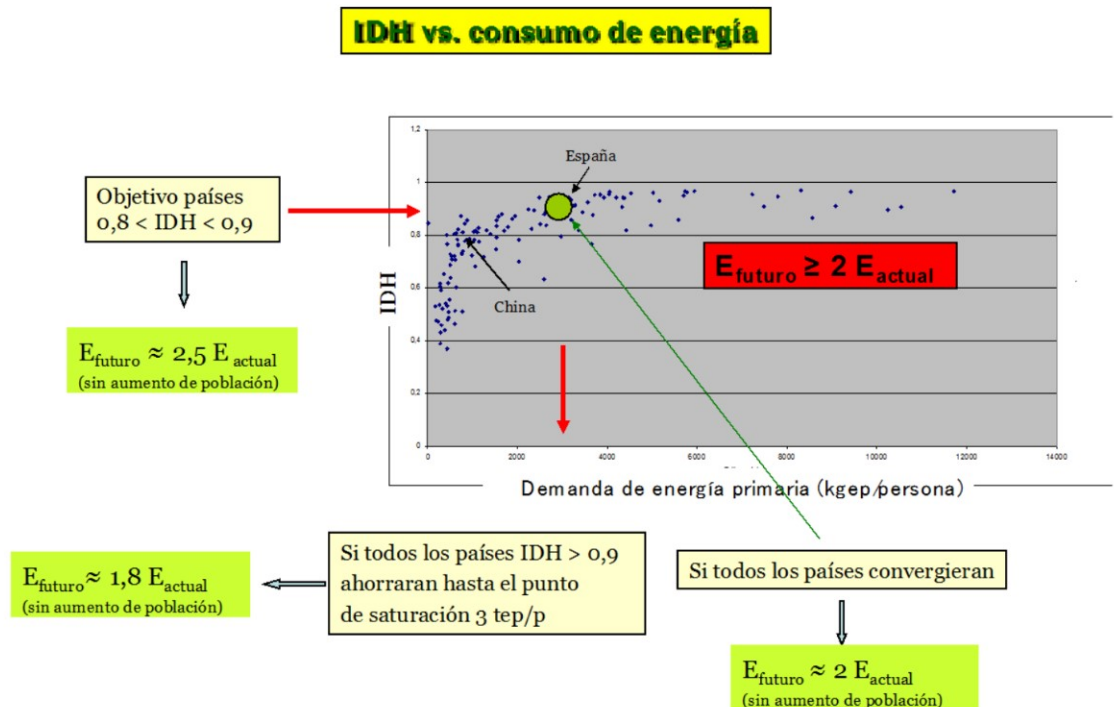


La inevitabilidad nuclear

Hacer un alegato a favor de la energía nuclear puede que sea de los actos que hoy día concite más antipatía, sin embargo, el convencimiento de la inevitabilidad de la adopción por la humanidad de este método industrial de obtener energía eléctrica es lo que impele a ello. También sirve de acicate compensar la desinformación, interesada o no, que asombrosamente se ha generado en torno a una energía cuyas ventajas superan abrumadoramente a sus inconvenientes y, sobre todo, a los de las otras fuentes de energía.

Planteemos la referida inevitabilidad en términos globales, para lo cual usamos tres tablas extraídas de la Wikipedia: la del índice de desarrollo humano (IDH) de los países, la del consumo de energía *per cápita* y la de la población. En el eje vertical ponemos el IDH y en el horizontal el consumo de energía en kilogramos equivalentes de petróleo (kgep, y más adelante usaremos toneladas, tep por abreviar) por persona y año asignándole un punto a cada país del mundo. Como referencias sólo se etiquetan el punto correspondiente a España y el de China, el primero como paradigma de país medio de la OCDE y el segundo porque todo lo que haga ese inmenso y dinámico país afecta al mundo entero de manera muy significativa.



La primera conclusión es que a partir de un cierto punto el nivel de bienestar social no aumenta con el consumo de energía. La segunda es que si todos los países convergieran al punto señalado de un IDH de 0,9 (el que tenía España en 1980) y un

consumo de energía de 3 tep (lo cual supone un ahorro monumental porque España consume 3,6 pero Estados Unidos más de 7) tendríamos que consumir más del doble de la energía que consumimos ahora. En los cálculos no se ha contemplado crecimiento de la población mundial. Tenemos pues que el siglo XXI, si se quiere que la humanidad vaya evolucionando a una situación más equitativa y justa sin agredir el planeta de manera irreversible, no puede basarse en el consumo de energías fósiles como ha ocurrido en el siglo XX y más teniendo en cuenta las reservas limitadas de estas. Las energías renovables habrá que desarrollarlas hasta el extremo que sea técnicamente viable y económicamente razonable, pero al ser inaceptables la intermitencia y el azar en el suministro, la energía nuclear es inevitable.

