

## **PAJA EN OJO AJENO Y VIGA EN EL PROPIO**

Respuesta al post de Mill en CrisisEnergética

Ver el post de Mill en:

<http://www.crisisenergetica.org/forum/viewtopic.php?forum=2&showtopic=13243&onfiltered=&show=40&page=1&page=3> , post de las 12:41

Barcelona, 25 de Agosto de 2005

Sra. Mill:

En primer lugar, he de agradecerle su interés por responder a mi artículo en *Foreign Policy*, intentando rebatir mis argumentos en lugar de descartarlos de antemano en base a prejuicios ideológicos o profesionales, por mucho que, después de todo, y al final, no haya podido resistirse a ello afirmando que “el problema de fondo es que cuando ya se tiene la conclusión antes de iniciar la investigación todo lo que no interese sobra,” para añadir luego que “en el fondo no es más que intentar acabar, por la vía de la "ecología" y la pseudociencia, con lo que no pudieron por la vía económica o política.” Creo que convendrá conmigo en que, en un debate serio y sereno, sobran las consideraciones acerca de la intencionalidad última de quienes debaten, y que lo adecuado es ceñirse a los datos y argumentos, evitando toda descalificación *ad-hominem*.

Si de lo que se trata es de llevar a cabo este debate con seriedad, le propongo acordemos respetar un Código de Conducta Intelectual que evite estas salidas de tono y que nos ayude a llegar a conclusiones válidas. A estos efectos le sugiero sujetarnos a las normas de debate que he recogido en mi blog: [www.contralafalacia.blogspot.com](http://www.contralafalacia.blogspot.com). Lo tengo todavía en construcción, pero contiene suficiente material para servirnos de guía. Le recomiendo, en especial, el susodicho Código de Conducta Intelectual y las condiciones que debe cumplir un argumento para ser considerado válido. Espero que esté Ud. de acuerdo.

Antes de responder al post de las 12:41 del miércoles agosto 24 que dedica Ud. íntegramente a mi artículo, permítame que le diga que yo no sólo tengo por costumbre leerme todos los informes o artículos a los que hago referencia, sino que también procuro hacer lo mismo con las referencias que incluyen estos informes, contrastándolas en lo posible, y llegando incluso, como en el caso que nos ocupa, a mantener correspondencia con sus autores para aclarar puntos dudosos. Espero que Ud. esté dispuesta a hacer lo mismo, cosa, en mi experiencia, poco habitual entre los economistas que conozco.

Señala Ud., con razón, que en mi artículo cito sólo determinadas partes del informe del MIT y no otras que en su opinión matizarían o contradecirían lo que yo afirmo. Esto tiene su explicación. En primer lugar, las limitaciones de espacio. Como Ud. puede imaginarse, en un artículo de divulgación para una revista de gran público, el espacio es un bien escaso y no es posible elaborar todos los puntos con el rigor necesario y, por supuesto, exigible, en ámbitos técnicos o académicos. No se puede esperar del lector

medio que persiga todos los detalles, matices o incertidumbres como los que rodean a una cuestión tan compleja y con tantas derivadas como la nuclear. Sólo en el caso de que estos detalles supusieran la invalidación de lo que se afirma concisamente podría hablarse de “manipulación,” como hace Ud. Espero demostrarle que un análisis a fondo de las matizaciones que el informe incorpora, y que Ud. señala como pruebas de esta “manipulación,” no son tales, y que en algunos casos es razonable poner serias objeciones a algunos de estos matices.

Además, que yo cite determinadas partes del informe del MIT no significa que dé crédito, sin más, a todo lo que allí se dice. De hecho, como le diré, he investigado más a fondo algunas cuestiones que allí se tratan y he llegado a la conclusión, que compartiré en estas páginas, de que algunas afirmaciones son infundadas, o por lo menos dudosas, o cómo mínimo imposibles de contrastar. Yo procuro utilizar lo menos que puedo los argumentos de “autoridad”, intentando basarme en datos y cifras contrastables siempre que sea posible.

Y finalmente, antes de entrar a responder a su post, que quede claro que de momento sólo pretendo contestar a lo que Ud. señala en él. He visto que ha expresado muchas otras opiniones en el foro pero no las he seguido. Sin embargo, si quiere introducir alguna otra consideración que entienda relevante, no tengo ninguna objeción e intentaré responderla en sucesivas intervenciones.

