

FONTES DE ENERXÍA E FUTURO

Manuel R. Bermejo

Universidade de Santiago de Compostela

INTRODUCCIÓN

O benestar presente e futuro da humanidade pasa pola dispoñibilidade de grandes cantidades de enerxía a prezos baratos. É ben coñecido que o atraso económico, o escaso desenvolvemento dos chamados países do terceiro mundo, é unha consecuencia da non dispoñibilidade de enerxía.

Un recente estudio da UNESCO sobre unha valoración das necesidades enerxéticas precisas para acadalo benestar global da humanidade, chegaba á conclusión de que para lograr esa situación de benestar —no horizonte do ano 2030— cumpriría duplicar a produción enerxética do mundo na actualidade. O citado estudio conclúe que é necesario diversificar a produción de enerxía, así como poñer xa a punto novas formas de obtención de enerxía barata.

Cómpre pois apostar por novas fontes de enerxía que non impliquen as dramáticas dependencias existentes

na actualidade; novas fontes de enerxía e novas tecnoloxías xeradoras de enerxías limpas que non deteriorenen máis o ambiente; tecnoloxías que permitan a utilización de fontes de enerxía renovables, que non se esgoten en tanto que o noso planeta exista.

Con esta perspectiva hai que concienciar a sociedade da necesidade de investir en novas tecnoloxías, capaces de xerar a enerxía precisa para acadar ese estado de benestar global. Temos que ser conscientes de que manter o desequilibrio económico entre países ricos e pobres pode crear tensións que orixinen un malestar capaz de provocar conflitos bélicos xeneralizados. Apostar pola paz no mundo implica, entre outras solucións, a busca de enerxías baratas, que non xeren dependencia económica, limpas e postas ó dispor de tódolos países, para que todos poidan ter a enerxía precisa para desenvolvérense.

No presente artigo pretendo presentar a realidade enerxética na

actualidade dende o punto de vista das fontes de enerxía e da tecnoloxía dispoñibles e cómo debería se-lo seu desenvolvemento conxunto para acadar —no ano 2030— un benestar global da humanidade.

A ENERXÍA NO PASADO

Dende a orixe da humanidade o progreso cualitativo desta vai unido ás melloras enerxéticas: o uso dos animais, o lume, a roda, os muíños de auga e vento, as embarcacións de vela, etc., foron fitos no desenvolvemento dos nosos devanceiros.

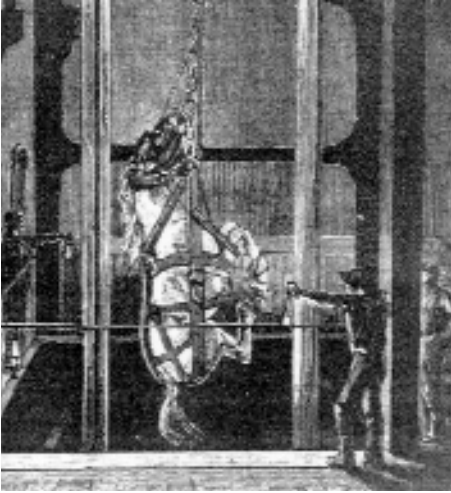
O *Homo sapiens* non contaba máis que coa súa forza como medio de produción de enerxía, pero foi a súa intelixencia a que o levou a descubri-lo lume, co que se produciu un enorme avance no seu benestar. No neolítico aprende a utiliza-la enerxía animal e, paso a paso ó longo da historia, vai facendo súas diferentes formas de producir enerxía partindo de enerxías sempre renovables: a biomasa permítelle obter lume cando o precisa, o vento emprégano para mover muíños ou para desprazar embarcacións, a enerxía da caída da auga emprégase para mover todo tipo de aparellos, etc. Ó longo da historia foi empregando o seu intelecto para deseñar instrumentos técnicos capaces de multiplica-lo seu esforzo, ou usando os animais para xerar maiores enerxías: a roda, a

catapulta, os guindastres, etc., serviron para este fin.

Mais é a chegada da chamada revolución industrial a que vai permiti-la obtención de enormes cantidades de enerxía. Esta revolución, xunto coa revolución tecnolóxica e nuclear do século XX, é a que nos permite hoxe dispoñer de dezasete veces máis enerxía por home da que un humano precisaría para vivir. Quere isto dicir que tódolos que vivimos sobre a terra contamos co equivalente a dezasete escravos enerxéticos. Seguramente foi este feito, e non motivos humanitarios, os que levaron á desaparición da escravitude neste século: os escravos enerxéticos comen pouco e non provocan problemas de revolucións sociais.

O efecto sinérxico do binomio ciencia-tecnoloxía foi o factor determinante da chamada revolución industrial. A nacente ciencia impulsou a tecnoloxía, e o desenvolvemento tecnolóxico fixo poñer ó día, e xa que logo avanzar, os novos conceptos teóricos que, coma unha panca, lanzaron cara adiante os novos avances tecnolóxicos. O resultado de todo isto foi a aparición de novos instrumentos, aparellos e máquinas capaces de producir unha mellor transformación das fontes de enerxía que se ían descubriendo.

