

# TECNOLOGÍA NUCLEAR: ¿ÁNGEL Y DEMONIO? ¿EL PRINCIPIO DE DUALIDAD APLICADO A LA CIENCIA?

Alumno: **LORENZEN, Lautaro**  
Escuela: E.P.E.T N° 14 - Neuquén  
Profesor Guía: **ROBINO, Daniel Horacio**

*“Los científicos dejan sus descubrimientos como hijos ilegítimos a la puerta de la sociedad, y los padres que los adoptan no saben ahora como criarlos.”*

*Ritchie Calder*

Cuando mencionamos o hablamos de la tecnología o de la energía nuclear, automáticamente pensamos en grandes reactores, lugares desiertos donde lo único que sabemos es que terminaron de esa forma debido a la radiación; un macabro fenómeno que elimina toda posibilidad de vida. Sin embargo, todos los días somos partícipes de la tecnología nuclear, tal vez sin ser muy conscientes de ello, ya que ocupa un lugar muy importante en nuestra sociedad aplicada a la industria, la hidrología, la minería, la agricultura y alimentación, la medicina, el arte, el medio ambiente, la exploración espacial, y cosmología entre otros, formando parte de nuestra vida cotidiana.

Desde el año 600 A.C, con Tales proponiendo por primera vez que los objetos estaban hechos de pedacitos minúsculos de materia, pasando por el descubrimiento del radio en 1898 de la mano de Marie Curie, hasta la actualidad, nuestro mundo y manera de pensar variaron enormemente. Hoy en día somos capaces de aprovechar las reacciones de los núcleos atómicos con distintos propósitos, ya sea para crear energía a través de la fisión, o aprovechando la radiación que emiten (rayos alfa, beta y gamma). El concepto que engloba estas prácticas, es el de tecnología nuclear.

## ***Buenas y malas son...***

Usualmente las visiones respecto de la tecnología nuclear destacan sólo sus aspectos positivos o bien se centran exclusivamente en los negativos.

Los argumentos en los que se apoya la primera postura son:

- Los reactores de fisión nuclear generan gran cantidad de energía independientemente de los recursos naturales (ríos, petróleo).
- Evita el calentamiento global al no emitir CO<sub>2</sub> en grandes cantidades.
- Es una fuente de energía eficiente y económica.
- Es una fuente de energía constante ya que funciona las 24hs los 365 días del año.
- El desarrollo de esta tecnología tiene aplicaciones importantísimas en el campo de la medicina. (Ej.: Métodos de diagnóstico a través de radiofármacos, tratamiento de tumores, etc.).
- El uso de esta tecnología para el control y mejoramiento de calidad de materiales y materias primas en la industria (esterilización de productos descartables, gammagrafías para verificar el interior de estructuras, etc.).
- Puede actuar a favor del medio ambiente (erradicación de placas, detección de fuentes de contaminantes, detección de focos de CO<sub>2</sub>, etc.).

Por otro lado, el cuestionamiento de estas tecnologías se basa en:

- La peligrosidad de la dispersión de partículas radiactivas residuales en el ambiente.
- Incorrecta manipulación de elementos radiactivos que ponen en riesgo la salud de los trabajadores y el medioambiente.

- La inexistencia de tratamientos para eliminar la radiactividad de residuos nucleares producidos en el proceso de fisión. (La pérdida de radioactividad en forma natural puede tardar hasta 25000 años).
- Accidentes nucleares. Tanto por errores humanos como por fenómenos naturales:
  - Chernobyl (1986): Una serie de descoordinaciones dieron lugar a una de las mayores tragedias a nivel humana y ecológica de todos los tiempos. Aún hoy siguen habiendo consecuencias debido a este suceso que abarco una extensión territorial mucho mayor que la prevista con las evacuaciones.
  - Fukushima (2011): Accidente producto de un terremoto de 8,9 grados.
- El uso de tecnologías nucleares para la destrucción intencional como dispositivo especialmente preparado para la guerra.