Y sentados estos prolegómenos, vayamos al meollo de la cuestión.

## **SOBRE TASAS DE DESCUENTO**

Me recrimina que critique al Foro Nuclear por su utilización de tasas de descuento distintas para distintas alternativas energéticas, cuando en el estudio del MIT se hace algo parecido, en este caso en detrimento de la nuclear.

Como economista que es, sabe que las tasas de descuento, en este contexto, son fundamentalmente una estimación de la rentabilidad que un inversionista esperaría recibir a cambio de la inversión a realizar en un determinado proyecto. Sabe también que esta expectativa es función de la rentabilidad de las alternativas de inversión que tenga el inversor, y del riesgo que crea incurrir al elegir una inversión concreta. De forma que, a mayor riesgo, mayores expectativas de rentabilidad debe ofrecer un proyecto para ser atractivo.

Lo que yo le criticaba a la comparativa del Foro Nuclear es que asignaran una tasa de descuento menor a las inversiones en nuclear que a las demás alternativas, cuando normalmente se considera que una inversión nuclear tiene mayor riesgo que, digamos, una central de gas. A efectos ilustrativos, yo recalculaba los costes para tasas idénticas, pero no decía que debían serlo, ya que añadía que “tradicionalmente estas inversiones han tenido que pagar primas de riesgo superiores a las otras alternativas”.

Y eso es precisamente lo que hace el estudio del MIT cuando estima que una inversión en nucleares, para que sea atractiva a los mercados de capital, debe proponer una rentabilidad superior a una inversión en centrales de gas, por su mayor riesgo. Ellos estiman en un 3% esta prima de riesgo. ¿En cuánto la estima Ud. que es economista?

## SOBRE LA COMPARATIVA DE COSTES GAS-NUCLEAR

Me recrimina a continuación que no haya tenido en cuenta que desde que se escribió el informe del MIT han aumentado los precios del gas y que, por tanto, debería haber actualizado la comparativa de costes.

Tiene razón, pero no por lo que dice, ni en los cálculos que hace. Efectivamente, por su estructura de costes fijos/variables, siempre habrá un coste del gas que las haga menos rentables, pero para saber dónde se encuentra el punto muerto hay que tener en cuenta también cómo afecta al coste de las nucleares el aumento generalizado de los precios de las energías fósiles. Lo que no vale es hacer lo que Ud. hace, que es modificar sólo los costes del gas y dejar tal cual los costes de la nuclear. No se pueden comparar peras con manzanas, como bien enseñan en primaria.

Yo tomé la comparativa del MIT porque es uno de los pocos intentos serios de hacer una comparación relevante que conozco. Tenga presente que los costes de la nuclear son muy dependientes de los costes de capital (la inversión inicial y el precio del dinero), y que un incremento de precio de los combustibles fósiles impactan también a estos costes y de una forma no trivial y no despreciable, como Ud. supone. El coste de las miles de toneladas de hormigón y de metales que se utilizan en su construcción, los salarios, los intereses, etc. - además de la extracción y enriquecimiento de uranio - son muy dependientes del coste de la energía fósil (hablaré de ello más adelante cuando trate del tema del uranio y del EROEI), y un incremento de éstos forzosamente ha de provocar cambios en los costes nucleares.

Por tanto, sí, es necesario recalcularlo todo suponiendo precios más altos del gas, pero **todo**, no sólo una parte. En cualquier caso, ya dije que no era competitiva salvo que el precio del gas evolucionara hacia precios máximos, con lo que creo haber dicho lo correcto, si bien no admito su forma de calcular los nuevos costes porque no tiene en cuenta su efecto sobre la alternativa nuclear.

Si conoce Ud. de algún estudio más actualizado que tenga en cuenta correctamente la situación a precios nuevos del gas, le ruego me lo indique. Mientras tanto, creo que el único estudio fiable y relevante que tenemos es el del MIT y que, mientras no tengamos otro, deberíamos aceptar su conclusión: la nuclear no es competitiva si no se penalizan seriamente las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Pero es más, podríamos hacer un argumento por reducción al absurdo. Si la nuclear es competitiva, ¿cómo es que la administración Bush ha considerado necesario subvencionar su relanzamiento con 6.000 millones de dólares para “animar” a la industria? ¿Cómo es que el gobierno de Blair ha tenido que salvar a British Nuclear de la bancarrota con miles de millones de libras que la Unión Europea está estudiando como un mecanismo anticompetitivo? Y, ¿cómo es que estando el mercado de generación liberalizado – y por tanto no habiendo obstáculo legal alguno – en España ninguna eléctrica haya mostrado la más mínima intención de construir una nueva nuclear, y en cambio tengan en proyecto decenas de centrales de gas? ¿Tiene respuesta a estas preguntas?

