

# A ENERXÍA SOLAR TÉRMICA: CARTA A UN ALUMNO DUN INSTITUTO GALEGO\*

JACK STEINBERGER

## Abstract

*What is the future we want to deliver to future generations? Our fossil-fuel based society has an expiration date which is not far away, and a solution must be found to reduce our dependence on oil, coal and other hydrocarbons. A proposal is made to support thermal solar energy as the renewable energy of the future. The fundamentals of this source of energy are presented, together with several projects which have shown its viability.*

## RESUMO

Cal é o futuro que queremos deixar ás futuras xeracións? A nosa sociedade baseada nos combustibles fósiles ten unha próxima data de expiración, e a solución debe ser atopada na redución da nosa dependencia do petróleo, carbón e outros hidrocarburos. Proponse a enerxía térmica solar como a enerxía renovable con máis futuro, e preséntanse os fundamentos desta fonte de enerxía e algúns dos proxectos neste campo que teñen xa amosado a súa viabilidade.

Querido alumno:

Son un vello físico. Un dos teus profesores pedíame que escribira algo que poida que sexa útil para ti. Alédome de contactar coa xeración máis nova. O que sigue non é sobre Física, é sobre a enerxía para o teu futuro, un tema máis importante. A nosa próspera sociedade industrial está a consumir cantidades de enerxía nunca vistas ata o de agora, esgotando os recursos do planeta en combustibles fósiles e ameazando o clima. Que se debería facer?

Actualmente, o 80% da enerxía que consumimos é producida queimando combustibles fósiles, arredor do 10% queimando biomasa (madeira, lixo, etc., non combustibles fósiles “biolóxicos” especialmente cultivados), o 5% é hidroeléctrica e case o 5% nuclear. Polo consumo de

\* Traducido do inglés por Xabier Cid Vidal.

combustibles fósiles, o contido do gas  $\text{CO}_2$  (causante do efecto invernadoiro) na atmosfera medrou un 35%, de 280 a 380 partes por millón, cun crecemento consecuente na temperatura global de  $0.8^\circ\text{C}$ , e un aumento do nivel do mar de 20 cm. Se seguimos por este camiño, tendo en conta o aumento da poboación global e tamén o do consumo de enerxía per cápita, especialmente nos países máis desenvolvidos, as reservas coñecidas de petróleo remataranse en 25 anos, as de gas natural en 35 e as de carbón quizais en 60. Ademais, as temperaturas globais terán medrado arredor de  $6^\circ\text{C}$  e o nivel do mar en varios metros. Este non é o planeta que che deberíamos deixar a ti e aos teus fillos.

Calquera troco substancial na tecnoloxía de produción de enerxía levará tempo, polo menos 30 anos, dado o tempo de duración das plantas enerxéticas e o custo significativo de reempazalas. Isto é comparable co tempo de vida das nosas reservas de combustibles fósiles e, xunto co efecto no clima e a consecuente miseria humana e loitas, outra boa razón para nos mover con atención e determinación cara a enerxía do futuro. Cales son as nosas opcións? A electricidade, agora mesmo ~40% do consumo de enerxía, converterase nunha fracción moito maior. A electricidade a partir da auga (centrais hidroeléctricas) ou xeotermal é excelente, pero os recursos globais son limitados, ata quizais un 15% da demanda, e a madeira e desfeitos biolóxicos arredor doutro 10%. Os biocombustibles especialmente cultivados non son unha boa opción, tendo en conta o conflito que producen coa agricultura alimentaria. Un gran medre da enerxía nuclear tampouco é desexable, tendo en conta os riscos asociados cos desfeitos nucleares, cos accidentes, coa proliferación de armas nucleares e con ataques terroristas nas centrais. Igualmente, os recursos coñecidos de uranio son bastante limitados comparados coas necesidades enerxéticas a longo prazo.

A enerxía solar ten unha gran vantaxe sobre as demais: hai abondo, unha pequena porcentaxe da superficie desértica mundial chegaría para satisfacer as necesidades enerxéticas mundiais. Tamén hai unha cantidade substancial de enerxía eólica, quizais suficiente cando o vento sopra. Pero ten a desvantaxe, compartida pola solar fotovoltaica, de que o vento non sopra todo o tempo e o Sol non brilla pola noite, e non existe un xeito viable economicamente de almacenar a electricidade producida cando sopra o vento ou brilla o Sol. Isto fai difícil imaxinar unha rede eléctrica baseada en calquera das dúas.

Na tecnoloxía solar térmica con almacenamento ao longo da noite, grandes áreas de espellos focalizantes concentran a enerxía solar para quentar un fluído a altas temperaturas, e esta enerxía é utilizada para dirixir unha turbina de vapor convencional. Parte da calor xerada durante o día é almacenada nun tanque retedor da calor para dirixir ao xerador pola noite. Para Europa, os “campos solares” estarían nos desertos do Norte de África. A potencia eléctrica tería que ser despois transportada distancias longas, tipicamente de miles de km, ata o consumidor.