En un principio, la humanidad estaba completamente confiada y optimista respecto a la seguridad de los reactores: *“Las plantas atómicas que se están construyendo no pueden explotar, aun cuando toneladas de uranio se usan en sus reactores. Si un reactor se desarreglara, solo crearía un gran calor y se derretiría. El uranio derretido se contaminaría con el grafito y otros metales en el reactor y se “moriría”<sup>1</sup>*. Hoy en día, sabemos que esto no es verdad, ya sea por errores humanos, condiciones ambientales, mala suerte, o como quiera llamarse.

De todas formas, deberíamos diferenciar las consecuencias negativas intencionales que se manifiestan en conflictos bélicos, de las consecuencias que, si bien también son humanas, se producen en un contexto de mejoramiento de calidad de vida y desarrollo tecnológico.

En mi opinión, estas últimas forman parte de cualquier problema que pudo haber ocurrido en el desarrollo de la ciencia y la tecnología en la humanidad. Cabe destacar que de cualquier modo las consecuencias tanto premeditadas como las accidentales son igualmente atroces.

Llevadas a su máxima expresión, las miradas simplificadas generan una visión totalmente positiva (angelical) ligada a los beneficios que se obtienen en el uso de estas tecnologías, o una visión negativa (demoníaca) ligada a la gran amenaza para el medio ambiente y la humanidad que podría suponer un manejo irresponsable de estas técnicas. Más allá de estas argumentaciones a favor o en contra, se debe adoptar una noción crítica que no excluya la ciencia de sus contradicciones.

### *¿Quiénes somos todos?*

Durante el proceso de elaboración de esta monografía, pensaba en las consecuencias, los factores de riesgo, las posturas de la sociedad frente al tema, para qué es útil esta tecnología, los beneficios que supone, etc. Mientras recopilaba información, comencé a reflexionar sobre este último punto y noté que algo estaba faltando, ya que estaba viendo a la sociedad como una totalidad que se beneficia o perjudica en su conjunto con el uso de las tecnologías nucleares.

Tomemos en cuenta que esta tecnología está considerada dentro de las tecnociencias, las cuales se caracterizan por la multiplicidad de agentes que participan en su desarrollo (científicos, ingenieros, técnicos, políticos, empresarios, militares) y tienen una función instrumental, es decir que son medio para la acción y realización de objetivos donde la búsqueda de la verdad es sólo una de sus metas. En la tecnociencia intervienen varios intereses: los militares, económicos, políticos, y técnicos suelen ser los más relevantes. También actúan los valores morales, ecológicos, sociales, etc. Esta gran cantidad de intereses y valores puestos en juego muchas veces generan tensiones y conflictos. En este sentido, podríamos decir que la tecnociencia supone un acoplamiento entre ciencia y tecnología, y capitalismo. A partir de ahí me surgió la pregunta: Realmente, ¿quiénes son los beneficiados por los desarrollos tecnológicos nucleares?

Si bien en el caso de la medicina, en nuestro país, gracias a los hospitales públicos la mayor parte de la sociedad puede aprovechar estos avances para llevar una vida más saludable, o curar enfermedades que de otra manera serían terminales, en el resto de los casos como energía, y en especial en el de mejoramiento de la producción en masa de determinados productos, en mi opinión, se podría abrir un debate muy extenso y profundo.

¿Podríamos pensar que los que tienen una visión más positiva de la tecnología nuclear son aquellos que más se benefician con ella? ¿Aquellos que dentro de la sociedad tienen intereses vinculados a esta tecnología?

---

<sup>1</sup> Binder, Otto: *La energía atómica*. Libro de oro de estampas N°43 Ed. Novaro-México, México D.F, 1961. Página 15.