Os novos escravos enerxéticos consumían —transformaban— combustibles fósiles. A madeira, o carbón,



Gravado do século XIX que mostra a maneira de baixar un cabalo ata o fondo da mina.

o gas e o petróleo foron os novos combustibles que se transformaban, por medio das máquinas, en enerxía. Habería que agardar ata o século XX para que unha nova fonte de enerxía aparecera: a enerxía nuclear.

A ENERXÍA HOXE

Na actualidade, a enerxía mundial séguese a producir, fundamentalmente, utilizando eses métodos tradicionais:

máis da metade da enerxía producida é de orixe térmica —orixinada pola combustión dos materiais fósiles—, entre o 15-20 % é de orixe hidráulica —grandes ou pequenas presas que producen enerxía hidroeléctrica—, outro 20-25 % da enerxía é de orixe nuclear —xerada pola reacción en cadea producida ó fisionárense os átomos de uranio—, a restante enerxía é producida por outros procedementos —biomasa, solar, eólica, mareas, etc.—.

Para comprendermos moito mellor esas cifras, dadas dun xeito xeral e orientativo, indicamos a seguir cal é a produción de enerxía eléctrica en España no ano 1994 (Táboa 1).

Destacan tres feitos:

1- A enorme dependencia de combustibles fósiles (80 %), sobre todo carbón e uranio.

2- A elevada produción de enerxía eléctrica de orixe nuclear (33 %), cando no mundo é do 20-25 %.

3- A elevada cantidade de enerxía producida polos grandes saltos hidroeléctricos.

<u>FONTES</u> <u>ENERXÉTICAS</u>	<u>PRODUCCIÓN</u>	<u>%</u>
TÉRMICA	137.000	
Carbón	62.000	36,3
Petróleo	12.000	7,0
Gas	7.000	4,0
Nuclear	56.000	32,7
HIDROELÉCTRICA	30.000	17,7
OUTRAS	4.000	2,3
<hr/>		
TOTAL (GWh b.g.)	171.000	

TÁBOA 1. Producción de enerxía eléctrica en España no ano 1994 (Fonte: Forum Atómico Español 1995)

Un estudio comparado de canto acontece na media europea permitiranos unha mellor comprensión da nosa situación. Nos gráficos 1 faise un estudio comparado por porcentaxes de produción de enerxía eléctrica.

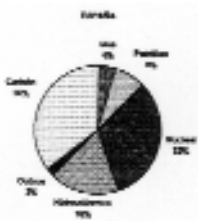


Gráfico 1. Porcentaxes de produción de enerxía eléctrica no ano 1994

Nótese que existen marcadas diferencias entre as fontes de produción enerxética española e as europeas, e como Europa é aínda máis dependente

de fontes de enerxía fósiles que España.

Como se pode ver, máis do 90 % da enerxía producida hoxe procede de métodos xa clásicos (térmica, hidráulica e nuclear) e máis do 70 % é xerada a partir de materiais fósiles non renovables; cómpre pois meditar sobre o xeito de alterar esta dependencia enerxética de fontes non renovables cara a unha necesaria situación que cumpra unha dupla finalidade: produción de máis enerxía da dispoñible hoxe e independencia dos combustibles non renovables.

Deste estudio comparativo con Europa subliñámo-lo seguinte:

1- Gran dependencia europea do petróleo, mentres que nós dependemos máis do carbón.

2- Cando Europa rexeitou as nucleares, nós seguimos a depender delas dun xeito importante (aproximadamente 2,5 veces máis).

3- A pouca incidencia que en Europa ten a enerxía hidroeléctrica con grandes presas, fronte á incidencia española (18 %).

4- Na actualidade Europa produce 3 veces máis enerxía con fontes renovables (o apartado outros) que España (7 % fronte ó 2 %).

Sinalada a situación da enerxía hoxe, hai que indicar moi claramente que os combustibles fósiles debemos consideralos, historicamente, como os catalizadores do benestar acadado no século actual, pero de ningún modo van se-los determinantes do benestar do vindeiro século. Debemos comprender que o seu uso foi e é provisional, por se-la súa dispoñibilidade limitada. Doutra banda, a súa utilización produce efectos secundarios nocivos: a contaminación.

Analícemos máis de vagar por qué dicimos que a enerxía do século entrante non será tan dependente dos combustibles fósiles.

a) Esgotamento dos combustibles fósiles. O uso masivo, nos últimos 150 anos, dos combustibles fósiles está a produci-lo esgotamento dos recursos xerados polo noso planeta ó longo de miles de millóns de anos.