Basicamente hai dúas xeometrías para a concentración solar. Na xeometría lineal, espellos focalizantes longos concentran a luz do Sol en tubos que conteñen un líquido que é quentado a alta temperatura. Estes espellos deben ser rotados ao longo do seu eixo para seguir ao Sol. Durante o período de 1981 a 1989 instaláronse no deserto de Mojave (California, EEUU) arredor de 8 plantas piloto empregando esta técnica, para un total de 500 MW aproximadamente (para comparar, unha estación enerxética de combustibles fósiles típica proporciona 1 GW). As plantas aínda están en funcionamento, demostrando a viabilidade da tecnoloxía. Os espellos son cilindros parabólicos, sobre 5 m de ancho e centos de metros de longo, e o líquido é aceite nun tubo de 5 cm de diámetro, quentado a  $400^\circ\text{C}$ . Este tubo resultou un reto técnico nada doado, xa que debe estar nun baleiro illado. Estas plantas non tentan o almacenamento nocturno e están integradas nunha rede local que se serve principalmente de xeradores de combustibles fósiles.

Na outra xeometría, coñecida habitualmente como “torres solares”, a luz do Sol focalízase nun conxunto de espellos nun tanque situado no alto dunha torre, que contén o líquido que se debe quentar. Os espellos focalizadores deben ser virados entón para seguir ao Sol en dúas direccións, Norte-Sur e Este-Oeste. Hai dúas plantas piloto en operación, unha en Nevada (EEUU) e outra en España, cada unha tendo capacidades de arredor de 10 MW. Estas torres solares tampouco teñen almacenamento nocturno.

As primeiras plantas solares piloto con almacenamento nocturno son 3, Andasol I, II e III, cada unha con 50 MW, na actualidade en construción en Sevilla, en Andalucía. Andasol I xa está en operación. Estas plantas usan os mesmos depósitos parabólicos de concentración e vectores termais de aceite que as do deserto do Mojave, pero incorporan o almacenamento nocturno. A calor é almacenada nunha mestura de sodio e sal de nitrato de potasio fundido. Os tanques de almacenamento termal de Andasol teñen 14 m de altura e 38,5 m de diámetro. O “Solar Tres” é un proxecto de torre solar de 17 MW con almacenamento nocturno, tamén en construción en Andalucía. Emprega sal fundido, tanto como vector termal como medio de almacenamento termal. A torre ten 120 m de alto, a concentración solar faise mediante 2600 espellos cada un de 115 m<sup>2</sup> de superficie e o tanque de almacenamento contén 6000 toneladas de sal fundido.

Os custos actuais da enerxía termal solar nestes proxectos están entre dúas e tres veces os dos combustibles fósiles e están subvencionados polos gobernos. Porén, hai consenso en que cun desenvolvemento tecnolóxico e tamaño das instalacións maiores poderanse acadar custos similares aos dos actuais combustibles fósiles. Non hai acordo na cuestión das técnicas óptimas para a concentración solar (lineal ou con torres solares), nin na dos tipos de espellos focalizadores, nin no fluído térmico (que actualmente é aceite, pero para o cal os novos proxectos propoñen vapor directo a alta presión), nin tampouco na mellor tecnoloxía para almacenar a calor. O desenvolvemento e investigación destas tecnoloxías deberan ser aceleradas, e poden ser levadas a cabo en proxectos relativamente pequenos duns poucos MW, tamén no Sur de Europa. A tecnoloxía para as redes de alta transmisión de alta potencia, que teñen que ser por correntes continuas de alta voltaxe (HVDC nas súas siglas en inglés), é coñecida; estas liñas de transmisión son empregadas en Brasil e Canadá; os custos e as perdas de transmisión de arredor do 5% cada 1000 km son aceptables.

A enerxía para Europa virá dos desertos do Norte de África, sendo unha pequena porcentaxe da área destes suficiente para as necesidades enerxéticas europeas. Un dos fitos será a construción, en África, de plantas solares con produción de potencia suficiente para garantir unha rede de transmisión a Europa, quizais da orde de 3 GW. Un proxecto así precisa do establecemento dunha colaboración que involucrase a varios países europeos e africanos, quizais Alemaña, España, Francia, Italia, Arxelia, Túnez e Exipto podería ser un comezo. Os primeiros anos precisarían ser utilizados para estudar as tecnoloxías de concentración solar, do vector termal e do sistema de almacenamento de calor a ser escollidas. A isto seguiríalle a construción en África dos campos de colección solar, das instalacións de almacenamento térmico, dos xeradores e das liñas de transmisión a Europa, e podería estar completa en 2020. O custo total do proxecto podería ser de arredor de 30 mil millóns de euros, comparable aos custos actuais de produción de electricidade. Representaría un paso esencial e importante cara o abastecemento enerxético a longo prazo para Europa. No mesmo nivel, ademais das vantaxes mencionadas este proxecto tamén reforzaría a estabilidade política.

Para concluír, a enerxía eléctrica termal solar procedente de África é a fonte de enerxía máis económica e práctica para o futuro a longo prazo. Canto antes se acade mellor será, tanto para

conservar a máxima cantidade posible de combustibles fósiles para as xeracións futuras como para limitar o período do quecemento global. As tecnoloxías relevantes deberan ser estudadas intensamente para economizar o proxecto e facelo fiable. É imperativa a colaboración de varios países europeos e africanos nun proxecto piloto para desenvolver as tecnoloxías precisas. Acadar unha primeira planta enerxética en África que transmitise a Europa podería ser posible en 2020.

Querido representante da nova xeración, deséxоче un bo futuro, e non só no enerxético e climático.

Jack Steinberger. CERN. **Premio Nobel de Física** en 1988 polo “método do feixe de neutrinos e a demostración das estrutura de dobrete dos leptóns co descubrimento do neutrino muónico.”