

# ciencia y tecnología

## CONCIENCIA ENERGÉTICA: RESPECTO AMBIENTAL

Revista científico-popular trimestral de CUBASOLAR  
No. 76 (octubre-diciembre, 2016). ISSN 1028-9925. Precio: \$5.00

El diámetro y la potencia  
de las turbinas eólicas  
pág. 10



*En este número...*



**2** EDITORIAL

**4** BIOGÁS FAESDA

**10** EL DIÁMETRO Y LA POTENCIA  
DE LAS TURBINAS EÓLICAS

**14** DIMENSIONES DEL SISTEMA SOLAR Y  
DISTANCIAS ENTRE SUS COMPONENTES



**20** DESARROLLO Y PERSPECTIVAS DE LA  
ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN CUBA

**24** VERBO Y ENERGÍA

**29** ENERGÍA DESDE EL ESPACIO

**34** MUJER Y ENERGÍA



**36** ÍNDICE TEMÁTICO:  
ARQUITECTURA DE BAJO CONSUMO  
DE ENERGÍA

**38** HIGIENE COMUNAL Y SOCIEDAD

**40** VALOR ALIMENTARIO DE LAS LEGUMBRES

**43** EL JENGIBRE

**46** EDUCACIÓN SOLIDARIA QUE LLEGA  
DE LUXEMBURGO

**48** EVENTO GRANSOL 2016

**50** CRUCIGRAMA

**51** CONVOCATORIA

# aytú

# energía

# La energía ha sido y es un instrumento de poder

**UNA DE LAS PRIMERAS** medidas del gobierno de Estados Unidos para destruir la revolución cubana y mantener subyugado al pueblo cubano, fue cortar el suministro de petróleo a Cuba. Una de las primeras manifestaciones de lo que posteriormente fuera el «bloqueo de los Estados Unidos de América a Cuba».

Cubasolar aboga por lograr la independencia energética por medio de los recursos energéticos propios que, en cualquier lugar, existen en cuantía superior a las necesidades para, sin provocar el cambio climático y con la protección del medioambiente, garantizar el desarrollo sostenible.

Cubasolar forma parte activa de las organizaciones de la sociedad civil cubana que combaten el bloqueo, las cuales, unidas, han firmado la declaración siguiente:

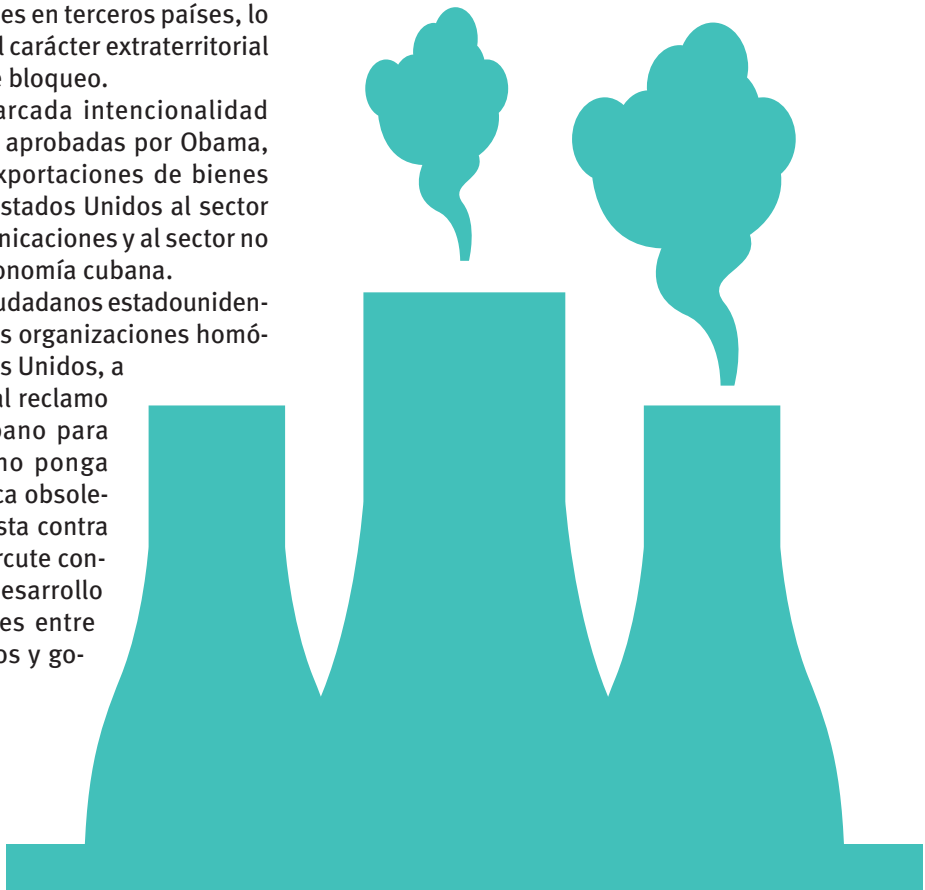
*Declaración Final del XIII Foro de Organizaciones de la Sociedad Civil Cubana contra el bloqueo: El bloqueo daña al pueblo de Cuba.*

Los representantes de organizaciones de la sociedad civil cubana, con el apoyo de entidades regionales e internacionales con sede en Cuba, de actores y organizaciones sociales, de instituciones religiosas, fraternales y de nacionales, reunidos en el XIII Foro de Organizaciones de la Sociedad Civil Cubana contra el bloqueo, acordamos:

1. Reiterar la demanda contra el gobierno de los Estados Unidos de América por el mantenimiento del bloqueo económico, financiero y comercial impuesto a nuestro país, que ha ocasionado considerables daños humanos y económicos al pueblo de Cuba, cuantificados, según cálculos conservadores, en más de 125 mil 873 millones de dólares a precios corrientes, en los más de 50 años de su aplicación.
2. Apoyar la posición del gobierno de Cuba de que el bloqueo debe ser levantado por el gobierno de los Estados Unidos de forma unilateral e incondicional, respetando las normas del Derecho Internacional y los principios de la Carta de las Naciones Unidas.
3. Reconocer que el bloqueo persiste como una clara violación masiva, flagrante y sistemática de los derechos humanos del pueblo cubano, y califica como un acto de genocidio, según lo establecido en la Convención de Ginebra para la Prevención y Sanción del Delito de Genocidio de 1948 y que es un acto de guerra, conforme a la Convención de Londres de 1905.
4. Reiterar que las medidas ejecutivas aprobadas por el presidente Barack Obama han sido insuficientes, limitadas y no implican de modo directo el levantamiento total y definitivo del bloqueo.