Hai que deixar ben claro que estamos xusto a tempo de detérmonos e respectarmos estes combustibles antes de esgotármolos de vez.

A dispoñibilidade actual de recursos fósiles é máis ou menos como segue: hai reservas de uranio para uns 40 anos, petróleo para uns 50 anos, gas para uns 70 anos e carbón para uns centos de anos, sempre que se sigan a extraer co ritmo actual e non se incrementen. Obviamente estes datos son os correspondentes á situación da tecnoloxía extractiva actual. Se nun futuro deseñamos tecnoloxía axeitada para extraer estes combustibles a profundidades moito maiores, a situación podería cambiar.

Existen algúns outros recursos fósiles: minerais con baixo contido en petróleo, lousas e carbóns bituminosos, areas alcatranadas, etc.; pero a súa explotación e a tecnoloxía seguida na súa aprobeitabilidade son custosas e polo tanto a enerxía sería máis cara que na actualidade. Doutra banda, a tecnoloxía sería moi próxima á que se empregaría na liquefacción e gasificación do carbón e da biomasa e, como é obvio, por seren estes recursos moito máis baratos, sería preferible utilizar estas fontes de enerxía.

Finalmente sinalamos que o petróleo é máis importante como fonte de produtos químicos, de interese industrial, ca como fonte de enerxía tradicional. Cómpre pois deixar de

queima-lo petróleo e desenvolver moito máis a industria petroquímica.

b) Contaminación orixinada polos combustibles fósiles. A utilización destes recursos para a produción de enerxía baséase na súa combustión en centrais térmicas. Como consecuencia da súa combustión —os recursos fósiles conteñen C, H, N, O, S, P na súa composición— xéranse contaminantes gasosos (SO_2 , CO, CO_2 , NO_x , etc.) e sólidos —na forma de ferruxe— que se proxectan á atmosfera e caen coa H_2O en forma de barros ou choiva negra no contorno das plantas produtoras de enerxía eléctrica de orixe térmica, ou como choiva ácida.

Os contaminantes sólidos orixinan problemas en varios quilómetros, na redonda da planta, dependendo da altura da torre de saída de gases; pero son efectos contaminantes moi localizados e, dentro dunha orde, menores. Os efectos dos contaminantes gasosos son moito máis permanentes e afectan á contaminación global do noso planeta, dado que os ventos dominantes poden arrastrar estes contaminantes a centenaes ou miles de quilómetros da central térmica; por iso temos que falar de contaminación global sobre o planeta Terra.

Os problemas que orixinan estes contaminantes son, fundamentalmente, de dous tipos: sobre o planeta (choiva ácida, efecto invernadoiro, burato de ozono, etc.) e sobre os cidadáns (respiratorios, oculares, dérmicos, etc.).

De modo particular quero referirme á incidencia sobre a atmosfera dun só contaminante, o CO_2 . A concentración de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera é hoxe a maior da que se ten noticia nos últimos 150.000 anos de historia do planeta Terra e o seu crecemento é, nos últimos anos, exponencial. Aínda máis o ritmo de contaminación, orixinado pola actividade humana (calefaccións, coches, etc.), incrementa de tal modo a concentración do CO_2 que ou detemos esta medra ou o alcance do efecto invernadoiro sobre o planeta terá consecuencias imprevisibles.

Algúns alarmistas falan decote de cambio climático, como consecuencia destas contaminacións. Non existe, polo momento, evidencia ningunha dun drástico cambio climático; pero si comezan a aparecer efectos que o anuncian. Polo tanto, hai que explicarlle á sociedade que as consecuencias que poden orixinar estas contaminacións non son aínda predicibles, pero albíscase que poden chegar a ser catastróficas.

Ante esta situación son moitas as preguntas que nos podemos formular; tendo na mente o reto do benestar global, algunhas son: ¿hai posible alternativa ós actuais combustibles e, no seu caso, cal é ou son? ¿Que urxencia hai para realizar este cambio? ¿Temos hoxe a tecnoloxía precisa para realizar un cambio das fontes enerxéticas?

¿Poderá a sociedade asumir-lo custo de tales transformacións? ¿Cal será o rendemento social dos cambios realizados nas industrias enerxéticas? Nos seguintes apartados tentaremos dar resposta, dun xeito global e por medio das novas fontes de enerxía alternativas, a estas preguntas.

Antes de pasar a considera-las enerxías do futuro, escribiremos dúas letras sobre a enerxía hidroeléctrica. Esta forma de producir enerxía é branca, é dicir, sen efectos contaminantes sobre o planeta, aínda que si afecta a unha contaminación da paisaxe e a unha deterioración do medio. É claro que a construción de encoros derrama o medio natural, pero cómpre acadar un equilibrio entre a necesidade de producir enerxía e o estrago do medio, isto é, optimiza-la fonte: minimizando a deterioración do medio e maximizando e diversificando a produción desta enerxía. No futuro, esta fonte enerxética deberá chegar ata o 20-25 % do total, naqueles países onde a orografía e as augas o permitan. Xa non se poderán construír grandes encoros, de máxima rendibilidade e impacto ecolóxico, senón que haberá que resucita-las antigas "fábricas de luz", pequenas represas con pouca potencia instalada, pero abonda como para atende-las necesidades domésticas de pequenas comunidades.

