia junio de 2011), mientras que a escala mundial se calcula tan solo el 17%. Si tenemos en cuenta los casi 66 millones de habitantes de ese país, su producción de nucleoelectricidad es muy notable, pero si extrapoláramos ese porcentaje a toda la producción mundial, estaríamos frente a una crisis ambiental que sólo nos cabe imaginar. Dentro de la planificación para el establecimiento de nuevas fuentes energéticas no será necesario que la energía nuclear alcance esas cifras: al aumentar la cantidad de centrales nucleares, lograremos reducir el uso de combustibles fósiles, favoreciendo a un surgimiento de mayor cantidad y calidad de fuentes de energía renovable.

3. La situación argentina

Reflexionemos acerca del caso de Argentina: producimos un total, según el sitio oficial de la CNEA, de 8% de la energía eléctrica que consumimos, mediante las centrales nucleares Atucha I y Embalse. Nuestra gran extensión territorial, junto con su correspondiente distribución latitudinal, favorece geográficamente el establecimiento de diversas formas de producción de energía eléctrica, como, por ejemplo, hidroeléctrica, nuclear, solar, eólica, o por combustión de combustibles fósiles, entre otras. Desde un punto de vista académico, el Instituto Balseiro es el único en Latinoamérica capaz de generar profesionales de excelencia en el área de Ingeniería Nuclear (entre otras disciplinas), aspecto que nos favorece no solo en lo cultural y científico, sino también en la investigación, planificación y aplicación de los usos pacíficos de la energía nuclear. Mencionaré a continuación dos proyectos que se están desarrollando en nuestro país en relación a la nucleoelectricidad:

Proyecto CAREM: este proyecto consiste en un prototipo de la primera central nuclear de baja potencia (25Mw) diseñada y construida en el país. Permitirá a Argentina reafirmar su capacidad nuclear en reactores de mediana y baja potencia. Será emplazado en Lima junto con las centrales Atucha I y Atucha II. Este prototipo nos ofrece, por un lado, una muy buena solución para abastecer a pequeñas y medianas poblaciones relativamente aisladas, y por otro, una opción distinta a las grandes centrales de alta potencia (generando cantidades de residuos menores y más manejables, utilizando menores volúmenes de agua y requiriendo menores cantidades de combustible, entre otras ventajas).

Atucha II: es una central nuclear que se encuentra actualmente en construcción, luego de su aprobación en 1994. Se calcula que aportará al Sistema Interconectado Nacional la mayor cantidad de Mw producida en una central nuclear argentina. Producirá junto con estas otras dos un total de 11,38% del total de la energía eléctrica del país. Se espera que este año Argentina destine aproximadamente entre 13 y 15 mil millones de dólares a la importación de energía. Esto nos ayuda a destacar la importancia del desarrollo de métodos para autoabastecernos, y poder lograr aprovechar nuestros recursos y potencial.

4. Avances del uso pacífico de la energía nuclear

- **Nucleoelectricidad:** La nucleoelectricidad es quizás la más difundida e importante de las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear. Hacia el 1 de enero de 2012, un total de 429 centrales se hallaban en servicio. Una de las principales ventajas de esta fuente de energía frente a los combustibles fósiles es su bajo efecto contaminante sobre el medio ambiente, aspecto clave al momento de analizar una rápida escapatoria a esta problemática. Además las cantidades de combustible nuclear a transportar son mucho más pequeñas que las de combustibles fósiles, dada su enorme energía por unidad de peso.

- **Medicina nuclear:** La medicina nuclear es otra de las más importantes aplicaciones que se le ha dado a la energía nuclear, consistiendo definitivamente en un “ángel”. Considero que esta aplicación es importantísima para la sociedad y que debe investigarse e incentivarse más este campo. Se utiliza a escala global para diagnósticos y tratamientos de enfermedades. A diferencia de las imágenes obtenidas mediante radiología, las obtenidas mediante radiofármacos muestran el funcionamiento de los órganos y tejidos o sus alteraciones a nivel molecular. Algunas de sus aplicaciones son: Gammagrafía (renal, de tiroides, ósea, con Galio-67, etc.) o Centellograma Tiroideo (con Tecnecio 99 o Yodo 131), entre otras.

- **Irradiación de alimentos:** Otro recurso del que disponemos es el de la irradiación de alimentos, un método para su conservación. Se expone al alimento a la acción de radiaciones ionizantes durante cierto tiempo, permitiéndonos aplicarle un tratamiento capaz de conservarlo durante años a temperatura ambiente. Este mismo tratamiento es aplicado también para la esterilización de materiales médicos, por ejemplo.