5. Instar al presidente Obama, así como a la próxima administración de los Estados Unidos, a utilizar las amplias facultades ejecutivas que aún posee, que le permitirían dismantelar la política de bloqueo de forma real. Asimismo, pedimos al Congreso estadounidense que adopte una ley que posibilite el levantamiento del bloqueo a Cuba.
6. Expresar, una vez más, que el bloqueo constituye una limitación sustantiva del derecho al desarrollo del pueblo de Cuba, que genera carencias y sufrimientos a las familias cubanas, con un sensible impacto humanitario, y atenta contra el acceso a medicamentos, equipos médicos, tecnologías y tratamientos terapéuticos de última generación que alivian y curan numerosas enfermedades.
7. Exigir que cese la persecución de las relaciones económicas internacionales cubanas con entidades en terceros países, lo que evidencia el carácter extraterritorial de la política de bloqueo.
8. Rechazar la marcada intencionalidad de las medidas aprobadas por Obama, al limitar las exportaciones de bienes y servicios de Estados Unidos al sector de las telecomunicaciones y al sector no estatal de la economía cubana.
9. Solicitar a los ciudadanos estadounidenses, y a nuestras organizaciones homólogas en Estados Unidos, a que se sumen al reclamo del pueblo cubano para que su gobierno ponga fin a esta política obsoleta, hostil e injusta contra Cuba, que repercute contra el normal desarrollo de las relaciones entre nuestros pueblos y gobiernos.
10. Agradecer la solidaridad que siempre nos ha acompañado desde todas las regiones del mundo, incluidos numerosos actores del pueblo norteamericano, en la denuncia al bloqueo.
11. Respaldar la presentación, en el marco de la Asamblea General de las Naciones Unidas, del proyecto de resolución (A/71/L.3) «Necesidad de poner fin al bloqueo económico, comercial y financiero impuesto por los Estados Unidos de América contra Cuba», y solicitar el apoyo de la comunidad internacional con esta noble causa.
12. Reafirmar el derecho a la libre determinación del pueblo cubano para construir su propio sistema político, económico y social, sin injerencias externas, y reiterar nuestra decisión a continuar la construcción de una patria socialista, independiente y soberana.





# BIOGÁS FAESDA: un polígono por la conciencia energética y respeto ambiental

*Metas superiores en la aplicación de la tecnología del biogás en Cuba*

4



Por JOSÉ ANTONIO GUARDADO CHACÓN\*, ANIA BUSTIO RAMOS\*\*  
y JORGE LUIS DEL MONTE MARTÍNEZ\*\*

**BAJO EL PRINCIPIO DE QUE UN** gran problema puede ser resuelto con una gran cantidad de soluciones pequeñas, una vez más abordaremos el biogás con conciencia energética y respeto ambiental, en esta ocasión en la Finca Agroecológica Sostenible Doña Amalia (Faesda).

No lejos de la ciudad de Pinar del Río, a solo dos kilómetros y medio del centro de la urbe yendo hacia el poblado de Luis Lazo y perteneciente al Consejo Popular Cuba Libre, se encuentra la Finca Doña Amalia. Cubierta de plantas, flores y una fauna que hacen del amanecer no solo el comienzo del día, sino además un espectáculo de cantos y colores. Es este el lugar donde el sinsonte asume por voluntad propia ser dueño del silencio, donde las flores saben seducir, y la luz, el aire suave y la sombra de los portales hacen del mediodía un particular momento de tranquilidad; donde la noche no es oscura porque de ello se ocupan las estrellas. Así es

Faesda, una Finca Agroecológica Sostenible, en la cual se ejecutan diversos sistemas de producción y donde la componente humana es constituida mayoritariamente por personas de la misma familia dotadas del intelecto, la voluntad y la experiencia campesina que caracteriza a la occidental provincia. En la figura 1 se describen los símbolos auténticos del proyecto Faesda.

La Finca Agroecológica Sostenible Doña Amalia, pretende convertirse, entre otros propósitos, en una finca didáctica, una parcela agrícola que acoge en su proceso productivo-integral a la escuela y la comunidad, con el objetivo de lograr una comunicación directa entre el agricultor y la ciudadanía, comenzando por las generaciones más jóvenes por ser el eslabón decisivo para la continuidad del desarrollo. Abre las puertas a la escuela y la comunidad con una óptica de multifuncionalidad, de enlace continuo con

el maestro e involucrando activamente a los niños y jóvenes con el fin de lograr el vínculo necesario entre la escuela y la comunidad. Para ello se han creado los círculos de interés «Vengo del Sol y al Sol voy», cuyo objetivo fundamental se centra en el desarrollo de la conciencia ambiental y energética en alumnos y miembros de la comunidad, sobre la base de un modelo pedagógico interactivo que permita potenciar el autoaprendizaje, la construcción colectiva del conocimiento y la capacidad comunicativa, lo que se traduce posteriormente en formación de nuevos valores, fortalecimiento de actitudes y la posibilidad de retroalimentación de la información y la comunicación.

Entre los principales objetivos del proyecto Faesda, en lo tocante a su dimensión energético ambiental, se encuentran:

- Aprender in situ lo que significa respetar el ambiente, y los principios fundamentales de la cultura ambiental energética.
- Destacar a partir de actividades prácticas la importancia de las fuentes renovables de energía para mantener el planeta saludable.
- Lograr que los niños puedan estar en contacto directo con las nuevas tecnologías vinculadas a las energías renovables, como el caso de la planta de biogás Faesda.
- Difundir entre las nuevas generaciones y la comunidad en general, la importancia de la cultura ambiental energética y las potencialidades de cada individuo y escenario para desarrollarla.

Faesda permite la difusión de experiencias y conocimientos a través de talleres didácticos con alumnos de las escuelas primarias de la zona, los cuales usan sus estructuras productivas y aplican el método de aprender-haciendo. De este modo, Faesda se convierte en un lugar rico de enseñanzas y estímulo indispensable para vivir en primera persona experiencias de amplio valor educativo y en la cual se integran actividades dedicadas al desarrollo de la conciencia

ambiental energética y el conocimiento de las diferentes fuentes renovables de energía y su importancia para el desarrollo social.

Teniendo en cuenta que la realidad socio ambiental que vive hoy el planeta nos obliga a buscar cada día y con mayor urgencia soluciones a los disímiles problemas resultantes del uso irracional de los recursos naturales y la desmedida contaminación ambiental que sufrimos hoy en gran parte del mundo, Faesda se suma a la política del país y de la provincia con relación al respeto ambiental y el uso de las fuentes renovables de energía, generando un proyecto que dé solución al tratamiento eficiente de los residuales agropecuarios y que sirva además de referencia para el resto de los productores de la zona.



Fig. 1. La familia, el árbol y la casa que simbolizan al proyecto Faesda.

Los antecedentes expuestos y los nobles objetivos del proyecto Faesda, resultan coincidentes con diversas acciones que se desarrollan en el contexto del Movimiento de Usuarios del Biogás (MUB), tales como:

- Promover alternativas para la aplicación y uso sostenible del biogás como portador de fuente renovable de energía, bioabono para los cultivos y seguridad alimentaria en una agricultura orgánica en armonía con el medioambiente.