A produción actual de enerxía hidroeléctrica en España é de aproximadamente 30.000 Gwh (un 18 %) e deberá pasar a unhas 50-60.000 Gwh

(20-25 %) no horizonte do ano 2015. Isto implicará a construción de moitas minicentraís hidráulicas, respectuosas coa paisaxe e capaces de subministra-la enerxía precisa para pequenas comunidades de 2000-5000 habitantes.

A enerxía hidroeléctrica utiliza xa materia renovable, non dependente. Esta primeira enerxía renovable, importante para aqueles países ricos en auga como Galicia, abre as portas para comprendermos cómo deben ser as enerxías do vindeiro século.

AS FONTES ENERXÉTICAS DO FUTURO

Algunhas consideracións previas sobre as enerxías do futuro hannos servir para entendermos mellor as respostas das preguntas que formulamos no apartado anterior.

En primeiro termo, sinalemos que o uso final da enerxía é, primordialmente, como enerxía eléctrica. É certo que tamén manexamos e, probablemente, seguiremos a manexar enerxías moi diversas (mecánica, hidráulica, eléctrica...), pero parece que a enerxía por excelencia será a eléctrica. Polo tanto, escribiremos principalmente sobre a enerxía eléctrica xerada por novas fontes de enerxía.

En segundo lugar cómpre saber que o parque enerxético tarda en renovarse entre 50-100 anos.

En terceiro termo, as enerxías novas deberán ser limpas (non contaminantes), independentes (dende o punto de vista dos combustibles xeradores), con tecnoloxías universais (que non paguen a peaxe das patentes) e baratas.

Por último, e dende o punto de vista das alteracións climáticas orixinalas pola contaminación, non é doado contestar ata cando aguantará o noso planeta (como xa indicamos), pero canto antes minimicémo-los efectos da contaminación, tanto mellor será para o noso planeta.

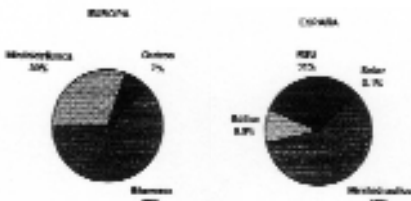
Antes de pasar a analizar cada unha das novas fontes de enerxía indicaremos cuál é a produción enerxética actual procedente de enerxías renovables (ver táboa 2).

Obsérvese a escasa incidencia, polo momento, da biomasa e da solar fotovoltaica (non se contabiliza a solar térmica por ser de uso exclusivamente doméstico).

Un estudio comparado por porcentaxes de canto acontece en Europa axudará a comprender mellor a nosa diferenciación (ver gráfica II).

<u>FONTES</u> <u>ENERXÉTICAS</u>	<u>PRODUCCIÓN</u>	<u>%</u>
Minihidráulica	2.474	59
Residuos sólidos urbanos	1.297.5	31
Eólica	403	9,9
Solar fotovoltaica	4.5	0,1
<hr/>		
TOTAL (GWh/a.)	4.179	

TÁBOA 2. Producción de enerxía eléctrica con enerxías renovables no ano 1994 en España (Fonte: Forum Atómico Español 1995).



Gráfica II. Porcentaxes de produción de enerxía eléctrica procedente de enerxías renovables.

Hai que anotar varios feitos: en España non se produce, de xeito industrial, enerxía procedente da biomasa, pero xa producimos eólica e solar en cantidade significativa; polo momento é moi rechamante o 31 % de RSU, pero é consecuencia de que procede dun 2% do total da produción enerxética (ver gráfico I). Sinalemos finalmente que

España tan só xera o 2 % do total da súa enerxía con fontes renovables.

En resumo, hai novas fontes de enerxía e cóntase con tecnoloxía para poñelas en uso (aínda que habería que implementala con tantos medios como se puxeron para acada-lo desenvolvemento da enerxía nuclear a mediados deste século). Ademais, xa chegou o momento de poñelas en funcionamento.

De seguido analizaremos algunhas delas.

CENTRAIS TÉRMICAS POR BIOMASA

O combustible empregado neste tipo de centrais é renovable; trátase da biomasa producida polos montes e que, na actualidade, por non se utilizar, está a producir tantos incendios. A limpeza dos montes, xunto co cultivo de especies de rápido crecemento e altamente pirofóricas, subministraría o combustible renovable que se queimaría na central para producir enerxía eléctrica.