## SOBRE EL COSTE DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

Dice Ud. que, contrariamente a lo que yo escribo, en el referido estudio “queda bien claro que sí está resuelto el problema [de los residuos] y que incluso los costes son bastante inferiores a los previstos”, pero no especifica dónde se dice esto y por qué queda tan claro lo que Ud. afirma. Le ruego sea más explícita en apoyo de sus afirmaciones.

Yo digo que no sabemos cómo gestionar los residuos porque, como se dice en el informe no hay "cementeros nucleares operativos para materiales de alta actividad y todos los Estados han encontrado dificultades en sus intentos”. Y añado que no conocemos los costes, porque no se puede conocer el coste de algo que no se sabe ni cómo habrá que hacerlo. Si sabe Ud. de algún cementerio nuclear relevante en operación y/o de algún estudio de costes de lo que implica aislar de la biosfera y salvaguardar decenas de miles de toneladas de residuos de alta actividad durante centenares de miles de años, con mucho gusto lo analizaré y le daré mi opinión al respecto.

Mientras tanto, sigo pensando que lo correcto es decir que el problema no está resuelto y que, por tanto, se desconocen los costes que tendría resolverlo, si es que tiene solución.

## SOBRE LA RESPONSABILIDAD CIVIL

Me atribuye Ud. el olvido de varias consideraciones que el estudio hace sobre el cálculo del importe de la subvención que representa la Ley Price-Anderson, y sobre la oportunidad de imponer seguros de responsabilidad civil a la industria nuclear cuando no se hace lo mismo con otras industrias.

Lo que yo escribí es que la limitación de la responsabilidad civil derivada de la operación de las centrales nucleares, y la asunción de ésta por parte del Estado en lo no cubierto por ley por las eléctricas, supone, en la práctica, una subvención encubierta de la nuclear, que no suele considerarse a la hora de comparar los costes. No hice comentario alguno sobre el importe que habría que atribuir a este coste “externalizado”.

Las citas que extrae del informe del MIT lo único que discuten es el importe que habría que asignar a esta subvención y, en última instancia, si tiene sentido exigirle esto a la industria nuclear cuando no se hace con otras industrias. Pero la conclusión del informe no es la que Ud. quiere transmitir. Se “olvida”, por ejemplo, de reproducir un párrafo que se encuentra entre los dos que cita, donde puede leerse que:

There have been arguments about whether Price-Anderson is or is not a “subsidy” to nuclear power. **In some sense it is a subsidy, since it places a current \$9.5 billion limit on the private liability payment obligations of nuclear plant licensees.** Damages in excess of \$9.5 billion would be absorbed by some combination of federal, state and local governments and by the individuals and businesses suffering damages from the accident. However, it is not at all obvious that this is the proper comparison.

Y por mucho que digan que “it is not at all obvious that this is the proper comparison”, concluyen:

This being said, we would have **no objection to assessing a fee to nuclear plants** for the expected fair actuarial value of this third layer of insurance coverage. The estimates appear to suggest a cost of **no higher than about \$3 million per year per plant.**

Por tanto, el estudio estima en unos \$3 millones anuales por planta la subvención encubierta. Podemos discutir si esa cantidad es o no realista, pero nada de lo que dice el informe contradice lo que yo dije en mi artículo, ni me olvidé de nada relevante para el argumento que estaba haciendo. Y es más, su conclusión confirma lo que yo decía que es razonable considerar que hay una subvención encubierta que normalmente no se contabiliza.

Pero volvamos a la reducción al absurdo. Si no supone una subvención encubierta, ¿por qué no renuncian las eléctricas a la Price-Anderson, y asumen ellas la cobertura de sus responsabilidades civiles? ¿Por qué han insistido, y han conseguido, que en el último plan energético de Bush se prorrogue esta ley por veinte años más? O, ¿es que Ud. defiende que las centrales nucleares deberían operar sin ningún tipo de responsabilidad civil?