- Dar a conocer los fundamentos conceptuales, técnicos y éticos que sustentan al biogás en el desarrollo local y sus impactos.
- Demostrar la viabilidad del biogás integrado a procesos productivos integrales, mediante el conocimiento de buenas prácticas en fincas de pequeños productores y fincas familiares, como es el caso que nos ocupa.

El aspecto didáctico recibe una particular atención en el proyecto Faesda. En virtud de ello, la concepción del polígono en dicha finca contribuye a la promoción y al desarrollo de una cultura integral de la actividad del biogás, y lleva implícita esa función didáctica en el uso de todos los productos finales de la tecnología. Para esto, se ha venido aplicando la metodología GBV (con la acción participativa de los usuarios), que persigue establecer un sistema a ciclo cerrado y un manejo eficiente de los residuos orgánicos que se generan en la finca.

La construcción de una planta de biogás en Faesda obedece también a la necesidad de resolver, atenuar o favorecer:

1. La acumulación excesiva de las excretas de los animales.
2. El alto costo del recibo de la electricidad por su uso en la cocina.
3. La carencia de los fertilizantes orgánicos para lograr producciones sanas.
4. La inestabilidad de las condiciones higiénico-sanitarias en el medio circundante.
5. La existencia de poca agua y mala calidad de los suelos en la finca.
6. El mejoramiento de las condiciones de vida de la familia y trabajadores en la finca.

La finca tiene una extensión de dos hectáreas. En la misma se ha construido un módulo pecuario con una cochiquera con capacidad para diez cerdos y una nave para estabular dos bueyes, una vaca, un ternero y diez cabezas de ganado caprino y ovino. Dispone además, de conejeras con treinta conejos.

Existe un área para aves de cría no intensiva con diez patos, treinta gallinas y cinco ocas. Como se puede deducir, se dispone de una masa animal que de no manejarse adecuadamente y no tener las condiciones necesarias para su hábitat, pudiera convertirse en un serio problema para la salud ambiental de la finca. A continuación se expone el análisis efectuado:

En conformidad con lo recogido en el *Material de Herramientas*, de José A. Guardado, que contiene la metodología GBV para determinar la cantidad de excretas de una masa animal, según su especie, la descrita para la finca agroecológica Doña Amalia con los correspondientes tiempos de estabulación a la que será sometida, producirá un volumen total de excreta útil (que se puede recoger diariamente para introducir al digestor) de 32,4 kg. Si asumimos que por cada kg de excreta mezclada se obtienen 0,04m<sup>3</sup> de biogás, la producción de biogás a obtener es de 1,3 m<sup>3</sup> diario, aproximadamente.

La demanda de biogás para efectuar la cocción de los alimentos para dos personas, según la norma (desayuno, almuerzo y comida), es de 1,0 m<sup>3</sup>/día. Lo que significa que la producción de biogás cubre esa demanda (1,3 > 1,0) y la requerida para los fines didácticos previstos. Conocido el volumen de excreta, se define la cantidad de agua para diluirla (1:2,5), para obtener la cantidad del licor mezclado (0,12 m<sup>3</sup>/día). Este valor por el tiempo de retención (40 días), daría un volumen de capacidad de digestión igual a 4,8m<sup>3</sup>/día. Si asumimos 25% para la capacidad de almacenaje del biodigestor, el volumen total del biodigestor Faesda, será de 6 m<sup>3</sup>.

Lo expuesto hasta aquí y el diagnóstico efectuado, en visitas de campo, para conocer las características del lugar y el usuario, permitió conocer el volumen de excretas útil para utilizar en el biogás, la capacidad de digestión, el volumen total del digestor y la cantidad de biogás que genera. De igual manera, establecer las dimensiones de los otros tipos de biodigestores que conformarían el polígono con fines didácticos (ver Fig. 2).

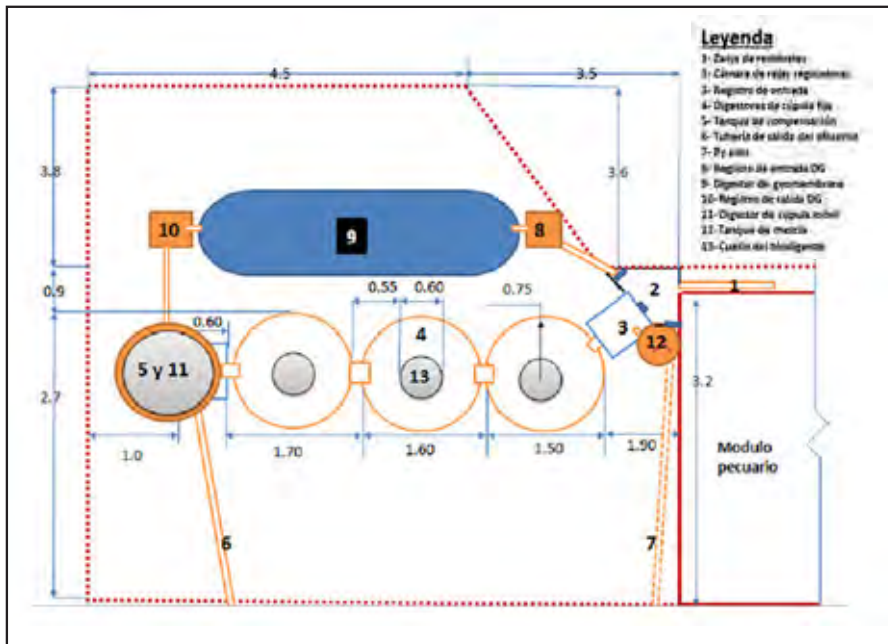


Fig. 2. Áreas del polígono de biogás con los diferentes objetos de obra y tipos de biodigestores concebidos para Faesda.

También se pudieron identificar las áreas a vincular con los productos finales de la tecnología del biogás, y establecer la cadena a ciclo cerrado entre ellas.

La información base de las actividades vinculantes y el esquema propuesto para el ciclo cerrado a utilizar, se ilustran en la figura 3.



Fig.3. Áreas vinculantes con los productos finales de la tecnología del biogás para establecer la cadena a ciclo cerrado en Faesda.



En la fase actual se construye la planta de biogás del tipo cúpula fija, compuesta por un mezclador con paleta, el registro de entrada con el tubo de carga al biodigestor que a su vez está compuesto por tres tanques de 500 galones cada uno, conectados entre sí por ventanas internas; el último de estos tanques está conectado al tanque de compensación, en el cual se habilitará una campana móvil,

de tal manera que cumpla una doble función. De este saldrá el efluente que será utilizado como abono y fertilizante de los frutales, cultivos varios y semilleros. El sobrenadante retenido en el polígono de biogás, producto de la digestión anaerobia, al igual que el efluente, también podrá ser utilizado en la lombricultura y piscicultura conforme está planteado en el esquema a ciclo cerrado para Faesda (Fig. 4).