Estrictamente falando, o aproveitamento enerxético da biomasa é moito máis complicado aínda que, na actualidade, atópase moi ben estudado pola importancia que vai ter para o futuro enerxético da humanidade. Existen dúas vías de aproveitamento integral da biomasa.

a) Por vía húmida: este procedemento aplícase para masas vexetais cun alto grao de humidade (máis do 50% en peso) e pode dar lugar a dous procesos diferenciados: a metanización e a fermentación alcólica.

— A metanización consiste nunha fermentación anaeróbica que xera unha mestura rica en metano coñecida como biogas, que pode chegar a ter un índice de poder calorífico (IPC) de 5000 kcal/m³.

— A fermentación alcólica é outro proceso de gasificación que permite obter un gas de poder calorífico medio (IPC= 8000 kcal/m³).

b) Por vía seca: aplicable a aquelas masas vexetais con humidade inferior ó 30 %. A pirólise é un procedemento que transforma a masa vexetal en gases de poder calorífico baixo. Os procesos de combustión poden xerar vapor que logo se transforma en electricidade.

Daquela, a biomasa pódese utilizar con moitas finalidades polo variado aproveitamento que ofrece. En Europa estase xa a producir electricidade empregando esta fonte de enerxía.

A tecnoloxía xa está dispoñible hoxe: son turbinas de gas ás que se lles poden adaptar modernos e eficientes gasificadores. Unión Fenosa investiga en Galicia métodos de produción de combustibles a partir de biomasa, e

lembramos que España ten unha recoñecida tradición nos cultivos forestais de rotación rápida así como no coñecemento sobre os cultivos herbáceos de interese enerxético.

Dende o punto de vista da rendibilidade, España intenta chegar (no ano 2000) a producir 333 Megavatios (MW) de potencia instalada, pero está en condicións de producir 10.000 MW. Esta produción sería o resultado de montar centrais eléctricas capaces de xerar 60 Teravatios/hora ó longo de 6000 horas/ano. A posta en funcionamento de todas estas centrais implicaría un custo duns 50.000 millóns de pesetas. Por outra banda, a biomasa necesaria para chegar a producir esa enerxía eléctrica sería de 22,5 millóns de toneladas de materia seca cultivable en 2,25 millóns de ha (nótese que hoxe xa se cultivan 0,45 millóns de ha dedicadas a especies de rotación rápida e que, o proposto, só implica multiplicalas por 5).

Como se pode entender, ningún destes datos representa unha utopía e son perfectamente realizables. Ademais, o desenvolvemento desa industria implicaría crear non menos de 50.000 postos de traballo, moitos deles rurais, dedicados a coidar e limpa-los montes. O seu efecto multiplicador na economía sería moi favorable.

Dado que se conta coa tecnoloxía e os montes están aí poderían comezar

hoxe a producir esta enerxía. Só falta a decisión política de facelo.

CENTRAIS ELÉCTRICAS EÓLICAS

O combustible empregado nestas centrais é o vento. A fonte de enerxía renovable son os ventos que, vindo dende o Atlántico, azoutan a nosa terra. Esta fonte de enerxía é moi vantaxosa e barata para España e para Galicia en particular. Os parques eólicos de Tarifa, Estaca de Bares e Cabo Vilán son mostra viva disto.

A tecnoloxía segue hoxe a se desenvolver, pero tanto Endesa como Unión Fenosa dispoñen de tecnoloxía para fabricar excelentes turbinas capaces de transforma-la enerxía eólica (recollida polas aspas de enormes muíños de vento) en electricidade.

Na actualidade España ten en adiantado período de execución proxectos por un total de 410 MW de potencia instalada (ver táboa 3).

A súa posición para recolle-los ventos que lle chegan do Atlántico é privilexiada, pero aínda se atopa moi lonxe do seu tope.

No ano 1990 había só 7 MW instalados, no ano 94 eran xa 115 e na actualidade son 410, pero estamos en condicións de chegar ata unha potencia instalada duns 10.000 MW que



Os parques eólicos xa se empezan a ver nas zonas de fortes ventos.

virían representa-lo 5-8 % da enerxía total necesaria para o noso país no horizonte do ano 2030.

<u>PAÍSES</u>	<u>POTENCIA INSTALADA</u> (MW)
USA	1.770
Alemaña	1.137
Dinamarca	630
India	550
España	410
Holanda	250
Reino Unido	193
Galicia	75

TÁBOA 3. Enerxía eólica instalada no mundo

Nestes últimos anos a Unión Europea (UE) vén subsidiando as enerxías renovables e particularmente a enerxía eólica; máis de 25 proxectos foron xa financiados con fondos do programa Altener I para enerxías renovables e moitos máis poderanse acoller nos vindeiros anos. A UE tomou a decisión da diversificación enerxética (para evita-la dependencia do petróleo) e a aposta polas enerxías renovables, de modo que no ano 2015 o 12 % da enerxía eléctrica producida procederá de fontes enerxéticas renovables.

