

El poder de Eolo



Figura 1. Obelisco de Tutmosis I en Karnak, Egipto.

KAREN SÁNCHEZ SÁNCHEZ

• Instituto de Energías Renovables, UNAM •

Karén Sánchez Sánchez es alumna de la licenciatura de ingeniería en energías renovables de la UNAM y ha participado de manera destacada en los talleres de literatura y de divulgación escrita de la ciencia; es originaria de la Ciudad de México y estudió en el CCH Sur de la UNAM. Presentada por el Dr. Sergio Cuevas, miembro de la Academia de Ciencias de Morelos.

Eolo, Señor de los Vientos, vivía en la isla flotante de Eolia con sus doce hijos, hembras y varones casados entre sí. De acuerdo con la Odisea, Zeus le concedió el poder de controlar los vientos, que Eolo mantenía cautivos, controlándolos con un dominio absoluto, encerrándolos o liberándolos a su antojo. Apoyado en sus grandes poderes, en múltiples ocasiones acudió en auxilio de otros dioses. Esperemos que ahora acuda a nosotros para ayudarnos a controlar la fuerza del viento, aprovechándola cómo se ha hecho desde tiempos remotos, antes incluso de la creación de estos grandiosos mitos.

Antes de entrar en la historia del uso de la energía eólica, debemos comprender su motor el viento. Seguro has escuchado decir que *el viento es aire en movimiento*, pero ¿sabes realmente cómo se

origina el viento?

Para comenzar, es importante tener claro que en nuestro planeta existen diferencias en la presión atmosférica, entendida como la fuerza que ejerce el aire de la atmósfera sobre la superficie terrestre, y medida como fuerza que ejerce el aire por unidad de área de superficie terrestre. Como consecuencia de las diferencias en presión atmosférica, se produce un movimiento de la masa del aire, que se conoce y percibimos como viento.

En el viento influye también la radiación solar que llega a la Tierra, ya que calienta el aire provocando su expansión, lo que origina que se mueva de las zonas de alta presión a las de baja presión. Otro factor que incluye en las propiedades del viento es la rotación de la Tierra, ya que hace que la dirección del viento sea en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte y en sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio sur.

Mayor fuerza que la de los esclavos

Los egipcios fueron los primeros constructores de barcos de vela de los que se tiene noticia. Hace al menos cinco mil años que empezaron a fabricarlos para, aprovechando el viento, navegar por el Nilo y más tarde por el Mediterráneo. Pero puede que ésta no haya sido la única aplicación que le dieran al viento. Egipto se caracteriza por la construc-

ción de grandes pirámides, y también por sus obeliscos, que son particularmente interesantes si nos preguntamos cómo es que fueron erigidos. Hay hipótesis que plantean que esto se logró gracias a la fuerza de miles de esclavos. Pero la doctora Maureen Clemmons abordó el problema desde otra perspectiva, y planteó el uso de la fuerza del viento. Estudiando los patrones de viento en Egipto, planteó que se podría levantar un obelisco con ayuda de cometas (Figura 1). Así, con ayuda de Hans Hornung, director del laboratorio aeronáutico del Instituto de Tecnología de California (Caltech), se puso en marcha el "Proyecto Cometa", mediante el cual se buscaba comprobar la teoría de la doctora Clemons. El proyecto duró poco más de siete años, con un resultado asombroso: se demostró que es posible levantar un obelisco con ayuda del viento (<http://pr.caltech.edu/periodicals/CaltechNews/articles/v35/obelisk.html>).

Babilonia

Hammurabi, rey de Babilonia, utilizó molinos accionados por el viento para bombeo de agua, que se utilizaban para regar las llanuras de Mesopotamia, y para la molienda de granos 17 siglos a.C.

De hecho, los molinos le deben su nombre a este último trabajo. Se trataba de primitivas máquinas eólicas con varias palas de madera o caña, cuyo movimiento de rotación ocasionado por el viento, era comunicado directamente por el eje a las muelas del molino (figura 2). Para evitar las turbulencias provocadas por la variación en la dirección del viento, las aspas estaban protegidas por una construcción con grandes huecos, que permitía el paso del aire de manera ordenada.