Fijémonos en este sentido en el caso de España, cuyo sistema eléctrico es singular, en un año típico, 2010, anterior a la crisis. Nuestras fuentes y producción se detallan en el cuadro y si observamos el detalle llegamos a dos conclusiones obvias: la primera, que la energía nuclear es, con enorme diferencia, la más eficiente al generar en ocho mil horas anuales el veinte por ciento de la electricidad con apenas un ocho por ciento de potencia instalada; la segunda conclusión es que el sistema es altamente ineficiente al tener instalada una potencia casi el triple de la necesaria: $103,2 \text{ GW} \times 365 \text{ días} \times 24 \text{ horas} = 904,032 \text{ GWh}$ instalados frente a 306,439 producidos). El aparente dislate es debido a que muchas centrales de combustibles fósiles están paradas o en régimen de respaldo de las renovables, es decir funcionando en rendimiento variable y mucho menor del óptimo. Esto se hace necesario para responder, sobre todo, a las caídas de viento ya que la gran potencia eólica instalada puede pasar en un mismo día de producir más del 40% de la electricidad consumida a menos de un 5%. Es muy instructivo en este sentido visitar la página web de Red Eléctrica Española y consultar los históricos de generación y consumo eléctricos.

SISTEMA ELÉCTRICO DE ESPAÑA 2010

	Potencia instalada (GW)	Potencia instalada (%)	Producción (GWh)	Producción (%)	Horas de funcionamiento
Hidráulica	16,7	16,2	38.001	12,4	2.281
Nuclear	7,8	7,6	61.994	20,2	7.946
Carbón	11,9	11,5	25.851	8,4	2.174
Fuel	5,9	5,7	9.624	3,1	1.634
Ciclo combinado	26,8	26,0	68.828	22,5	2.564
Eólica (RE)	20,0	19,4	42.819	14,0	2.145
Solar (RE)	4,2	4,1	7.052	2,3	1.684
Resto régimen	9,9	9,5	52.320 (**)	17,1	5.263

especial (*)					
TOTAL	103.2	100	306.439	100	2.970(***)

(*) Cogeneración, minihidráulica, biomasa, residuos, etc.

(**) La cogeneración ha supuesto el 75% del resto del régimen especial

(***) Producción total / Potencia total

A la situación anterior se ha llegado por el sistema de primas que se indica en la tabla siguiente:

Las cuentas del sistema eléctrico						
■ LAS PRIMAS A LAS ENERGÍAS DE RÉGIMEN ESPECIAL						
	Energía vendida (GWh)	Número de instalaciones	Retribución regulada (cent euro/kWh)	Retribución regulada total ene-nov 2012 (millones euros)	Retribución regulada total ene-nov 2011 (millones euros)	Var. (%) 2012/2011
Cogeneración	24.528	823	6,9	1.700,5	1.271,0	33,8
Solar fotovoltaica	7.723	59.241	33,6	2.592,0	2.366,8	9,5
Solar termoeléctrica	3.290	41	27,0	889,1	405,8	119,1
Eólica	42.540	1.274	4,2	1.799,8	1.517,2	18,6
Hidráulica	3.970	1.021	4,0	158,8	187,8	-15,5
Biomasa	3.809	189	8,2	311,3	246,4	26,4
Residuos	2.615	28	3,3	86,8	85,6	1,5
Trat. Residuos	4.098	47	10,1	412,5	328,7	25,5
Otras	0	1	3,2	0,0	0,0	50
TOTAL	92.574	62.665	8,6	7.950,8	6.409,4	24

Para hacernos una idea comparativa de los aspectos económicos es indicativo lo siguiente. Dos de las centrales nucleares que se están construyendo en Europa son la de Flamanville en Francia y Olkiluoto en Finlandia. Se presupuestaron en unos 3.000 millones de euros, se calcula que el sobre coste las pondrán en 4.000 y tras aumentar las medidas de seguridad por el accidente de Fukushima no es de extrañar que superen los 5.000 millones de euros. O sea, Francia y Finlandia están invirtiendo en centrales que generarán electricidad abundante y estable durante los próximos 80 o 100 años lo mismo que España gasta en primas durante un año para producir una cantidad relativamente famélica de energía. Obviamente es una opción política, quizá incluso acertada, lo que seguramente no es acertado del sistema de primas es lo que supone de desincentivación en la investigación científica y tecnológica de las energías renovables. La eólica no permite mucho más desarrollo, pero la fotovoltaica y otras posibles fuentes sí que exigen mucha más investigación, que apenas se está haciendo, ya que las subvenciones la hacen superflua en buena medida. Todo esto, afortunadamente, parece que se está tratando de corregir y los precios de las energías renovables están empezando a converger con otras fuentes más convencionales.