Y si son tan seguras como dice Ud. cuando afirma que “un Chernobil en una central nuclear occidental es imposible”, ¿cómo es que las empresas privadas de seguros se niegan a asegurarlas por más de \$200 millones por planta? Si la probabilidad de accidente es cero, no le parece que sería un gran negocio asegurarlas por miles de millones de dólares y cobrar una buena cuota si, después de todo, es imposible otro Chernobil y nunca tendrían que pagar la póliza, ¿no le parece?

Y para no dejar ningún cabo suelto, ¿en qué se basa Ud. para insinuar que el gobierno de Ucrania ha inflado “hasta el infinito los costes del accidente” de Chernobil? ¿Tiene alguna valoración independiente que así lo demuestre?

## **SOBRE LA SEGURIDAD**

Me acusa a continuación de “manipulación descarada” por citar el standard de seguridad que el estudio del MIT considera debería mantenerse caso de ampliar el parque de reactores, y me pregunta ¿qué se entiende por un accidente serio con emisiones radioactivas?

Francamente, creo que no entiende los conceptos básicos de tasas y frecuencias de accidentes y niveles de seguridad, ni tampoco cómo se calcula la probabilidad de accidentes a partir de estos conceptos.

Pero antes de explicárselo, déjeme responderle a su pregunta. Para determinar qué entendemos por un accidente serio con emisiones radioactivas, podemos adoptar, por ejemplo, la Escala Internacional de Accidentes Nucleares (INES), creada en 1990 por la AIEA y la OECD. Si así hacemos, deberíamos considerar como accidente serio con emisiones radioactivas los niveles 5, 6 y 7. El accidente de TMI fue calificado de nivel 5

porque no hubo pérdidas de vidas, y el de Chernobil de nivel 7, el máximo. Por tanto, hay un standard internacional comúnmente aceptado que supongo no tendrá inconveniente en que lo hagamos nuestro. Lo que el estudio del MIT propone es ampliar esta forma de clasificar los accidentes al “ciclo nuclear completo”, incluyendo por tanto los accidentes que puedan tener lugar en las etapas de fabricación del combustible, de reprocesamiento y de almacenamiento de residuos que, como Ud. sabrá, se han dado en EEUU, Japón y Reino Unido (en Shellafield recientemente, sin ir más lejos), todos ellos países muy occidentales, por cierto.

En cuanto a mi afirmación sobre el standard actual de frecuencia accidentes, me limité a transcribir lo que dice el informe en su página 9:

We believe the safety standard for the global growth scenario should maintain today's standard of less than one serious release of radioactivity accident for 50 years from all fuel cycle activity.

Por tanto, no creo que se me pueda acusar de manipular nada. Si quiere saber cómo está calculado este standard, le sugiero que lea atentamente la sección Reactor Safety que empieza en la página 48, ya que la interpretación que Ud. hace sobre si esto significaría “un accidente grave cada seis meses” en EEUU, es totalmente errónea.

Tampoco parece entender el párrafo que señala a continuación, y que me acusa de no citar:

This standard implies a ten-fold reduction in the expected frequency of serious reactor core accidents, from 10<sup>-4</sup>/reactor year to 10<sup>-5</sup>/reactor year.

En primer lugar sí me referí a él, escribiendo que “independientemente de si ese nivel de garantías es socialmente aceptable o no, habría que dividir por 10 la tasa de fallos actual.” Admito, eso sí, que debido a la edición que hizo la revista para reducir el texto, quedó algo críptico, y por ello lo explicaré con más detalle, porque la interpretación que hace Ud. es de nuevo totalmente errónea.

Cuando se habla de una tasa de accidentes de 10<sup>-4</sup>/reactor-año no significa que vaya a haber sólo un accidente cada 10.000 años, como Ud. interpreta. Eso sería si estuviera operativo un único reactor. Para encontrar la frecuencia de accidentes de un parque de reactores dado, en un período dado, hay que multiplicar esta tasa por el número de reactores y por el número de años que estén en funcionamiento. Así, si tenemos 400 reactores operando durante 25 años, el número de accidentes sería de:

$$10^{-4} \text{ accidentes/reactor-año} \times 400 \text{ reactores} \times 25 \text{ años} = 1 \text{ accidente}$$

que es, aproximadamente, el que se ha dado (si excluimos los reactores rusos). Ocorre, sin embargo, que si aumentamos el parque de reactores como ellos proponen, sin reducir la tasa de fallos, tendríamos muchos más accidentes. Supongamos, por ejemplo, que construimos 1.500 nuevos reactores, como ellos proponen, y que los operamos durante 50 años:

10-4 accidentes/reactor-año x 2.000 reactores x 50 años = 10 accidentes

Es decir, un accidente tipo TMI - en el mejor de los casos - cada 5 años (he supuesto, obviamente, que renovamos además el parque actual, reactores rusos incluidos). Por esta razón, dicen que habría que reducir esta tasa de fallos a 10-5/reactor-año: para que el número estimado de accidentes se reduzca a uno cada 50 años.

Espero que esta explicación le ayude a entender mejor la problemática de seguridad y los cálculos asociados.

## **SOBRE EL PELIGRO DEL TERRORISMO**

Vuelve a acusarme de manipulación por decir que “no se ha resuelto el problema de cómo proteger las centrales nucleares frente a posibles ataques terroristas”, por obviar que el informe afirma, sin aportar prueba alguna, por cierto, que “un reactor resistiría el impacto de un avión”.

¿Desde cuando el único ataque terrorista que puede concebirse es el de estrellar un avión contra la central? En el propio artículo me refiero a un reciente estudio de la Academia de Ciencias de los EEUU en el que “alerta sobre la extrema vulnerabilidad de las piscinas en las que se almacenan temporalmente los residuos irradiados ante la posibilidad de un ataque terrorista”, diciendo, además, que “podría tener consecuencias similares a las de Chernobil”. Puede encontrar esta referencia en:

<http://query.nytimes.com/gst/abstract.html?res=F40814FB3F5A0C7A8CDDAD0894DD404482>

Pero, es más, ¿de verdad cree que si estrellaran un 747 con los depósitos llenos contra una central nuclear, no habría riesgo de accidente? ¿Qué harían los operarios al verse sometidos a tremendas temperaturas? ¿Qué ocurriría con todos los equipos, turbinas, transformadores, circuitos de refrigeración, etc. que rodean al reactor y que están fuera del contenedor de hormigón? ¿Cómo se comportaría el reactor ante una pérdida de carga brusca y total? Creo que en esto los autores se columpian al aceptar simplemente que porque puede que no hubieran daños **estructurales**, el reactor podría seguir funcionando con normalidad, al decir que:

The Electric Power Research Institute<sup>12</sup> carried out an evaluation of aircraft crash and NPP structural strength, concluding that U.S. **containments would not be breached**. The U.S. NRC is performing its own evaluation, including structural testing at Sandia National Laboratory, not yet complete.

Que los “containments would not be breached” no significa, como dice Ud. que “el reactor resistiría el impacto de un avión”. Desgraciadamente, sólo hay una forma de comprobar este punto, que esperemos no se dé nunca.

## SOBRE LA VIABILIDAD DE CONSTRUIR 1.500 REACTORES

Me acusa de decir, o por lo menos insinuar, que considero inalcanzable un programa de construcción de 1.500 centrales en 50 años, cuando, según Ud., esto supondría solamente el 0,14% del PIB mundial.

Si se fija, yo sólo digo que se trata de un programa “cuantitativamente ambicioso”, no que no sea realizable. Por tanto, me acusa de algo que yo no digo y, sin embargo, no discute lo que sí digo: que incluso con este programa “no se consigue más que incrementar ligeramente los niveles actuales de cobertura nuclear,” y que con ello no se reducirían significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub>, que era lo que yo estaba argumentando.

Pero puestos a valorar la viabilidad de este programa, fijémonos que supondría construir 5 centrales cada dos meses, cuando en los doce últimos años el parque neto de centrales se ha incrementado en dos por año. Una cifra relevante porque, contrariamente a lo que Ud. dice, además de construir nuevas centrales habría que ir reemplazando las viejas, si queremos mantener la cuota de generación nuclear, que es lo que proponen los autores.