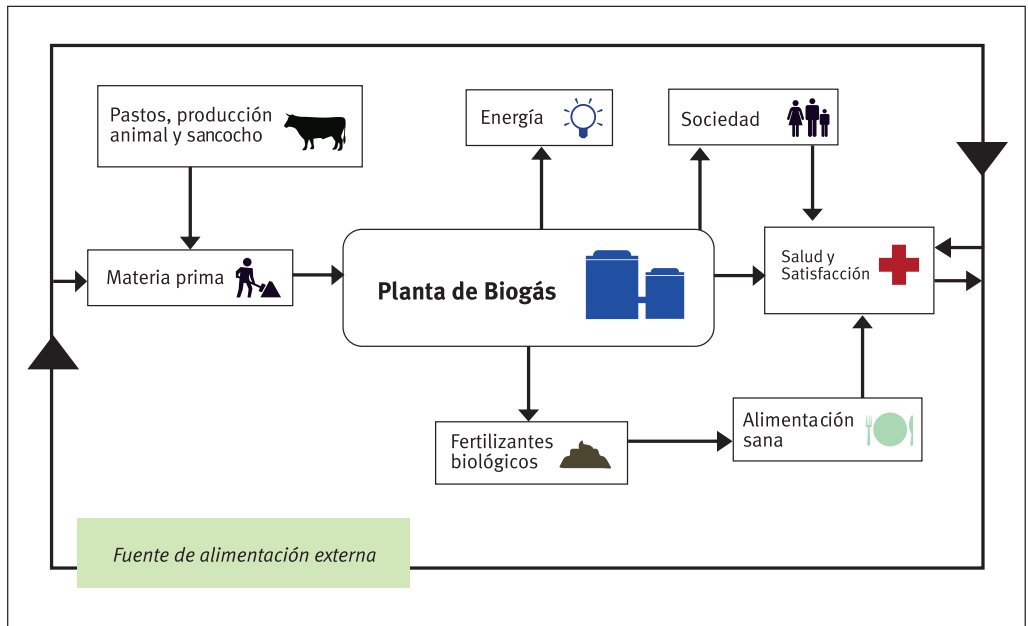


Fig.4 Esquema a ciclo cerrado para el tratamiento y manejo de los residuos orgánicos en Faesda.

En la figura 5 se ilustran los diferentes objetos de obras construidos para el polígono de biogás en Faesda, con una vista longitudinal de los biodigestores de cúpula fija construidos, al momento en que se escribe este artículo.

Las principales ideas y requerimientos aportados por los usuarios, para la realización práctica del polígono de biogás, han contado con el respaldo de un trabajo grupal, que se realizó durante un Taller Provincial de Usuarios del Biogás, desarrollado en la propia finca en mayo de 2016, que contó con 63 personas en representación de todos los municipios de la provincia, excepto Minas de Matahambre. Entre los participantes se encuentran productores porcinos, funcionarios relacionados con el funcionamiento de las

plantas de biogás en el país y en la provincia, especialistas del Citma, Universidad de Pinar del Río, y Economía y planificación. Se encuentran además Enrico Turrini y Gabriela Turrini, Miembros de Honor de Cubasolar, Yeney Martínez de Cubaenergía, Francisco Lorenzo González (presidente de Cubasolar en Pinar del Río), Jesús Valdés (Vicepresidente del Gobierno Provincial), Jesús Gorgoy, asesor de proyectos del gobierno provincial y en representación de Plataforma Articulada para el Desarrollo Integral Territorial (Padit), y José Antonio Guardado Chacón, quien tuvo a su cargo una presentación acerca del surgimiento y desarrollo del biogás y su vínculo con los principales problemas que inciden en la sa-

lud ambiental. El especialista de Cubasolar también orientó el desarrollo de la actividad práctica del Taller, donde se conformaron

los equipos que finalmente intervinieron y enriquecieron los aspectos que originaron el proyecto de biogás en Faesda.



**Legenda**

- 1- Usuario y especialista intercambian sobre la concepción del polígono en el registro de entrada
- 2- Ventana de comunicación entre los biodigestores
- 3- Tanque de mezcla
- 4- Mezclador a instalar en el tanque de mezcla
- 5- Biodigestores del tipo cúpula fija (3 U)
- 6- Tanque de compensación a modificar



Fig. 5. Objetos de obras construidos en el polígono de biogás en Faesda y una vista longitudinal de los biodigestores.

También, la proyección del polígono de biogás en Faesda fue objeto de estudio por uno de los cuatro equipos en el curso «Tratamiento de las aguas residuales, saneamiento ambiental, seguridad alimentaria y energía renovable», que tuvo lugar en mayo de 2016, en la Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca. El ejercicio que desarrolló el referido equipo encabezado por los usuarios, bajo el fundamento educativo de la finca y del MUB, de aprender haciendo, brindó adecuada respuesta a la pregunta siguiente:

¿Cómo establecer la metodología GVB en el diseño de un sistema a ciclo cerrado (STAR con biogás), a partir de las características y posibilidades que arroje el diagnóstico

previsto en la visita de campo que el equipo efectuará al respecto?

Conscientes de que sin la acción participativa de los usuarios y los gobiernos locales no se podrá alcanzar el verdadero desarrollo sostenible en la producción y uso del biogás, los autores de este trabajo han propiciado la participación de todos los actores involucrados del territorio, y tenido en cuenta sus resultados en las acciones expuestas para el planteamiento del polígono Biogás Faesda. Un polígono por la conciencia energética y el respeto ambiental. 🌱

\* Doctor en Ciencias Técnicas. Miembro de la Junta Directiva Nacional de Cubasolar.

\*\* Especialistas del Proyecto.

E-mail: gcubasol@enet.cu



## El diámetro y la potencia de las turbinas eólicas: las turbinas eólicas más grandes del mundo

### *Desarrollo creciente de la industria eólica*

Por CONRADO MORENO FIGUEREDO\*

**CUANDO EN UN PAISAJE SE** observa una máquina eólica lo primero que llama la atención es el rotor y su diámetro. La lógica indica que a mayor diámetro mayor será la potencia que podrá tener el rotor, y así es ciertamente. La potencia es proporcional al diámetro del rotor elevado al cuadrado. Las turbinas eólicas comerciales han ido evolucionando a través del tiempo y con esto han ido creciendo en cuanto a su diámetro. Las turbinas eólicas de los últimos años son más de treinta veces mayores que las que se empleaban en los años 80, cuando empezó el despegue tecnológico de los aerogeneradores.

El diámetro óptimo para una potencia determinada debe ser tal que produzca la máxima energía por unidad de área del rotor, teniendo

en cuenta las características del viento del sitio para el cual es diseñada la máquina. Debido a esto, cuando la velocidad media del sitio de emplazamiento donde se va a

instalar es baja, ello implica un incremento del diámetro del rotor. Por esto, muchos fabricantes ofertan turbinas eólicas de rotor grande para emplazamientos con recurso eólico débil, y rotor corto en emplazamientos con mayor potencial eólico.