Por ejemplo, me pregunto, ¿Las industrias avanzadas que promueven el uso de la tecnología nuclear lo hacen para abaratar costos, facilitar y mejorar su producción y por lo tanto aumentar sus ganancias? ¿En qué medida los beneficios que tienen estos grupos económicos se traduce en un beneficio para el conjunto de la población? Me pregunto esto teniendo en cuenta que en la sociedad desigual y globalizada en la que vivimos, generalmente los beneficiados son unos pocos y la mayoría recibe esas mejoras de forma muy remota, o hasta a veces no recibe ninguna. Esto lo podemos ver en diversas situaciones en las que los mejoramientos tecnológicos benefician mucho a unos pocos, y poco, a muchos.<sup>2</sup>

También podríamos considerar a los científicos como un grupo interesado, pero esta vez en función del desarrollo y el avance del conocimiento. Sin embargo, estos no siempre quedan por fuera del sistema económico general, dado que el financiamiento de las investigaciones, puede provenir o del estado, o de las mismas empresas. Esto genera que muchas veces, lo investigado esté condicionado por los intereses de aquellos grupos.<sup>3</sup>

Como mencioné anteriormente, el estado tiene un rol crucial, ya que es una potencial fuente financiación de la investigación científica de un país. Sabemos que algunos estados están interesados en mantener el poder sobre otros, lo que lleva a que inviertan en investigación netamente vinculada al desarrollo de armas nucleares lo que provoca una desviación de la atención a las causas que realmente podrían beneficiar a las grandes masas poblacionales.

A mi entender, la posesión de este tipo de armamento genera una sensación de seguridad y una capacidad de extorsión muy elevada. La bomba atómica lanzada en Hiroshima permanece en nuestro recuerdo como una de las peores catástrofes relacionadas con intereses políticos y económicos provocada por líderes estatales. El presidente Harry Truman celebró el acontecimiento “*Hace 16 horas un avión norteamericano lanzó una bomba en Hiroshima, importante base militar japonesa. (...) Se trata de la bomba atómica. La fuerza de la cual el sol toma su energía ha sido desatada contra los que provocaron la guerra en extremo Oriente (...) Hemos gastado dos mil millones de dólares en la mayor aventura científica de la historia y hemos ganado*”<sup>4</sup>.

Una de las formas de abordar la complejidad de la ciencia, es pensar que puede ser vista en sí misma o bien en su relación con lo social. En este último caso, debemos preguntarnos quiénes son los responsables de sus efectos, quiénes deben tomar la responsabilidad de la contribución que la misma realiza a la sociedad, hasta dónde los desarrollos científicos deben intervenir en la misma y el desarrollo humano.

### ***Ciencia – Sociedad, el debate***

La ciencia, su alcance y sus límites, forman parte de una preocupación histórica del ser humano. Como ejemplo podemos citar las películas de terror clásicas como “El Prometeo moderno” y “El hombre invisible”, cuyos conflictos son claramente debido a la ambición “exagerada” de conocimiento de sus protagonistas.

Esto nos muestra que la ciencia y su aplicación requieren de un debate ético que evalúe las consecuencias de los diversos desarrollos tecnológicos. En este debate deberían participar no sólo los especializados en la materia sino ser de ámbito público, ya que todos nos vemos afectados por sus aplicaciones.

Quizás las consecuencias negativas más impactantes sean las del uso de las tecnologías nucleares, pero en muchas ramas de la ciencia puede haber efectos que merecen ser discutidos, como es el ejemplo de la manipulación genética, o las tecnologías móviles, redes que están vinculadas al control social, etc. Lamentablemente, no siempre estamos suficientemente informados para tomar una postura bien fundamentada; lo que nos puede llevar a posiciones tal vez ingenuas y extremistas (visión angelical - visión demoníaca).