No tocante á rendibilidade sería necesario un enorme investimento de choque ata chegar ós 10.000 MW de potencia instalada e, logo, un mantemento anual de 400 MW (30 anos de vida na amortización de cada parque). Isto supón investimentos de choque elevados, pero de mantemento moito máis normal (60.000 millóns de pesetas/ano) e crearía uns 10.000 postos de traballo cada ano.

Estamos a falar duns 300.000 empregos fixos para traballo directo nas industrias que fabrican turbinas, paletas, accesorios, etc., mais no mantemento dos parques e, a maiores, uns 50.000 nos primeiros anos de lanzamento e posta en marcha dos novos parques eólicos.

Nun informe elaborado por unha comisión da UE fálase da necesidade de crear un imposto sobre os

combustibles convencionais, que compensen os custos ambientais, e eses cartos dedicalos á investigación de enerxías renovables e a investimentos públicos en novos parques enerxéticos. Tense estudado que, de non actuar así, será imposible superalo 8 % de enerxía producida con enerxías renovables nos próximos 15 anos. Indícase que un investimento de choque, equivalente a 31 billóns de pesetas, en enerxía eólica determinaríase como efectos inmediatos:

— A creación de máis de 500.000 postos de traballo.

— A diminución nun 19 % das importacións de materias enerxéticas.

— A diminución nun 16 % das emisións de CO₂, respecto das emisións propias do ano 1990.

Como sabemos, o vento está aí, a tecnoloxía (aínda que un tanto xusta) está xa dispoñible. Falta a vontade política ou a decisión (na forma de impulso) das empresas.

CENTRAIS ELÉCTRICAS TERMOSOLARES OU FOTOVOLTAICAS

Esta enerxía eléctrica é a producida polo sol. Como é ben sabido, o sol é vida e calor para o planeta Terra e para cantas criaturas moran sobre el. É certo que a biomasa e o vento teñen

tamén a súa orixe e razón de ser no sol, pero cando falamos de enerxía solar ou do aproveitamento enerxético da enerxía que provén do sol, estámonos a referir a aquelas centrais eléctricas que recollen a enerxía procedente do sol en células ou paneis fotovoltaicos, ou nos chamados termosolares.

Está claro que o combustible é barato, non monopolizable por país ningún e que chega a tódolos países (con desigual incidencia). Non é un combustible contaminante e o seu aproveitamento non afecta a ningún equilibrio enerxético ou ecolóxico. Todo isto implica que canto máis e mellor poidamos utilizar esta enerxía que o sol nos entrega de balde tanto máis poderemos abarata-los custos da enerxía no seu conxunto e tanto máis doadamente acadaremos ese benestar global mundial necesario.

Polo tanto a enerxía de orixe solar é harmónica, compatible con elevados niveis de desenvolvemento de tódolos países, e menos apta ca outras para ser monopolizada. Trátase dunha enerxía da paz e para a paz, como contraste coas enerxías hoxe tradicionais (nuclear, térmica ou hidráulica) que constantemente están a xerar disputas entre pobos.

Hoxe en día existe xa a tecnoloxía que permite o seu aproveitamento, se ben aínda non se atopa totalmente desenvolvida e a súa instalación resulta



Os colectores solares, cando a súa tecnoloxía estea ben desenvolvida terán un bo aproveitamento en zonas como as costas do Levante.

custosa. Cómpre dicir claramente que se politicamente se potencia esta opción, se montan parques solares e se incentiva a instalación de paneis domésticos, produciríase un drástico abaratamento de custos.

O aproveitamento termosolar, que facilitaría a obtención de auga quente para uso doméstico, así como calefacción, está desenvolvido no mundo occidental. Esta tecnoloxía é bastante sinxela e fácil de instalar. Malfadadamente, o escaso apoio gobernamental e a falta de información ós cidadáns determina que en España sexa moi reducido o uso destas simples instalacións que representan un aforro económico, en enerxía, moi importante no ámbito doméstico.

Para termos unha idea numérica do que estamos a dicir, indicamos que a produción de enerxía termosolar,

mesmo sen estar ben espallada, representa xa hoxe en España uns 50 Ktep (isto é o equivalente á enerxía producida por 50.000 toneladas de petróleo). Canto máis se divulga máis miles e millóns de toneladas de petróleo estaremos a aforrar.

Obviamente, debe quedar claro que a utilización do proceso termosolar de obtención de enerxía permite a obtención de enerxía doméstica; pero, polo momento, a eficiencia da súa transformación en electricidade non é moi alta, polo que aínda non serve para a obtención de enerxía de uso industrial (se ben o parque de Almería é o máis importante do mundo). A investigación neste campo fará que a enerxía eléctrica de orixe termosolar sexa outra das enerxías do século XXI.