Para tener una idea, un molino multipala americano tradicional, de esos que vemos con frecuencia en nuestros campos y que se producen en el país, de 3 m de diámetro (12 pies), produce una potencia nominal de alrededor de 0,2 kW, y uno de 5 m (16 pies) genera una potencia de 0,5 kW. Como la lógica indica, el primero se emplea en sitios con mayores velocidades medias que el segundo. Un pequeño aerogenerador de 5 m de diámetro, hecho para alimentar de electricidad una vivienda, puede entregar una potencia nominal de 5-6 kW.

También el diámetro del rotor ha ido creciendo en la misma medida en que la tecnología ha ido evolucionando y se ha convertido en una tecnología más madura y fiable.

En la tabla se puede observar este desarrollo tecnológico.

Tabla. Evolución del diámetro del rotor

Periodo	Diámetro del rotor (m) aproximado	Potencia nominal (kW) aproximada
Finales de los 70	12,5	40
Principios de los 80	15	65
Mediados de los 80	18	100
Finales de los 80	25	250
Principios de los 90	35	400
Mediados de los 90	40	500
Finales de los 90	50	750
Principios de los 2000	70	1500
Mediados de los 2000	80	2000

La figura siguiente indica la relación aproximada entre el diámetro y la potencia de los rotores de las turbinas eólicas y su desarrollo histórico.

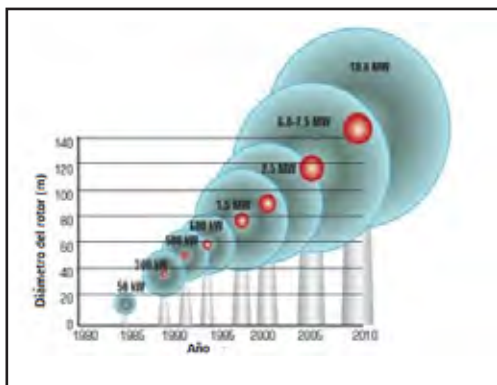


Fig. 1. Comportamiento de la relación entre el diámetro y la potencia de los rotores de las turbinas eólicas.

Aunque no hay una regla general y cada fabricante dimensiona su rotor en función de diferentes criterios de diseño y resistencia a los vientos, de acuerdo con los estudios estadísticos realizados con los aerogeneradores que se fabrican actualmente, una relación

aproximada entre la potencia nominal  $P_N$  en kW y el diámetro del rotor en metros es la siguiente:

$$P_N = aD^{2,42}$$

Donde  $a = 0,06 - 0,07$

Esta fórmula es aproximada y se cumple aceptablemente en el rango de diámetros entre 40 y 70 metros y potencias nominales entre 400 y 1500 kW. Esto permite tener rápidamente una idea del orden de magnitud de la potencia nominal que es posible alcanzar con una turbina eólica de un tamaño determinado.

En el caso de los pequeños aerogeneradores (potencia menor de 100 kW), la falta de sistematicidad entre estos dos parámetros es tal que no se puede plantear una relación entre ambos como en la anterior. Claro, esta tecnología es menos madura y desarrollada y cada fabricante produce su máquina con criterios propios y con dominio del mercado.

### Turbinas multimegawatts

La mayoría de las turbinas eólicas que se instalan actualmente en los parques terrestres es mayor de 1 MW (1000 kW), y en los parques marítimos, las que se utilizan son de 5 MW o más. Estas son las llamadas *turbinas mult+*, aunque esa situación es cambiante. Muchos de los principales fabricantes de turbinas de viento están tratando de ir más allá, creando turbinas que se pueden denominar como gigantes. Una de las ventajas de estas turbinas de gran tamaño son los costos de construcción. Una gran parte del costo de un parque eólico marino proviene de las cimentaciones submarinas que apoyan las turbinas, por lo que conviene generar más energía en una sola turbina y así reducir la cantidad de turbinas que se necesitan. Además, permite una fácil expansión por la producción de energía de parques eólicos mediante la adición de un pequeño número de grandes turbinas, en lugar de una gran cantidad de pequeñas. Los



aerogeneradores actuales son altamente confiables, con niveles de disponibilidad de 98 %, sostenidos durante largos períodos. Ninguna otra tecnología de generación de energía eléctrica tiene un nivel de disponibilidad más alto. La tendencia creciente de instalar inmensos parques eólicos costa afuera (*off shore*), sobre todo en Europa, es ahora el mayor factor impulsor para el desarrollo de aerogeneradores de gran potencia unitaria. La inversión en cimentaciones y conexiones a la red eléctrica se incrementa hasta en 200 %, dependiendo del sitio, y los costos de mantenimiento también son mayores; se espera que ello se compense en parte a corto plazo con el uso de aerogeneradores más potentes, instalados en parques eólicos de mayores dimensiones, y en parte a largo plazo con los vientos de mayor velocidad y menor turbulencia disponibles en grandes áreas libres de obstáculos. Estos parques eólicos costa afuera podrían llegar a generar una parte importante de la electricidad requerida por Europa, Asia y Norteamérica en los próximos años.

### **Las turbinas eólicas más grandes del mundo y la relación potencia-diámetro**

Las 10 turbinas eólicas más grandes del mundo, registradas en el 2014 y clasificadas principalmente según parámetros de potencia nominal, son las siguientes:

#### **1. Sea Titan 10 MW**

Diseñada por la empresa estadounidense AMSC, la turbina eólica Sea Titan de 10 MW es actualmente la mayor del mundo. Concretamente, se trata de una turbina de accionamiento directo, con un diámetro de rotor de 190 m, una capacidad de potencia nominal de 10 MW y una altura de buje de 125 m (Fig.1).

#### **2. Sway ST10**

La turbina eólica marina ST10, diseñada por la compañía noruega Sway, es el segundo aerogenerador mayor del mundo. Dispone de una potencia de 10 MW, un diámetro

de rotor de 164 m, una velocidad nominal de 2 rpm y una longitud de palas de 67 m. La turbina fue desarrollada entre 2005 y 2012 con una inversión total de 20 millones de euros, siendo compatible tanto para instalaciones fijas como flotantes (Fig. 2).

#### **3. Areva 8 MW:**

Presentada por primera vez en noviembre de 2013 por la compañía francesa Areva, su nueva turbina eólica de 8 MW se posiciona como la tercera más grande del mundo por capacidad nominal. Las tres palas de la turbina cuentan con un diámetro de rotor de 180 m y una caja de cambios híbrida de velocidad media, capaces de producir hasta 8 MW de potencia con una velocidad de viento media de 12 m/s (Fig. 3).

#### **4. Vestas V164-8.0 MW**

El aerogenerador Vestas V164-8.0 MW, con una potencia nominal de 8 MW y un diámetro de rotor de 164 m, es actualmente la cuarta mayor turbina eólica del mundo. Diseñada específicamente para operar en alta mar, ofrece un área de barrido de más de 21 000 m<sup>2</sup> a través de sus tres palas que alcanzan los 80 m de largo cada una con un peso de 35 t, permitiendo una velocidad nominal del rotor de 10,5 rpm (Fig. 4).