Ciertamente, algo en teoría posible, pero tremendamente difícil en la práctica y que no depende sólo del porcentaje del PIB que represente, sea éste cual sea. Entre otras cosas, porque el número de ingenieros nucleares, empresas constructoras, industrias auxiliares, etc. se ha reducido significativamente en las últimas décadas, y volver a reconstruir la capacidad que hubo en los años sesenta, multiplicándola ahora por dos o por tres, llevaría varios lustros, sino decenios, como muy bien advierten desde la propia industria nuclear.

## SOBRE LOS RESIDUOS

Aquí me acusa de insistir en los problemas con los residuos y de criticar Yucca Mountain sin haber leído lo que dice el informe.

Veamos, pues lo que dice el informe:

The management and disposal of high-level radioactive spent fuel from the nuclear fuel cycle is **one of the most intractable problems** facing the nuclear power industry throughout the world.

.....

Today, **more than forty years after the first commercial nuclear power plant entered service, no country has yet succeeded in disposing of high-level nuclear waste.**

.....

No country has yet established an operating repository for high-level waste, and **all have encountered difficulties with their programs.**

.....



Many people think that no new nuclear power plants should be built **until the waste issue has been resolved.**

Parecería, por tanto, que no huelga insistir sobre “the most intractable problem facing the nuclear industry,” máxime cuando “more than forty years after the first commercial nuclear power plant entered service, no country has yet succeeded in disposing of high-level nuclear waste.”

En cuanto a criticar Yucca Mountain, cuando después de haber gastado 5.000 millones de dólares en 15 años todavía no se sabe si llegará a operar o no, tampoco parece una crítica gratuita. Cierto es que los autores dicen creer que finalmente se podrá poner en funcionamiento y que será seguro, pero eso lo escribieron mucho antes de que se conociera que las mediciones de filtraciones de agua estaban falsificadas, como ahora sabemos. Desconocemos, por tanto, si los autores siguen manteniendo su opinión después de conocer esta información.

## SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE URANIO NATURAL

Me acusa ahora de intentar engañar al personal sobre la disponibilidad de suficiente uranio natural para evitar el reciclaje del plutonio.

Yo me limité a contrastar el uranio que los autores dicen sería necesario para el programa que proponen, con las reservas que estima la AEN/OIEA existen disponibles a determinados niveles de precio, para señalar que son menos de la mitad de las que los autores consideran necesarias. Añadiendo, eso sí, que “si bien es cierto que existe mucho más uranio en la naturaleza, será con toda probabilidad mucho más caro de extraer y, lo que es más importante, su obtención será mucho más intensiva en energía fósil, con la consiguiente generación de CO<sub>2</sub>”, que es lo que estaba discutiendo.

Para apoyar su acusación cita unos párrafos en los cuales los autores se remiten a un informe del Australian Uranium Center según el cual, “**a doubling of the uranium price from its current value of about \$30/kgU could be expected to create about a ten-fold increase in known resources recoverable** at costs < \$80/kgU<sub>13</sub> i.e., from about 3 to 30 million tonnes,” añadiendo que “most of the terrestrial uranium resource consists of large quantities of **low grade ore**. For example, phosphate deposits, which typically carry 10 to 300 parts per million of uranium, are believed to hold 22 million tons of uranium”.

Nada de eso está en contradicción con lo que yo escribí al decir que existe mucho más uranio en la naturaleza pero que va a ser mucho más caro, energéticamente hablando, de extraer y que por tanto cambiará los economics de la nuclear y, lo que es más importante, destruiría el argumento de la no-generación de CO<sub>2</sub>. Pero dejemos el CO<sub>2</sub> a un lado, porque es un tema que parece no importarle, y centrémonos sólo en la disponibilidad.

Éste es un tema importantísimo, porque todo el informe se vendría abajo si resultara que no hubiera suficiente uranio natural para llevar a cabo el programa nuclear que proponen, porque no podría utilizarse un ciclo cerrado de combustible. Y tiene Ud.

razón en que los autores parecen concluir que no habría problemas de suministro – ya que de otra forma todo el informe se les caería. Mi impresión es que es algo de lo que se dieron cuenta muy al final y optaron por salir por la tangente. Las indagaciones que he hecho así me lo confirman.