Los que argumentan contra la energía nuclear desde el punto de vista económico, ante la demoledora contundencia de las cifras, tratan de incluir los costes de los posibles accidentes, los del desmantelamiento y los del tratamiento de los residuos. Es justo, pero más justo sería si lo mismo se le aplicara a las otras fuentes de energía, tanto térmicas como renovables, que aunque seguramente sean menores, la amortización en el caso de las nucleares es segura y en las otras incierta.

En cualquier caso, la energía es tan crucial para el devenir de la humanidad que los aspectos económicos no serán los decisivos frente a los que vamos a ilustrar de agresión al planeta, peligrosidad, soberanía e independencia, y, en definitiva, desarrollo tecnológico futuro.

Que la temperatura de la superficie del planeta está aumentando no es tema de discusión; que este calentamiento provoque o intensifique un cambio climático entra aún dentro del juego de probabilidades, y que la causa sea antropogénica presenta un cierto grado de incerteza. Lo que es seguro es que las ingentes emisiones de gases de efecto invernadero no mitigan el proceso. Y si este desemboca en un cambio climático notable, las consecuencias pueden ser tremendas desde muchos puntos de vista. Ante la posible gravedad del asunto, la humanidad se organizó dando paso a la ciencia a través del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), unos dos mil científicos que filtran todo lo que otros muchos miles de ellos concluyen de sus investigaciones publicadas en los medios más prestigiosos. El IPCC extrae de sus estudios infinidad de conclusiones entre las que destacamos las siguientes: 1) La falta de seguridad en el petróleo, el gas y la electricidad, puede promocionar el uso de tecnologías de baja emisión de carbono, como la nuclear, las renovables o el secuestro de carbono. 2) Las nuevas tecnologías, que pueden mejorar el acceso a una energía limpia, incluyen el uso de nucleares avanzadas. 3) Hay incertidumbres asociadas a la energía nuclear porque los mercados financieros les aplican mayores intereses para cubrir la percepción del riesgo. 4) La emisión de gases de efecto invernadero, en el ciclo de vida de una nuclear, es comparable a la de las energías renovables. 5) El reproceso y la tecnología de transmutación pueden minimizar los volúmenes y toxicidad de los residuos. 6) Existe uranio suficiente para siglos, y con los reactores reproductores rápidos la capacidad se multiplicaría por un factor adicional de ocho.

Las conclusiones anteriores se fueron imponiendo no sólo porque las planteara el IPCC sino por la fuerza del devenir histórico, de manera que se inició lo que se llamó renacimiento nuclear. Los países más industrializados y de mayor crecimiento relanzaron sus planes nucleares y en esto llegó el desastre de Japón en forma de terremoto extremo seguido de un tsunami portentoso que arrasó una buena parte costera. Varias centrales nucleares se vieron afectadas y una en particular sufrió desperfectos desastrosos: Fukushima. Tres reactores con sus piscinas de combustible usado se vieron en situación crítica al quedar sin refrigeración. Al ser la primera vez que se sometían unos reactores nucleares a condiciones extremas, los técnicos se vieron en una situación inédita que les hizo cometer ciertos errores, pero que a la postre controlaron eficazmente. Las autoridades, exigiendo y organizando un desalojo inmediato de la población vecina, casi toda formada por familias de trabajadores de la central, tuvieron en ello su mayor acierto. El balance objetivo del accidente de Fukushima es que la contaminación ambiental ha sido pequeña, no ha habido afectados ni se estima que los habrá en el futuro, y aunque el control definitivo se alcanzará en unos meses porque la situación desde el punto de vista técnico sigue siendo delicada, el coste económico será cuantioso. En un marco en que la tragedia se ha cobrado más de veinticinco mil víctimas y pérdidas estremecedoras, el balance del accidente de Fukushima no es significativo, sin embargo la orgía de alarmismo desatada no sólo ocluyó en gran medida el verdadero alcance del drama sino que disparó de nuevo la percepción de riesgo de la energía nuclear hasta extremos que llegaron al delirio. No hay más que recordar al comisario europeo de la energía clamando por el Apocalipsis nuclear y el agotamiento de las tabletas de yoduro potásico en Alemania y Estados Unidos. En las

páginas de los periódicos se mezclaban fotos de los efectos del terremoto con imágenes de Hiroshima y Nagasaki tras el bombardeo de la Segunda Guerra Mundial coronadas por titulares que hablaban de miles de muertos y de espanto nuclear.