#### **5. Enercon E-126/7.5 MW**

El aerogenerador Enercon E-126/7.5 MW, puesto en marcha por la empresa alemana Enercon en 2007, es la quinta turbina eólica más grande del mundo. Cuenta con una altura de buje de 135 m, un diámetro de rotor de 127 m y un área de barrido de 12 668 m<sup>2</sup>, permitiendo alcanzar una potencia nominal de 7,5 MW.

#### **6. Samsung S7.0-171:**

El aerogenerador Samsung S7.0-171, desarrollado Samsung Heavy Industries, es la sexta turbina eólica mayor del mundo. Cuenta con un diámetro de rotor de 171 m, un área de barrido de 23 020 m<sup>2</sup> y la altura de buje de 110 m, permitiendo alcanzar una potencia nominal de 7 MW.



Fig. 1. AE SeaTitan  
10 MW



Fig. 2. AE Sway ST10.



Fig. 3. AE Areva 8 MW.



Fig. 4. Vestas V164-8.0 MW.

## 7. REpower 6.2M152 / REpower 6.2M126

Las turbinas eólicas 6.2M126 y 6.2M152, desarrolladas por la empresa REpower perteneciente al Grupo Suzlon, son las séptimas mayores. Se tratan por tanto de los más recientes modelos de la serie 6.XM de REpower, los cuales disponen de un diámetro de rotor de 152 m y 126 m, respectivamente, así como una potencia nominal de 6,2 MW.

## 8. Siemens SWT-6.0-154

La turbina eólica marina sin engranajes SWT-6.0-154, desarrollada por Siemens, se sitúa como el octavo aerogenerador en nuestra clasificación. La turbina dispone de una longitud de pala de 75 m y un diámetro de rotor de 154 m, proporcionando un área de barrido de 18 600 m<sup>2</sup> y una potencia nominal de 6 MW.

## 9. Haliade 150-6MW

Los aerogeneradores Haliade 150-6MW diseñados por Alstom, cuentan con un diámetro de rotor de 150 m y una capacidad de 6 MW de potencia nominal, situándose en el noveno puesto de la clasificación. En líneas generales la longitud de la pala de la turbina es de 73,5 m, que proporciona un área de barrido de 17 860 m<sup>2</sup>, contando con una velocidad de rotor que oscila entre 4 y 11,5 rpm, lo que la hace adecuada para operar tanto en tierra como en mar con una velocidad de referencia del viento de 50 m/s.

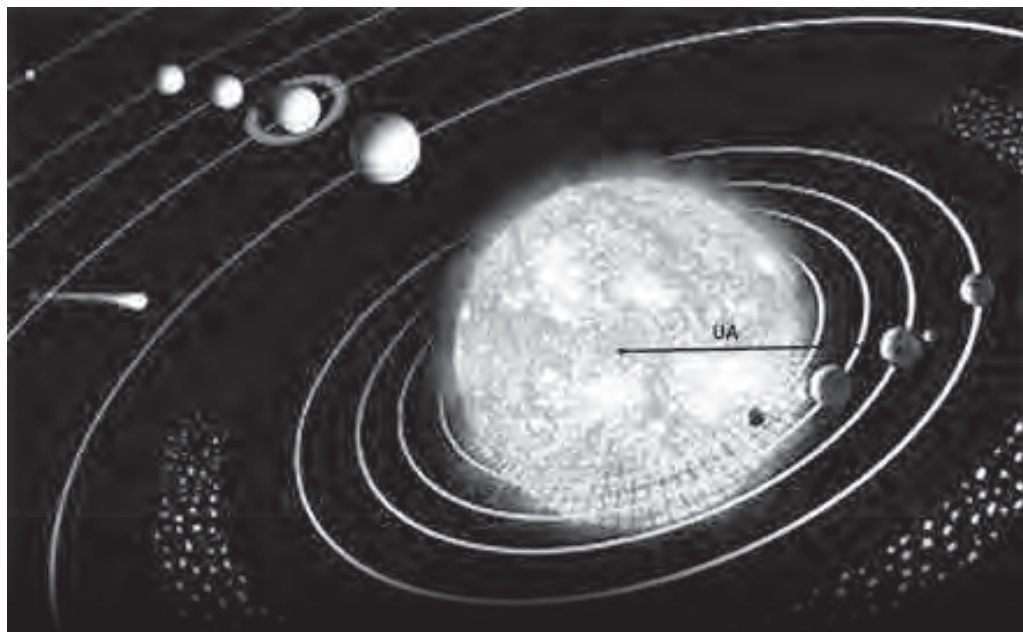
## 10. Sinovel SL6000

El mayor fabricante de turbinas de China, Sinovel, ha diseñado y desarrollado el décimo mayor aerogenerador del mundo, el SL6000. La turbina eólica marina de 6 MW cuenta con un diámetro de rotor de 128 m y ofrece un área de barrido de 12 868 m<sup>2</sup>. Se trata de la primera turbina eólica de 6 MW de China en ser desarrollada de manera independiente por una empresa nacional. 🇨🇳

---

\* Doctor en Ciencias Técnicas. Vicepresidente de la Asociación Mundial de Energía Eólica (WWEA). Profesor Titular del Centro de Estudio de Tecnologías Energéticas Renovables (Ceter), La Habana, Cuba.

E-mail: conrado@ceter.cujae.edu.cu



## Dimensiones del Sistema Solar y distancias entre sus componentes

*No perder de vista el carácter espacio temporal del Universo*

Por BRUNO HENRÍQUEZ PÉREZ\*

**EL SISTEMA AL QUE** pertenece nuestro planeta y que tiene como astro central al Sol, recibe por esta causa el nombre de sistema solar.

En años recientes y debido al gran progreso de la ciencia y la tecnología se han realizado numerosos descubrimientos acerca del entorno espacial y las componentes del sistema solar. Estos se han sumado a la cultura humana y han ampliado los conocimientos clásicos que la astronomía nos brindaba a través de miles de años de observación. Por eso se hace necesaria una actualización acerca de lo que se conoce y lo que se supone del ámbito cósmico en que vivimos.

Este es el primer trabajo de una sección dedicada a actualizar los conocimientos disponibles hoy acerca del sistema solar y sus componentes.

Muchas veces en la prensa, al hablar de los fenómenos astronómicos, no se hace una referencia clara a las distancias, y aunque se sabe que son muy grandes encontramos que hay confusión en cuanto a lo que se encuentra a una distancia interplanetaria, en los confines del sistema solar, a escala interestelar, y aún más si algún fenómeno está dentro o fuera de nuestra galaxia.

También se oye hablar de diversas distancias astronómicas medidas en años luz y



parsecs, y pocas veces reflexionamos acerca de las distancias a que se refieren estas unidades.