- **Aplicaciones agrarias:** En relación con las aplicaciones agrarias, hallamos que se utiliza en la investigación de la fertilidad de los suelos y en la erradicación de plagas (Técnica del Insecto Estéril, por ejemplo). Mediante el uso de radiación se puede, por ejemplo, generar mutaciones genéticas que permiten la variabilidad de especies vegetales, logrando variedades con características determinadas por el investigador, como, por ejemplo, resistencia superior, vida más prolongada y capacidades reproductivas favorables.

- **Aplicaciones medioambientales:** Existen técnicas isotópicas que permiten trabajar para la mejora del medio ambiente. Algunas se utilizan para detectar y analizar diversos contaminantes, por ejemplo, mediante la irradiación de una muestra para analizar su emisión de espectro y lograr determinar los elementos constituyentes de la muestra (espectrofotómetros). De esta manera se logran detectar diversos contaminantes en el medio ambiente, algunos con los cuales nos hallamos en directo contacto diario.

5. Importancia de los organismos reguladores

Es necesario destacar el papel que cumplen organismos como el Organismo Internacional de Energía Atómica, que ha logrado llevar a cabo tratados de vital importancia, como el Tratado de No Proliferación de las Armas Nucleares hacia mediados de los años 70 o el Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares en 1996, entre otros. Es importante que posean autoridad al momento de asesorar en la toma de decisiones ya que agrupan especialistas que se encargan justamente de la evaluación de los distintos problemas correspondientes a los campos en los cuales se especializan.

Debemos evitar el uso de la ciencia con fines bélicos, hecho que genera un retraso mundial de la misma. Si analizamos la historia encontraremos antecedentes en el proyecto Manhattan (que empleó gran cantidad de los mejores y más reconocidos científicos del mundo para lograr desarrollar la bomba nuclear), y también en la Guerra Fría. “No alcanza con evitar el inicio de las hostilidades, para asegurar la paz. Por esto, la paz es algo que debe ser “implantado”; porque no alcanza con no romper las hostilidades para asegurar la paz” - Immanuel Kant. Gracias a esto considero necesario que, además de estimular la inversión en educación e investigación, se preste especial interés en la formación moral y ética de los profesionales. Muchas veces la gente encuentra su pasión en la ciencia pero olvida la importancia de la moral, la ética y los derechos humanos, y lamentablemente ya hemos visto como a lo largo de la historia han resultado estas situaciones.

6. Conclusión

A modo de conclusión, realizaré un resumen de mi postura: considero que la energía nuclear es un recurso que, correctamente implementado, nos otorga beneficios increíbles en lo científico y en lo social, por lo que no debe descartarse una vez presentados sus problemas. Consiste en un desafío que deberemos superar, dada la creciente demanda energética. También me parece importante destacar que deben implementarse políticas que mejoren la calidad educativa y la posibilidad al acceso, no solo con la finalidad de ampliar la comunidad científica, sino nuestra comprensión de la tecnología y ciencia que intervienen en nuestras vidas para lograr mejorar como sociedad. “Vivimos en una sociedad exquisitamente dependiente de la ciencia y la tecnología, en la cual nadie sabe nada acerca de ciencia y tecnología”, comentó correctamente Carl Sagan.

En relación con esa falta de información y el rápido avance de las teorías científicas, el físico Stephen Hawking comenta: “Solo unas pocas personas pueden ir al paso del rápido avance de la frontera del conocimiento, y tienen que dedicar todo su

tiempo a ello y especializarse en un área reducida. El resto de la población tiene poca idea de los adelantos que se están haciendo o de la expectación que están generando.” Otro de nuestros desafíos consistirá en revertir este hecho para lograr salir de esta situación de desinformación, tanto de gente ocupada de tomar decisiones claves como de gente que debe votarlas.

Desde un punto de vista económico, según estadísticas de la Asociación Nuclear Mundial, resulta claro que la energía nuclear es más económica en comparación con la energía eléctrica basada en el carbón o en el gas. Si analizamos el ciclo completo del uranio y tenemos en cuenta los gastos asociados a la investigación, proyección, construcción, instalación, etc., encontramos que muchos de esos gastos son menores en la producción eléctrica generada por el gas o el carbón. Pero analizando la rentabilidad a mediano y largo plazo, las cantidades de combustible necesitadas, la disponibilidad mundial de las mismas y el efecto contaminante sobre el medio ambiente, entre otras cuestiones, encontramos que la energía nuclear, llevada a cabo mediante una correcta planificación, apoyo de los Estados y de la comunidad científica internacional, es mucho más rentable y estratégica si la pensamos como un transición hacia el establecimiento de nuevas energías “limpias”, renovables y poco contaminantes. Será indispensable hacer uso de la energía nuclear como mínimo algunas décadas más, pero no debemos abusar de ella una vez conocidos sus problemas. Llegue o no la nucleoelectricidad a ser reemplazada algún día completamente por energías renovables, no deben dejarse de investigar sus increíbles aplicaciones dentro de otros campos.