El fantasma de Chernóbil regresó con fuerza sin que nadie hiciera consideración alguna de que aquello lo originó un experimento mal planificado, mal ejecutado y una concatenación de errores humanos; que era un reactor que por diseño la reacción en cadena podía no tener límites; que esto originó un incendio pavoroso por tener el moderador de grafito; que al no tener edificio de contención se expulsó a la atmósfera ingentes cantidades de elementos radioactivos de todo tipo; que las autoridades soviéticas no dieron la alarma hasta tres días después durante los cuales los niños iban a la escuela; que el control de la catástrofe se hizo con más heroísmo que competencia y que aquello, por más que se diga (consúltense los informes de la OMS, la ONU y la AIEA) produjo 57 muertos y provocó unos 6.000 cánceres de tiroides cuya supervivencia, afortunadamente, es del 92-94%. El accidente de Fukushima, dicho está, lo provocó el terremoto más intenso jamás registrado, la reacción en cadena se detuvo instantáneamente, la refrigeración que falló era la del mantenimiento en “ralentí” y el fallo lo provocó un tsunami de 14 metros de altura, la evacuación fue inmediata, los edificios de contención resistieron en gran medida, la liberación de yodo y cesio ha sido muy limitada, el control de la catástrofe la hicieron ingenieros, técnicos y bomberos y, finalmente, lo dicho: no ha provocado ningún afectado ni se espera que lo haya.

¿Cómo se va a evitar esa tremenda percepción de riesgo de la energía nuclear? De ninguna manera. Será difícil convencer a las personas que la fuente de energía eléctrica que se percibe como más inocua sea posiblemente la más cruel: la hidroeléctrica. Sólo en nuestro país, uno de los múltiples accidentes que ha provocado, la noche del 9 de enero de 1959 se rompió la presa de Ribadelago causó la muerte de 144 personas. Con la energía nuclear se acude al espantajo de los efectos a largo plazo de la radioactividad, sin que nadie se atreva a mostrar que las supuestas consecuencias congénitas van en contra de todo lo que nos han demostrado los estudios realizados sobre los supervivientes de Hiroshima, Nagasaki y las más de 2.000 estremecedoras pruebas nucleares que ha sufrido el planeta, sobre los liquidadores de Chernóbil y los realizados por la infinidad de servicios de medicina nuclear de todos los hospitales del mundo en que se irradian voluntariamente miles de personas a diario con fines terapéuticos. A pesar del inmenso conocimiento acumulado sobre los efectos biológicos de la radiación, aún se esgrimen a modo de fantasmas aterradores. Los muertos en las minas de carbón, los provocados por el petróleo y el gas, y los efectos no menos estocásticos sobre la salud y la vida de la contaminación atmosférica no se perciben de manera siquiera comparable a los supuestos de la radioactividad. El reciente informe del Consejo de Seguridad Nuclear sobre la radioactividad en las poblaciones vecinas a las centrales de nuestro país, en el que participaron asociaciones ecologistas y de todo tipo, no atenúa la percepción por más que hayan demostrado que su incidencia es nula. Respecto a Fukushima, nadie interpreta el accidente como una oportunidad de aumento espectacular de la seguridad en las centrales nucleares gracias a las muchas lecciones que se han aprendido de tan insólito hecho sobre unos reactores de diseño de los años 1960.