Como esta sección se refiere al sistema solar, un aspecto importante lo constituye su tamaño, por eso comienza con una primera aproximación a las dimensiones espaciales del sistema solar y las distancias a las que nos enfrentamos al hablar de sus componentes.

Se debe recordar que el sistema solar se encuentra en constante movimiento, por eso las distancias entre sus componentes no son fijas y las referencias en general se hacen a las distancias orbitales, mientras las distancias puntuales entre planetas, cometas o cualquier otro componente se refieren a momentos específicos y a fechas determinadas. En astronomía, debido a la dinámica del movimiento de los astros, las referencias son tomadas en el espacio tiempo y no solo con respecto a las distancias espaciales, aunque es importante conocer las distancias; no se debe perder de vista el carácter espacio temporal que caracteriza al Universo.

Una de las unidades de distancia utilizada en las mediciones astronómicas es el año luz; se puede comenzar tratando de interpretarla y ver si se ajusta a las dimensiones del sistema solar.

Recordemos que un año luz es una unidad de distancia no de tiempo, a veces se menciona como si fuera una unidad de tiempo, pero no, es de distancia y equivale aproximadamente a  $9,46 \times 10^{12}$  km = 9 460 730 472 580,8 km, o sea, en forma literal: nueve billones cuatrocientos sesenta mil setecientos treinta millones cuatrocientos setenta y dos mil quinientos ochenta coma ocho kilómetros. Se designa por las siglas *ly*, correspondientes a *light year*, o año luz en inglés.

Se define el año luz como la distancia que recorre la luz en un año. Más específicamente, un año luz es la distancia que recorrería un fotón en el vacío durante un

año juliano (365,25 días de 86 400 s) a la velocidad de la luz (299 792 458 m/s), lejos de cualquier campo gravitacional o magnético para que su desplazamiento no sea perturbado.

En astronomía, un año juliano (símbolo: a) es la unidad de medida de tiempo definido como exactamente 365,25 días de 86 400 segundos cada uno, para un total de 31 557 600 segundos. El año juliano es el valor medio del año en el calendario juliano usado por las sociedades occidentales en la Antigüedad, y da nombre a esa unidad de medida. Este se usa para designar duración y no fecha, es una referencia astronómica y no corresponde a los años del Calendario Juliano o cualquier otro calendario.

### La unidad astronómica

Dentro del sistema solar, el año luz es una medida muy grande y los kilómetros son unidades muy pequeñas, por eso, para medir distancias en él se acostumbra a usar la llamada unidad astronómica que corresponde al valor del radio medio de la órbita terrestre, aproximadamente 150 millones de kilómetros.

*La definición oficial de unidad astronómica:*

La unidad astronómica (abreviada ua, au, UA o AU) es una unidad de longitud igual, por definición, a 149 597 870 700 m, y que equivale aproximadamente a la distancia media entre el planeta Tierra y el Sol. Esta definición está en vigor desde la asamblea general de la Unión Astronómica Internacional del 31 de agosto de 2012, en la cual se dejó sin efecto la definición anterior usada desde 1976,

En unidades astronómicas, el valor de un año luz es 63 241,07 ua.

La unidad astronómica fue usada por Nicolás Copérnico para describir su sistema heliocéntrico en el siglo XVI. En el tomo V de su libro *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (1543), calculó, utilizando trigonometría, las distancias relativas entre los planetas cono-



cidos entonces y el Sol, teniendo como base la distancia entre la Tierra y el Sol (Fig. 1).

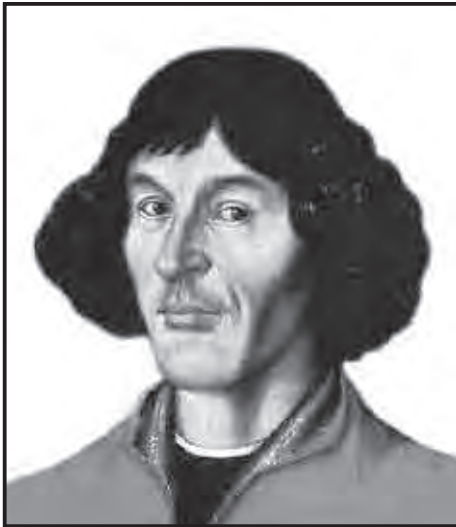


Fig. 1. El astrónomo polaco Nicolás Copérnico desarrolló su teoría heliocéntrica y determinó las distancias a los planetas del sistema solar, conocidos entonces, a partir de la unidad astronómica.

Tres puntos siempre forman un triángulo y como la tierra da vueltas a una distancia fija alrededor del Sol, al observar otros cuerpos celestes es posible obtener por trigonometría la distancia Sol-planeta en función del lado del triángulo formado por la distancia Sol-Tierra, o sea, representado en unidades astronómicas.

Esta fue una de las demostraciones usadas por Copérnico para probar su teoría heliocéntrica en la que los planetas, incluida la Tierra, giraban alrededor del Sol, y no que la Tierra era el centro alrededor del cual giraban los planetas y el Sol. De esa forma Copérnico estableció la primera escala relativa del Sistema Solar utilizando como patrón la distancia entre la Tierra y el Sol (Fig. 2).

Pero en aquel momento no se sabía cuánto valía la unidad astronómica. Cuando Nicolás Copérnico midió las distancias a los planetas conocidos del sistema solar, por su método de triangulación trigonométrica expresó las distancias medidas en función

de la distancia media de la Tierra al Sol. Al comparar estas distancias medidas por Copérnico y las actuales, se ve que el error es del orden de las milésimas.

La determinación de la distancia de la Tierra al Sol se determinó mucho más tarde, y entonces se pudo conocer una cifra más precisa de las distancias en el sistema solar y las dimensiones, de lo que se conocía en esa época.

Muchos astrónomos trabajaron en aras de conocer con exactitud las distancias astronómicas y en especial entre los cuerpos del sistema solar. La obra del célebre astrónomo alemán Johannes Kepler es de gran importancia en la búsqueda de este conocimiento; él enunció en 1609 las leyes del movimiento planetario, que hoy llevan su nombre, basándose en las cuidadosas mediciones que había realizado el astrónomo danés Tycho Brahe antes de que se inventara el telescopio.



Fig. 2. Modelo heliocéntrico de Copérnico.

### Leyes de Kepler

**Primera ley:** Todos los planetas se desplazan alrededor del Sol describiendo órbitas elípticas. El Sol se encuentra en uno de los focos de la elipse.

**Segunda ley:** El radio vector que une un planeta y el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales.



Tercera ley: Para cualquier planeta, el cuadrado de su período orbital es directamente proporcional al cubo de la longitud del semieje mayor de su órbita elíptica.