Este tipo de molino se exportó al este y al oeste, siendo en China donde se realizaron las primeras construcciones fuera del territorio persa.

Panémonas

En China, las panémonas eran molinos de rotor vertical y palas a base de telas colocadas sobre un armazón de madera, que eran utilizados para el bombeo de agua (figura 3). El molino chino presenta la misma estructura que el molino persa, pues como ya señalamos, de Persia fueron llevados a China. Sin embargo, en China el molino no era encerrado en una construcción auxiliar. Se trata de una construcción igualmente ligera de madera, en la que las aspas son velas de tela que soportan el empuje del viento.

¿Cómo llegaron los molinos a Europa? Muchos autores afirman que los molinos de viento fueron introducidos a Europa como consecuencia de las cruzadas. Sin embargo, hay quienes niegan esta idea, argumentando que la tecnología desarrollada en Europa

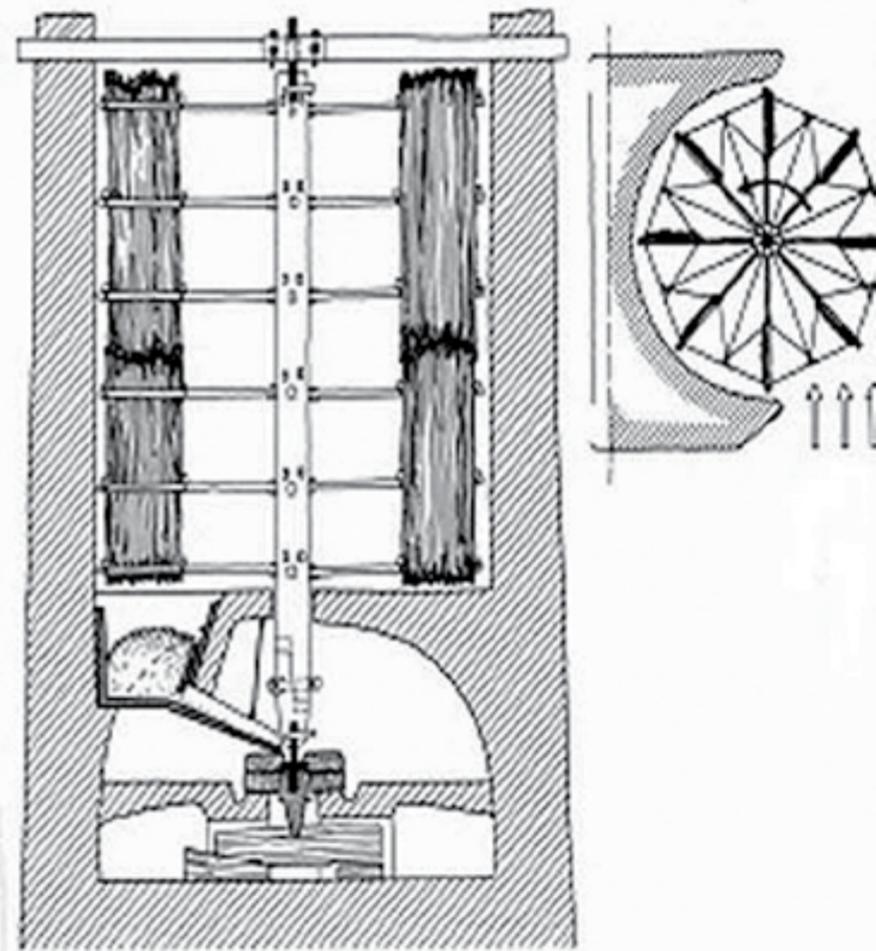


Figura 2. Estructura del molino persa.

es totalmente diferente de la Oriental, puesto que en Europa predominaban los molinos de eje horizontal, mientras que en Oriente los molinos eran de eje vertical (Figura 4).

Durante la Edad Media se construyó un gran número de molinos, siendo los señores feudales quienes autorizaban su construcción como forma de obligar a los vasallos a utilizar los molinos de su propiedad. Éstos tenían tanta importancia en las actividades que se llegó a prohibir la siembra de árboles a su alrededor, con el fin de asegurar la libre incidencia del viento.