Fíjese, en primer lugar, lo cautos que son. Ellos sólo dicen que “any predictions of the future availability of uranium that are based on current mining costs, prices and geological knowledge **are likely to be** extremely conservative”, no que es seguro que lo sean. Este tipo de valoraciones se hacen en un informe técnico cuando existen suficientes incertidumbres y no hay datos concretos. A continuación, ellos no dicen que si se duplican los precios se multiplicarán por diez las reservas. Sólo dicen que lo dice el Australian Uranium Center. Es decir, descargan su responsabilidad sobre un tercero, y lo mismo hacen con respecto al artículo de Scientific American de 1980 (una referencia curiosa a una revista de divulgación científica en un informe tan serio como el del MIT). ¿No le resulta sospechoso que sean esas las únicas o las mejores referencias que pueden aportar para apoyar sus suposiciones? Pues bien, eso es precisamente lo que les pregunté directamente a los autores.

Me dirigieron a dos sitios: al informe del instituto australiano, que comprobé no dice ni una palabra más que lo que ellos transcriben (si le interesa puedo buscarle el link). Una estimación sin absolutamente nada que la soporte: ni un dato, ni una cifra, ni una explicación, nada de nada. Y para mí, y supongo que también para Ud., una afirmación no apoyada en evidencia ni explicación alguna no es más que una opinión que no merece credibilidad.

También me dirigieron a la nota 10 del capítulo 4 en la que hacen referencia a unas notas de clase del profesor Marvin Miller, *Uranium Resorces and the Future of Nuclear Power*, MIT, Spring 2001, donde se dice que pueden solicitarse copias de estas notas a la dirección de correo electrónico [marvmiller@mit.edu](mailto:marvmiller@mit.edu). Pues bien en esta dirección nadie responde, como podrá comprobar si lo prueba. Por medio de un amigo en el MIT, logré localizar al tal profesor Miller que resulta está ya retirado y ha cambiado su e-mail (para no seguir recibiendo peticiones, supongo yo, porque sigue estando en otro departamento del MIT). Su respuesta a mi petición fue la siguiente:

“Unfortunately, my lecture notes do not go significantly beyond what is already in the MIT report ...  
However, I will try to locate a copy of my notes and send it to you”.

Eso fue en el pasado mes de Febrero y todavía debe estar buscándolas porque yo no he recibido nada. Pero lo importante no es eso, sino que diga que las notas no contienen nada significativo que no esté en el informe. Dar una referencia para información adicional y encontrarte con que el autor de esa referencia te dice que no aporta nada más que lo que ya se dice en el propio informe, no es precisamente un modelo de *scholarship* que digamos. Se trata más bien de un argumento circular.

Por todo eso, y por todas las lecturas que he hecho de todos los informes sobre disponibilidad de uranio que he podido encontrar, creo, como he dicho, que aquí se columpiaron y se salieron por la tangente para no arruinar su trabajo. Pero lo explicaré mejor en el punto siguiente.

## SOBRE EL URANIO MARINO y EL EROEI

Antes de entrar en el uranio marino y en las reservas terrestres de baja mena, como por ejemplo las de los fosfatos o del granito, que los autores también citan y que Ud. recoge, déjeme introducir el concepto de EROEI (Energy Return on Energy Invested) que es algo que Uds., los economistas, suelen no tener en cuenta cuando creen que todo pueden referirlo a los *precios* de los recursos energéticos.

Los recursos energéticos no-renovables no se comportan como una mercancía normal de la que pueda esperarse que un aumento de precio por escasez genere rápidamente un aumento de oferta que estabilice el precio en un nuevo punto de la curva oferta-demanda, por una razón bastante simple y por otra algo más enrevesada, pero perfectamente entendible. La primera es que los recursos energéticos no-renovables no se producen, sino que se descubren y extraen, y lo que no existe o no se ha descubierto no puede extraerse, por mucho que su precio suba por las nubes. Los ciclos de descubrimiento-extracción son por tanto mucho más largos que los de una simple “producción”. En segundo lugar, “producir” energía no-renovable consume energía, y por tanto si no se tiene energía no hay forma de “producir” más energía.