Al poseer un solo planeta, debemos darnos cuenta que la correcta implementación de ciertas tecnologías muchas veces no será la más económica, pero dentro de una correcta planificación a futuro en un marco de sustentabilidad ecológica, será esa implementación la que nos permitirá satisfacer nuestras necesidades como sociedad y garantizar las de futuras generaciones. De lo contrario deberemos establecer si la prioridad será la economía o nuestra subsistencia.

“Una sociedad se define no sólo por lo que crea sino también por lo que decide no destruir.”

Edward Osborne Wilson

7. Bibliografía

- Deese, David A.; 1981; *Energía nuclear y desechos radiactivos: ¿eliminación en el subfondo del mar?*; Buenos Aires; Editora Distribuidora Argentina.
- Schurr, Sam H.; Marschak, Jacob; 1952; *Aspectos económicos de la energía atómica*; México; Fondo de Cultura Económica.
- Barrios, Miguel Ángel; 2009; *Diccionario latinoamericano de seguridad y geopolítica*; Buenos Aires; Biblos :lexicón;; pág. 27.
- Hawking, Stephen: “*Historia del Tiempo*”. Disponible en: http://antroposmoderno.com/word/Stephen_Hawking_Historia_del_Tiempo.pdf [Consulta: 13/05/2014].
- Kant, Immanuel; 2001; *La Paz Perpetua*; Buenos Aires; Longseller.
- Schneider, Mycle: “*El declive programado de la industria nuclear*”. El Atlas VI; Le Monde Diplomatique; 2012; Capital Intelectual; Buenos Aires.
- Le Loët, Karine: “*Sorprendente geopolítica e las materias primas raras*”. El Atlas VI; Le Monde Diplomatique; 2012; Capital Intelectual; Buenos Aires.
- FARN: “*Energía nuclear y perfectivas*”. Disponible en: <http://www.profesorjimenez.com.ar/documento.pdf> [Consulta: 10/04/2014]
- U.S. Department of Energy: “*The history of nuclear energy*”. Disponible en: http://energy.gov/sites/prod/files/The%20History%20of%20Nuclear%20Energy_0.pdf [Consulta: 10/04/2014]
- IAEA: “*Environmental Impacts of the Production and Use of Nuclear Energy*”. Disponible en: <http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull222/22204742329.pdf> [Consulta: 10/04/2014]
- OIEA: “*La energía nuclear, tema de preocupación pública*”. Disponible en: http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull201/Spanish/20104705462_es.pdf [Consulta: 10/04/2014]
- Instituto de Fusión Nuclear, Universidad Politécnica de Madrid: “*La energía nuclear, segura, limpia y barata, para cumplir con Kyoto*”. Disponible en: <http://www.abc.es/gestordocumental/uploads/nacional/faes.pdf> [Consulta: 10/04/2014]
- GEIC: “*Desafíos Ambientales de la Energía Nuclear*”. Disponible en: <http://geic.files.wordpress.com/2011/06/ai-011-20111.pdf> [Consulta: 10/04/2014]
- GEIC: “*La energía nuclear en la política internacional: pasado y presente*”. Disponible en: <http://geic.files.wordpress.com/2010/12/la-energ3ada-nuclear-en-la-polc3adtica-internaciona-pasado-y-presente.pdf> [Consulta: 10/04/2014]
- Peña Rodríguez, María Fernanda: “*Ventajas y Desventajas del Uso de la Energía Nuclear*”. Disponible en: <http://www.cie.unam.mx/~rbb/Lic/nuclear/MariaFernandaPenaRodriguez.pdf> [Consulta: 10/04/2014]
- Comisión Nacional de Energía Atómica <http://www.cnea.gov.ar/>

- World Nuclear Association: "*The Economics of Nuclear Power*". Disponible en: <http://www.world-nuclear.org/uploadedfiles/org/info/pdf/economicsnp.pdf> [Consulta: 14/04/2014]
- Wikipedia.org: "*Proyecto Manhattan*". Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Proyecto_Manhattan [Consulta: 15/04/2014]
- Wikipedia.org: "*Medicina nuclear*". Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Medicina_nuclear [Consulta: 04/06/2014]