Holanda, tierra de molinos

Los molinos tuvieron su mayor desarrollo en Holanda durante la Edad Media y para mediados del siglo XIX ya había alrededor de nueve mil molinos de viento instalados.

Desde el Siglo XII los holandeses comenzaron a desecar regiones pantanosas del río Rin mediante el uso de molinos de viento para el bombeo de agua y diques. A estos terrenos se les llama *polders*. Este proceso provocó que dichas porciones de tierra quedaran por debajo del nivel del mar, ocasionando inundaciones. Para solucionar el problema desalojando agua, también se usaron molinos.

El grupo más famoso de molinos de viento utilizados en polders está en Kinderdijk, reconocido por la UNESCO como patrimonio mundial de la humanidad. Este lugar, con sus diecinueve molinos, permite imaginar cómo se evitaban las inundaciones (Figura 5).

Pero el bombeo de agua no era su única aplicación. Los molinos Schiedam, los cinco molinos de viento más grandes del mundo, con más de 40 metros de

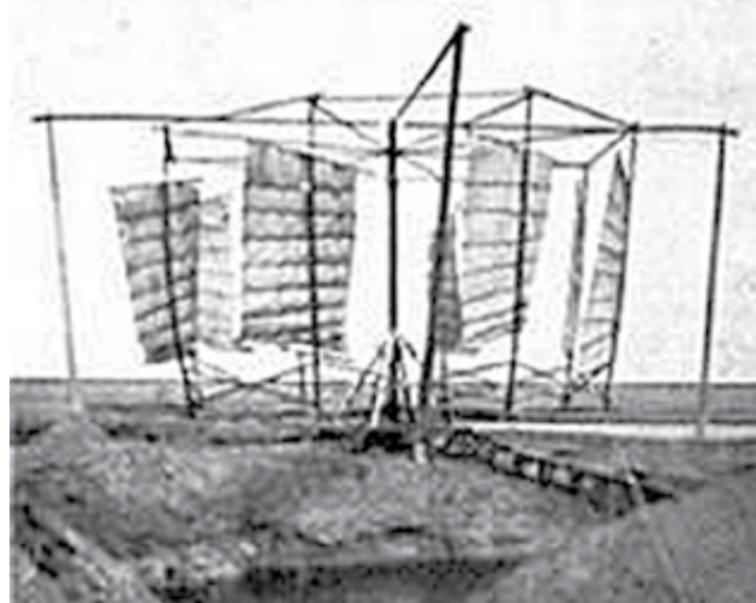


Figura 3. Panémona china

ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.

¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS: editorial @acmor.org.mx



altura, desempeñaron un papel crucial en la producción de ginebra holandesa mediante la molienda del grano.

Revolución Industrial; ¿Qué nos pasó? Hasta ahora hemos visto que en Europa y Asia el uso de los molinos de viento era bastante generalizado y sus aplicaciones muy diversas. Sin embargo, los molinos se abandonaron cuando surgió primeramente la máquina de vapor y posteriormente las máquinas térmicas y los motores eléctricos, siendo éstas opciones más económicas en términos de abastecimiento energético. Debemos recordar que derivado del surgimiento de estas máquinas surgió la Revolución Industrial, y con ella el capitalismo. Éste planteaba tener las mayores ganancias en la industria, por lo que eran necesarias máquinas eficientes y económicas. Como consecuencia de este cambio de paradigma, el uso de molinos de viento dejó de ser atractivo, quedando relegados a comunidades aisladas.

El resurgimiento de la energía eólica
Un avance científico y tecnológico de sumo interés sucedió en el siglo XX, cuando los científicos que desarrollaron la aeronáutica aplicaron los mismos principios para los generadores eólicos. Uno de éstos científicos, el físico alemán Albert Betz, publicó en 1926 un trabajo sobre el rendimiento de las turbinas relacionado con la velocidad a la que éstas giran, determinando que un aerogenerador sólo puede aprovechar

el 59% de la energía cinética contenida en el viento. A pesar de los avances en el uso de la energía eólica de principios del siglo XX, la principal fuente de energía han sido los combustibles fósiles (petróleo y carbón). No fue sino hasta la década de los 70's, como consecuencia de la crisis petrolera, que se consideró nuevamente la opción de las energías renovables, particularmente la energía eólica como una opción de abastecimiento de energía eléctrica.