Ésta característica, que puede parecer una perogrullada, no lo es, ya que significa que toda “producción” de energía tiene que tener un saldo positivo, pues sería absurdo gastar más energía en “producir” un recurso energético de la que luego puede obtenerse de él. El EROEI (Energy Return on Energy Invested) es un ratio que define precisamente esto, la relación entre la cantidad de energía gastada y la obtenida de una determinada explotación. Cualquier explotación que tenga un EROEI inferior a uno es una explotación no rentable, **sea cual sea el precio que el mercado esté dispuesto a pagar**. Por ejemplo, el petróleo de Texas tuvo en sus mejores tiempos un EROEI de 40. Es decir, con la energía de un barril de crudo podían extraerse 40 barriles. Hoy en día esto ha bajado a 10 e irá bajando progresivamente a medida que vayan agotándose los yacimientos más fáciles de explotar. Ya sé que la tecnología puede mejorar y mejora este ratio, pero la tecnología es tecnología y no magia, y acaba dándose de bruces con la ley de rendimientos decrecientes que Ud. conoce perfectamente. Cuando en un pozo se precisa la energía equivalente de un barril para extraer el siguiente, se clausura el pozo, esté el mercado como esté, a 60 o a 6.000\$ el barril. Ésta es la razón por la que queda en el subsuelo la mayor parte del petróleo que contiene (más de un 60% o un 70%).

Pero vayamos al uranio que es lo que aquí interesa. Como todo recurso energético no-renovable, una mina de uranio tiene que tener un EROEI mayor que uno, sino, no sirve de nada, es como si no existiera. Por esta razón, a la hora de evaluar las reservas extraíbles de uranio, el precio es un indicador poco útil. Lo que importa es la cantidad de energía necesaria para extraerlo, refinarlo, enriquecerlo, etc., comparada con la energía que generará una vez introducido en un reactor. Es más, para saber si una central nuclear puede o no llegar a ser rentable, hay que hacer un “full-cycle” análisis, algo que la industria nuclear se niega a hacer, alegando que no le corresponde, porque ellos no se dedican a las minas sino a generar electricidad. Si mira mi artículo, hay una referencia al único estudio serio que conozco sobre esta cuestión: *Nuclear Power, the Energy Balance*, que puede consultar en:

<http://www.oprit.rug.nl/deenen/>

En él encontrará respuesta a eso que tanto le hizo reír sobre el uranio del mar. Sólo le transcribiré unas líneas, pero le recomiendo lea el informe completo para entender por qué no debemos pensar que los recursos nucleares son inmensos, si su precio se incrementa suficientemente, y por qué llega un momento en el que una central nuclear tiene un EROEI inferior a uno:

“Large-scale uranium mining in the future, when the deposits of the Athabasca basin are beginning to run out, will most likely have to shift to leaner ores than mined presently. Consequently, specific energy consumption of mining and milling (per kilogram of uranium leaving the mill) will rise significantly. At ore grades of 0,02% and lower [fíjese que el estudio del MIT habla de utilizar minas de 0,03 a 0,001% de mena], the specific energy consumption [es decir, el EROEI] rapidly becomes prohibitive.

.....

Therefore, it would be unrealistic to expect uranium from seawater to contribute significant amounts of the world's uranium demand for thermal reactors on an acceptable time scale ... the energy extraction processes that the author had examined approximately equals the energy contents of the uranium”.

Compare la seriedad de este estudio con el simple comentario que los autores del MIT hacen, en una nota pie de página, sobre una “reciente investigación en Japón que indica que el uranio disuelto en el mar puede ser recuperado por unos 300 a 500\$ por kilo”, referencia que ni siquiera identifican, y luego decida por sí misma quien le merece más confianza. Yo ya he decidido.

## **SOBRE APOCALIPSIS Y OTRAS LINDEZAS VARIAS**

Me acusa Ud., finalmente, de lanzar mensajes apocalípticos porque señalo que confiar en la fusión es como esperar un milagro mientras vamos directos al precipicio del cambio climático, y me acusa también de engañar a la gente, de manipular y omitir datos, sesgar informes; de tener la conclusión antes de iniciar la investigación, de regodearme en el fin del mundo, de insultar a Bush (¿dónde, por cierto?), y otras lindezas más por el estilo.

Confío en haberle demostrado que, contrariamente a lo que Ud. suponía, sí me leo a fondo los informes que cito; que he hecho mis deberes; que no me importa dedicar el tiempo que haga falta para defender mis argumentos; y que todas sus acusaciones son falsas.

Ahora le toca a Ud. demostrar lo mismo de su parte, y recuerde lo que dice la Biblia: antes de señalar la paja en ojo ajeno conviene quitarse la viga del propio.

Reciba un cordial saludo,

Marcel Coderch

Secretario de la Asociación para el Estudio de los Recursos Energéticos