A tecnoloxía fotovoltaica si vai permitir —xa o permite— a obtención de enerxía industrial por medio da

creación de parques solares. O parque solar de Toledo é o segundo máis importante de Europa; dúas empresas españolas forman parte do consorcio de 17 empresas europeas no desenvolvemento da tecnoloxía fotovoltaica; a tecnoloxía bifacial das células solares españolas son as que acadan a máxima eficiencia (21 % da súa transformación no laboratorio e o 17,5 % instalado en parque solar). Entón, a situación de España no aproveitamento da enerxía solar é privilexiada.

Esta tecnoloxía non está completamente a punto, pero se politicamente se decide apoiala, axiña o estará. Hoxe estanse a producir células fotovoltaicas de concentración de baixo custo para a produción de electricidade solar en parques solares. A posta en funcionamento destas células e paneis farán que logo se amortice o seu custo e os beneficios acadados reverterán en investigación determinando que, en poucos anos, se abarate drasticamente o seu prezo.

Dende o ano 1984 que se montou a planta fotovoltaica de San Agustín de Guadalix, ata a montaxe de Toledo, lévase andado xa moito no aproveitamento fotovoltaico da enerxía solar. A planta fotovoltaica que Unión Fenosa montou en Toledo (en cooperación coa RWZ alemana) produce 1 MW a pleno rendemento pero estase xa en condicións de montar plantas con maior produción.

Alguns números pódennos axudar a comprende-la importancia da posta en funcionamento desta importantísima fonte de enerxía. Se queremos chegar a dispoñer dunha produción de 30.000 MW por ano con esta fonte, faría falta un enorme investimento de choque anual, pero ademais cumpriría repoñe-lo parque: uns 1000 MW cada ano. Só o mantemento do parque suporía 120.000 millóns de pesetas, o que levaría consigo unha creación de emprego de 20.000 persoas fixas; ademais, o lanzamento e posta en funcionamento precisaría de moitos miles de traballadores máis.

Estes grandes números son rechamantes dende o punto de vista cuantitativo, pero a creación de postos de traballo, a diversificación da obtención de enerxías novas e non contaminantes e o indubidable abaratamento da enerxía nun prazo curto de tempo, ten que animar-los políticos a apostar por esta saída.

Débase forza-la concertación de forzas sociais, políticas e económicas para camiñar na busca dunha mellora tecnolóxica para estas novas enerxías. O mesmo entusiasmo con que os políticos e os militares apoiaron no pasado a tecnoloxía nuclear, débese hoxe poñer no desenvolvemento e a posta en marcha das novas enerxías. Este apoio non só melloraría a nosa situación enerxética, senón que nos permitiría situarnos cara ó futuro

como un dos países con mellor tecnoloxía nestes campos, impulsando o progreso e a modernización do noso país. Doutra banda, xeraría moito máis de 100.000 postos de traballo para as novas xeracións que rematan os seus estudos.

Todo o devandito pode abraiar pola súa magnitude, pero hai que situalo no conxunto da renovación do parque enerxético. Aínda se precisan uns 10 anos para que a tecnoloxía se atope máis desenvolvida; o parque renóvase en non menos de 30 anos. Estamos a falar de que ata o 2050 a enerxía do mundo non podería ser totalmente solar e, moi probablemente, nin sequera no 2100 o acadará. A enerxía solar está dispoñible, témola aí: só hai que toma-la decisión de apostar por ela e beneficiala.

Hai pois que apostar decididamente por unha diversificación das fontes de enerxía e ir cambiando, pase-niña pero decididamente, os antigos combustibles polos novos.

OUTRAS ENERXÍAS ALTERNATIVAS

Acabamos de sinala-la importancia e a necesidade da diversificación enerxética, así como o esencial que é botar man de cantos recursos teñamos e se poidan transformar en enerxía, preferentemente en enerxía eléctrica. Seguidamente daremos conta doutras

enerxías alternativas e de cáal é o estado de desenvolvemento no que se atopan.

Enerxía eléctrica por fusión nuclear

Fusión nuclear é o contrario da fisión nuclear, por iso cómpre diferencialas. A fisión nuclear é a que nós chamamos hoxe enerxía nuclear, e consiste en aproveita-las enormes cantidades de enerxía que se liberan cando un átomo (o uranio, por exemplo) rompe e se divide noutros átomos de número atómico máis pequeno. A fusión é, como o seu nome indica, o proceso no que átomos de número atómico pequeno se xuntan para formaren átomos de número atómico máis grande; este é o proceso que ten lugar no sol e que xera a súa inxente enerxía. No cruxol do sol átomos lixeiros (hidróxeno, deuterio, tritio) fusiónanse para formar helio (velaí téde-lo nome do sol) e no proceso libérase moita enerxía.

A fusión nuclear inténtase replicar na terra para aproveita-la liberación de enerxía e transformala en electricidade. A tecnoloxía que se procura corresponde á fusión en quente, como acontece no sol (a temperaturas de millóns de graos e presións elevadísimas); pero tamén se tentou a fusión en frío, que implicaría tecnoloxía moito menos custosa.