Muchas veces la sociedad ve los temas científicos como ajenos y lejanos. Ni los medios de comunicación ni las escuelas suelen difundir los debates científicos actuales más relevantes. Si bien hay una apariencia de disponibilidad infinita de información en comparación a unos años atrás, más que nada debido a internet, la accesibilidad a esta es solamente potencial. Es decir, si uno no está mínimamente enterado sobre la

---

<sup>2</sup> Podemos citar como ejemplo el caso del petróleo con el cual estoy familiarizado por vivir en la ciudad de Neuquén. Aquí podemos ver que por más que mejoren las tecnologías y la producción, no se refleja un mejoramiento de la calidad de vida de grandes grupos poblacionales, ni de los servicios públicos como escuelas, u hospitales.

<sup>3</sup> En la película Casas de Fuego, podemos ver las dificultades que enfrenta un investigador tratando de conseguir apoyo para encontrar la cura del mal de Chagas.

<sup>4</sup> Fragmento del discurso que Harry Truman dirigió al mundo el 6 de agosto de 1945.

tecnología nuclear o no leyó o escuchó nada que lo interese en la materia, no va a acceder a ese conocimiento simplemente por no saber que estaba ahí. Además, una vez encontrado, se requieren aptitudes adecuadas para poder comprenderlo, criticarlo, usarlo, etc. las cuales pueden desarrollarse en instituciones educativas con profesionales realmente involucrados en el aprendizaje, o mediante medios de comunicación masivos que desarrollen su potencial de transmisores de conocimiento. Recién cuando estas inquietudes son infundidas, podemos acceder a cantidad casi ilimitada de información, y profundizar en el tema para extraer nuestras propias conclusiones.

La realidad es que, a veces, hablamos de “debate” y no se concreta nada, dejando las palabras en el aire. Para promover un debate real, debemos ser capaces de acceder y procesar la información disponible pero, además, generar espacios concretos para el mismo.

Desde mi punto de vista, deberían ponerse en marcha estrategias para la discusión e información de la comunidad sobre dilemas éticos en la ciencia; por ejemplo, una posibilidad sería que los partidos políticos incluyan en su ideal de país su propuesta tecnológica para los próximos años. Si bien este gobierno hizo y continúa haciendo gran hincapié sobre este tema, creo que todos deberían aclarar explícitamente su opinión teniendo en cuenta que es un asunto sumamente importante en la actualidad. Otra posibilidad, sería que previo a la finalización de las carreras relacionadas con la ciencia y el desarrollo tecnológico, los alumnos realicen algún tipo de trabajo donde tengan que expresar de qué manera se comprometerían a mejorar la calidad de vida de las personas, y que cumpliera el objetivo de reflexionar sobre el tema y tomar conciencia de que la tecnología es una herramienta muy poderosa para mejorar estos aspectos. Por ejemplo, creo que hay que enfatizar y valorar el trabajo realizado por compañeros de la escuela que buscaron crear herramientas y sistemas para resolver problemáticas cotidianas que nos afectan.<sup>5</sup>

En lo personal, la elaboración de esta monografía me ayudó a reflexionar y a comenzar a tomar una postura en cuanto a estos temas, aunque no definitiva. Sabemos que es sumamente improbable que la tecnología nuclear deje de crecer, por lo cual habría que enfocarse fuertemente en resolver las problemáticas relacionadas a la misma. Si esto fuera posible, se podría pensar en un mundo impulsado principalmente por la energía eléctrica, debido a la posibilidad de producirla en cantidades mucho mayores, sin el impacto ambiental ocasionado, por ejemplo, por la explotación y utilización de combustibles fósiles como lo son el gas y el petróleo (emisión de CO<sub>2</sub>, y otros procesos contaminantes).<sup>6</sup>

Los hechos y argumentos que presentan la visión angelical y la visión demoníaca conviven en una misma realidad, ya que por sí solas, ninguna de estas visiones refleja la complejidad de las prácticas científicas y técnicas. Tomando como ejemplo la producción de energía, podemos ver cómo la tecnología nuclear ofrece grandes ventajas ya sea debido a la eficiencia o a la relativa autonomía respecto de los recursos naturales; y al mismo tiempo tiene grandes dificultades para abordar el tratamiento de residuos y las problemáticas vinculadas a la seguridad. Como dice Guillermo Boido: “*Nuestra opinión es que la ciencia no puede ser convertida en fetiche, ángel o demonio: debe ser comprendida en toda su complejidad*”<sup>7</sup>