Figura 4: Molino de eje horizontal europeo (izquierda), Molino de eje vertical (Babilonia)



Figura 5. Polders en Kinderdijk, Holanda

Cómo abrir caminos

Hoy en día el uso de aerogeneradores para la obtención de energía eléctrica es común, sobre todo en países desarrollados, aunque la energía que proveen, aún es limitada, comparada con las fuentes tradicionales no renovables. Por esta razón, se han buscado nuevas formas de diseño de aerogeneradores más eficientes y económicos.

La potencia máxima que proporciona un aerogenerador depende básicamente de dos características: la velocidad del viento y el tipo de aspas. Concretamente, la potencia es proporcional al cubo de la velocidad del viento, por lo que es en esta dirección donde se hace la mayor parte de esfuerzos. A continuación se describen algunos hechos y ejemplos dignos de señalar en el esfuerzo por abrir caminos al viento:

En 2011 el Empire State, el edificio más emblemático de Nueva York, firmó un convenio con la empresa Green Mountain Energy, para el suministro de 55 millones kWh de energía eólica al año. Con esto, se evita la emisión de 45 mil toneladas de CO₂ al año, equivalente al ahorro que implicaría el que todas las casas del estado de Nueva York apagarán las luces por una semana (<https://www.greenmountainenergy.com/for-business/business-solutions/case-studies/empire-state-building/>). El proyecto Painper (Plan de Aprovechamiento de Infraestructuras Públicas para Energías Renovables) de la

compañía ZECA en España está en marcha desde 2011 y pretende, como sus siglas lo indican, implementar sistemas de generación de energía renovable en infraestructuras ya existentes. Bajo esta premisa, se pretende incorporar generadores eólicos en un puente situado en el Barranco del Juncal, en las Islas Canarias.

La compañía Altaeros Energies está trabajando en la turbina flotante Airborne (BAT por sus siglas en inglés), una turbina rodeada por un "gran globo" lleno de gas Helio, lo cual hace que se puedan alcanzar mayores velocidades del viento, dado que no se tiene una torre que sostenga al aerogenerador, la turbina puede llegar a mayor altura donde la velocidad de viento es mayor, logrando también que sean más económicas.

En 2015 Facebook empezó la construcción de su quinto Centro de Datos en Texas, Estados Unidos, que será abastecido de energía mediante un parque eólico, aportando la energía sobrante a la red eléctrica del estado. México tiene un gran potencial en energía eólica, representado por alrededor de 40,200 MW disponibles, de los cuales actualmente sólo se aprove-

cha alrededor del 3.2%. Los sitios donde mayor potencial existe son el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca en general, y La Rumorosa, Baja California. En el Instituto de Energías Renovables (IER) de la UNAM y del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) en Morelos, se desarrollan proyectos cuyo objetivo es aprovechar el potencial que tiene nuestro país en el uso de esta fuente de energía, desarrollando herramientas que permitan su manejo.

La autora agradece a Oscar Jaramillo Salgado y Juan Tonda Mazón el apoyo en la elaboración de este texto.

Lecturas recomendadas.

"El oro solar y otras fuentes de energía" (Colección La ciencia desde México, No. 119). Juan Tonda, Fondo de Cultura Económica, México, 1995

"Aerogeneradores". Osvaldo Rodríguez Hernández, Oscar Alfredo Jaramillo, Jesús Antonio del Río Portilla. Editorial Terracota, UNAM, México, 2013

"Secrets in the wind". Bloom, David, Weatherwise. Sep/Oct98, Vol. 51 Issue 5, p14. 6p. 7 Color Photographs



Figura 7. Prototipo de aerogenerador rodeado por globo de gas helio, diseñado por estudiantes de licenciatura del IER-UNAM.



Figura 6. Prototipo de aerogenerador casero diseñado por el Dr. Antonio del Río del IER-UNAM