No momento actual aínda non se ten a tecnoloxía axeitada, se ben están

desenvolvidas tódalas formulacións teóricas e mesmo hai confeccionado algún prototipo e se teñen realizado algúns experimentos de fusión durante microsegundos. En España inaugurouse, neste ano de 1997, o segundo prototipo europeo para estudio experimental da fusión nuclear.

Os estudiosos máis optimistas deste campo consideran que faltan 50 anos, como mínimo, para acadar a tecnoloxía precisa; probablemente se chegará tarde ó mercado enerxético, agás se se atopa antes unha saída tecnolóxica nova.

Enerxía mareomotriz

Este procedemento de obtención de enerxía eléctrica consiste en transformar a enerxía das mareas mediante turbinas. O esquema é sinxelo e semellante ó que produce electricidade a partir da enerxía hidráulica.

As mareas presentan unha marcada diferenza de nivel entre a baixamar e a preamar (que pode chegar ós 4 metros). Hai zonas da terra onde se pode aproveitar ben o devalo do mar para transformar a súa enorme enerxía, por medio das paletas da turbina, en enerxía eléctrica. En Francia existe unha central mareomotriz na costa atlántica.

Esta forma de enerxía está moi pouco estendida no mundo.

Enerxía xeotérmica

Esta fonte de enerxía consiste en aproveitar-lo gradiente térmico da terra para transformalo en enerxía eléctrica. É ben coñecido que o interior da terra presenta temperaturas notablemente máis elevadas cá súa superficie; este gradiente de temperatura (calor) pódese aproveitar para transformalo (por medio de turbinas das existentes en centrais térmicas) en enerxía eléctrica.

Existen en funcionamento diversas centrais xeotérmicas distribuídas ó longo da superficie do planeta, pero aínda non se atopa moi xeneralizada a súa utilización.

Fotosíntese artificial

A fotosíntese é o proceso mediante o cal as plantas son capaces de fixar a enerxía solar e transformala na súa necesaria enerxía de vida. Nos cloroplastos das plantas verdes (o seu laboratorio celular) o fotosistema II fixa a radiación solar (h) e apróveitanos para realizar a descomposición fotoquímica da auga en hidróxeno e osíxeno. O osíxeno é expelido e o hidróxeno fica no laboratorio, como combustible, para cando o precisa.

A fotosíntese artificial trata de replicar no laboratorio, e logo nunha central eléctrica, o que fan as plantas nos cloroplastos. Trataríase de obter hidróxeno a partir da auga usando a

radiación solar, que é totalmente gratis. O hidróxeno é un gas fácil de almacenar e un combustible de enorme potencia enerxética, amais de non contaminante.

Esta forma de obter enerxía é aínda unha especulación teórica. As plantas son capaces de beneficiarse desa enerxía, pero os humanos non somos quen de replicala. Pode que, ó longo desta xeración, poidamos ver realizado algún ensaio no laboratorio de fotosíntese artificial.

CODA

A necesidade de acadar un benestar xeneralizado no mundo, para conquistar unha paz estable, lévanos a duplica-la enerxía dispoñible hoxe no planeta e isto non se conseguirá antes do ano 2030. Nesa época non teremos xa as cantidades precisas de combustibles fósiles capaces de xerar tal enerxía, polo que teremos que botar man de novas fontes enerxéticas. Hoxe existe xa tecnoloxía capaz de aproveitar enerxías de orixe solar e transformarlas en enerxía eléctrica. Cómpre botar a andar e monta-las novas centrais eléctricas baseadas en enerxías alternativas e renovables.

BIBLIOGRAFÍA

- Bermejo, M. R. *et al.*, "Manganeso e fotosíntese". *Revista Científica*, 12, 35 (1993)
- Cádiz, J. C., *Historia de las máquinas eólicas*, Ed. Endesa, 1992.
- Galván, F., "Aplicaciones biotecnológicas de sistemas fotosintéticos inmovilizados", *Química e Industria*, 41, 683, 1994.
- Jiménez, S., "La biomasa como fuente alternativa de enerxía", *Química e Industria* 41, 696, 1994.
- Luque, A., "Las enerxías renovables en busca de liderazgo", *Química e Industria*, 41, 715, 1994.
- Manahan, S., "Fundamental of environmental chemistry", Lewis publisher, 1993.
- Rao, H. H. e D. Hall, "Immobilized photosynthetic systems: Applications in biotechnology" in *Trends in photosynthetic research*, Intercept, Andover Hampshire, 1992.
- Regueiro, B., R. Tojo, e M. Balseiro, *Las biotecnologías en las industrias agroalimentarias*, Ed. Cuadros, 1992.
- Yerquin, D., *La historia del petróleo*, Barcelona, Plaza y Janés, Cambio16, 1992.