Aprender estas lecciones requiere un tiempo, pero en Europa ha habido quienes no se lo han tomado por razones no ya políticas, sino simplemente electorales. Un buen ejemplo es Alemania, que hace recaer su futuro en el carbón de la cuenca del Rhur y el gas de

Putin. Y, por supuesto, enarbolando la bonita y fantasiosa banderola de un futuro exclusivo de energías renovables. En nuestro país, con su curioso sistema eléctrico, no se sale del estado de estupor permanente. Quizá lo más cómico sea la ideologización a que se somete la energía nuclear. En todo momento se la contrapone a las renovables, jamás a las fósiles. Y como las renovables son de izquierdas, las nucleares son de derechas. Sin embargo, nadie considera los hechos siguientes. Quien más potencia fotovoltaica tiene instalada es la casa de Alba, que posee la mayor cantidad de tierra en España. El despegue eólico se inició bajo gobierno conservador; quien más renovable ha instalado en España ha sido Franco con las centrales hidráulicas y casi todas las nucleares se instalaron durante gobierno socialista. Felipe González admite hoy que quizá el error más grande que cometió fue la moratoria nuclear que promulgó, entre otras razones para que no pareciera que cedía a la insoportable presión que ETA estaba sometiendo a Lemóniz. Contrarrestar las caricaturas ideológicas será muy difícil, sobre todo porque aquellos que han abandonado casi todo elemento definitorio de su política se agarran a las pocas banderas a las que no han renunciado, entre ellas la vistosa de lo antinuclear.

Sin embargo, la desesperanza es mayor porque la energía nuclear estará siempre sometida a una presión infinitamente mayor que la que pueden suponer las disputas electorales, los afanes protagonistas de algunos individuos o las manifestaciones antinucleares más o menos minoritarias.

El último argumento de los antinucleares es el del riesgo, pero antes era el de los residuos radioactivos. La nuclear es la única industria que localiza, controla y gestiona sus residuos. Se tiene la tecnología de reprocesado y la ciencia, que aún no la tecnología, para transmutarlos en inocuos. Suponen una riqueza porque el uranio en el combustible usado sigue teniendo una abundancia del 95,6%. Jamás se debe frivolar sobre los residuos radioactivos, pero se sabe cómo tratarlos haciéndolos inofensivos para la humanidad de manera que no tienen por qué suponer, ni mucho menos, la supuesta nefasta herencia. Un planeta de biosfera degradada por la combustión química puede ser una herencia infinitamente más onerosa a nuestros descendientes.



El mayor inconveniente de la energía nuclear seguramente es el desarrollo espasmódico al que se la somete. La crisis del canal de Suez de 1957 alarmó sobre un desarrollo basado exclusivamente en el petróleo. Se acudió a la energía nuclear rediseñando lo que mejor funcionaba: los reactores de los submarinos, como si aquello fuera lo apropiado. Funcionaron tan bien (Santa María de Garoña, Fukushima y toda aquella Generación I son diseños herederos de aquel susto) que al siguiente espasmo, las guerras de Oriente Medio y la subsiguiente crisis del petróleo de 1973, se mejoraron simplemente dando los reactores de Generación II. Tras la ralentización debida a Chernóbil, no se hizo gran cosa hasta que el cambio climático y la crisis del gas ruso, que dejó a Alemania y media Europa aterida de frío y consciente de su vulnerabilidad y dependencia, se acudió a la Generación III, que sigue siendo el mismo diseño optimizado pero con su pecado original del submarino Nautilus a costas. Obama apostó por saltarse esta generación e ir directamente a la Generación IV de reactores reproductores, o sea, de los que generan su propio combustible nuclear. Pero Fukushima y la “crisis de Merkel” no se sabe si frenará el desarrollo nuclear hasta el próximo espasmo que, necesariamente, ocurrirá antes que después. Mientras, otros, como por ejemplo los indios, están desarrollando reactores basados en el torio, muchas veces más eficiente que el uranio, más abundante y que genera menos residuos y menos radioactivos. Hay reactores diseñados hasta la Generación VI, y todo encaminado hacia el control de la fusión nuclear. En cualquier caso, a los alemanes, quienes inventaron la fisión nuclear y varios de los mejores diseños de reactores, y a quienes renunciemos al futuro energético razonable, siempre nos quedará la posibilidad en el futuro de comprar centrales nucleares rusas o chinas entregadas llave en mano y operadas por los técnicos de esos países.

El futuro más halagüeño es desarrollar tantas fuentes de energía renovables como sea razonable y posible respaldadas por centrales nucleares. El papel del será gas para

garantizar la transición y el petróleo para la inmensa cantidad de derivados que obtenemos de él.

El concepto de los átomos ha impregnado la cultura, en particular la europea, durante 24 siglos. Una vez descubiertos, estudiados a fondo y domeñados, la humanidad no va a renunciar al inmenso provecho que supone su extraordinaria densidad de energía. Esta será forzosamente la base del bienestar de una humanidad más justa, equilibrada consigo misma, con el planeta y formada por diez mil millones de seres.

Manuel Lozano Leyva
Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear
Universidad de Sevilla