## ***Bibliografía:***

---

<sup>5</sup> Un ejemplo concreto es el de la expo EPET del año pasado (2013) en donde se presentó un sistema para detectar fallas en acueductos para poder anticipar las dificultades que teníamos con los reiterados cortes de agua que se producían en la escuela.

<sup>6</sup> Retomando lo antedicho respecto de los intereses que se juegan en el desarrollo tecnológico, un elemento a tener en cuenta es la presión que ejercen los grupos de poder -como petroleras- en los procesos de cambio que los desfavorecerían.

<sup>7</sup> Boido Guillermo, Flichman H. Eduardo: *Pensamiento Científico*. Pro Ciencia Conicet, Buenos Aires - Argentina, 1996. Página 14.

- Binder, Otto: *La energía atómica*. Libro de oro de estampas N°43 Ed. Novaro-México, México D.F,1961.
- Boido Guillermo, Flichman H. Eduardo: *Pensamiento Científico*. Pro Ciencia Conicet, Buenos Aires - Argentina, 1996.
- Díaz, Esther: *La Posciencia, el conocimiento científico en las postrimerías de la modernidad*. Ed Biblos, Buenos Aires - Argentina, 2000.
- Burucúa José Emilio, Glatzman Gerardo Martín: *Pensamiento Científico*. Pro Ciencia Conicet, Buenos Aires - Argentina, 1996.
- Boido Guillermo, Flichman H. Eduardo: *Pensamiento Científico*. Pro Ciencia Conicet, Buenos Aires - Argentina, 1988.
- Campos Mario Alfaro, Celso Vargas Elizondo: *Energía y tecnología nuclear, consideraciones éticas sociales y ambientales*. Ed. Tecnológica de Costa Rica, Costa Rica, 2005. **Disponible en** {[http://books.google.com.ar/books?id=25jhu69D2EsC&printsec=frontcover&hl=es&source=gsbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.ar/books?id=25jhu69D2EsC&printsec=frontcover&hl=es&source=gsbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)}
- Linares Pedro: *Aspectos éticos en el uso de las distintas energías*, 2009. **Disponible en** {[http://www.iit.upcomillas.es/pedrol/documents/etica\\_y\\_energia.pdf](http://www.iit.upcomillas.es/pedrol/documents/etica_y_energia.pdf)}

### Links de consulta:

Aplicaciones de la energía nuclear - <http://www.foronuclear.org/consultas-es/consultas-al-experto/icuantas-aplicaciones-tiene-la-tecnologia-nuclear>

Energía nuclear - <http://energia-nuclear.net/>

Proyecto Huemul - <http://www.taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/7843925/La-bomba-de-peron-el-engano-nazi-de-richter-en-Isla-Huemul.html>

Proyecto Huemul parte 2 - <http://www.taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/7843748/La-bomba-de-peron-engano-nazi-en-huemul-2.html>

El origen de las tecnologías - <http://www.eumed.net/libros-gratis/2010a/634/Origen%20de%20las%20tecnologias.htm>

Tecnología nuclear - [http://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADa\\_nuclear](http://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADa_nuclear)

Desastre de Chernobyl - <http://www.nuclear.5dim.es/chernobyl.php>

Accidente de Fukushima - [http://es.wikipedia.org/wiki/Accidente\\_nuclear\\_de\\_Fukushima\\_I](http://es.wikipedia.org/wiki/Accidente_nuclear_de_Fukushima_I)

Residuos Radioactivos - <http://www.madrimasd.org/blogs/ciencianuclear/2009/06/19/120461>