La tercera ley de Kepler relaciona la distancia de cada planeta al Sol con su período orbital, o sea, con el tiempo que tarda en recorrer su órbita, lo que es equivalente al año del planeta, y con esto introduce una escala relativa mejorada para las distancias dentro del sistema solar: al medir, por ejemplo, cuántos años tarda un planeta como Saturno o Júpiter en orbitar el Sol se puede calcular cuál es la distancia de ellos al Sol, expresada en unidades astronómicas. De esta forma Kepler estimó con muy buena precisión los tamaños de las órbitas planetarias.

Las leyes de Kepler brindaban la posibilidad, en caso de conocer la distancia a cualquier planeta, de determinar el valor de la unidad astronómica.

Ya desde épocas anteriores a Kepler se conocía el método de la paralaje para medir distancias a cualquier punto lejano, basándose en las mediciones angulares desde dos puntos separados entre sí una distancia conocida (Fig. 3). Si dos personas situadas en puntos alejados en la superficie de la Tierra observan simultáneamente la posición de un planeta en el cielo en relación a las estrellas de fondo, esto da una pequeña diferencia angular, la misma que presentarían ambos puntos observados desde el planeta; el triángulo así formado tendría tres elementos conocidos, los dos ángulos y la distancia entre los puntos de observación, lo que permitiría conocer la distancia al planeta. Pero para que la medición tuviera la precisión adecuada los puntos sobre la Tierra deberían estar muy alejados, las mediciones ser simultáneas y los ángulos determinados con alta precisión.

Estas mediciones no pudieron realizarse hasta 1672 cuando dos equipos de astró-

nomos franceses dirigidos por Jean Richer midieron la posición del planeta Marte desde París en Francia y Cayena en la Guayana francesa. Esto se logró gracias al aumento de la precisión en la determinación del tiempo, de las distancias sobre la superficie de la Tierra y de la medición de los ángulos. En esa primera ocasión se estimó la unidad astronómica en ciento cuarenta millones de kilómetros.

Luego se desarrollaron métodos más precisos y confiables como el del tránsito de los planetas Mercurio y Venus por el disco solar, usado por Edmund Halley (el mismo del famoso cometa) y las nuevas técnicas de radar y láser. Estas han dado un valor de 149 597 870 km, con un error del orden de kilómetros. En la literatura popular, y a los efectos de la divulgación, se menciona como ciento cincuenta millones de km.

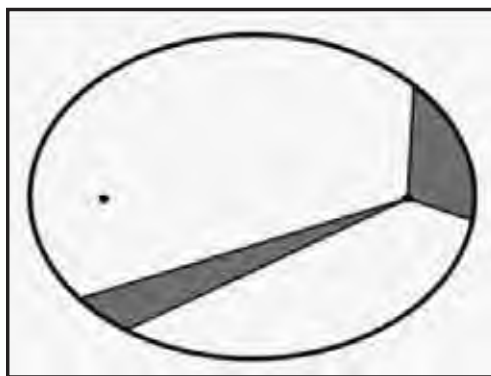


Fig. 3. Determinación de la unidad astronómica por el método de la paralaje.

### Distancias en el sistema solar

Al mencionar las distancias dentro del sistema solar en unidades astronómicas podremos ver una aproximación de su tamaño; recordemos que una unidad astronómica equivale a 150 millones de kilómetros y que mencionaré, entre otros, algunos componentes del sistema solar con los que quizás el lector de *Energía y Tú* no esté familiarizado.

En la tabla que se muestra se presentan los radios medios de las órbitas de los planetas, o sea, la distancia media del planeta o cuerpo al Sol, pero no puede ser utilizada

para medir las distancias entre planetas ya que se refiere a la distancia orbital y no a la posición que ocupa cada planeta en un momento dado.

Tabla. Distancias orbitales respecto al Sol de diferentes objetos del sistema solar

	Distancia en ua	Millones de km aproximado
<b>Planetas interiores</b>		
Mercurio	0,39	58
Venus	0,72	108
Tierra	1	150
Marte	1,52	228
<b>Cinturón de asteroides</b>		
Ceres	2,5 -2,9	375 - 435
<b>Gigantes gaseosos</b>		
Júpiter	5,20	780
Saturno	9,54	1431
Urano	19,19	2980
Neptuno	30,06	4509
<b>Cinturón de Kuiper</b>		
Disco disperso. Inclinado fuera de la eclíptica	30 - 100?	4500 - 150 000
<b>Planetas transneptunianos</b>		
Eris *	38 - 98	5700 - 14 700
Quaoar	43,5	6525
Plutón*	29,67- 48,83	5922 - 7324, 5
Haumea*	35 - 50,7	5520 - 7605
<b>Heliopausa</b>		
Sedna	509	76 350
Makemake	1300 -1900	195 000 - 285 000
Nube de Oort	2000 - > 62 000 ua casi 1 ly (año luz 63 241 ua)	300 000 - > 9 300 000

\* Tienen órbitas marcadamente elípticas.

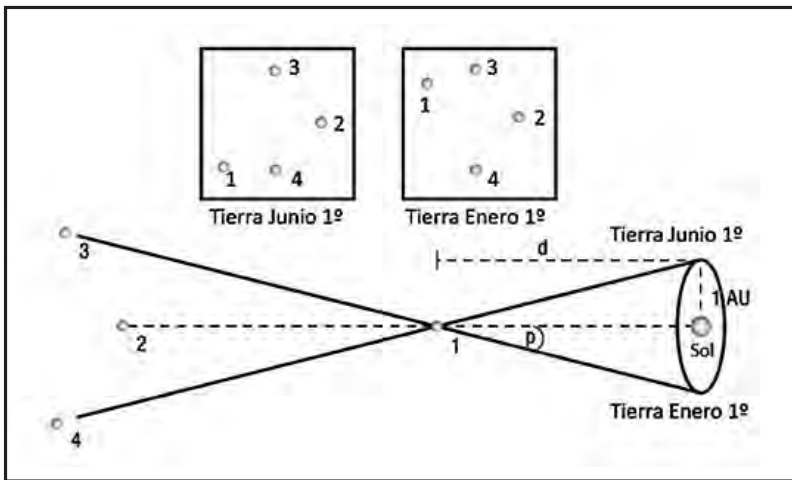
## Límites exteriores del sistema solar

La Voyager 1 es actualmente el objeto hecho por el hombre más alejado de la Tierra; lanzada en 1977, se encuentra a unas 17 horas-luz de la Tierra, a más de 120 ua, y se calcula que se aleja a una velocidad de 3,59 ua por año. Su rumbo ya solo puede llevarla hacia otras estrellas, aunque deberán transcurrir muchos miles de años antes de que pase relativamente cerca de una de ellas.

En 2013, la NASA informó que la Voyager 1 se había convertido en el primer objeto

creado por el hombre en alcanzar el espacio interestelar, aunque no en abandonar el sistema solar, pues este se extiende hasta más allá de la Nube de Oort, que comienza alrededor de 2000 ua del Sol, aproximadamente 12 días luz.

En noviembre de 2013 la nave atravesó la heliopausa, que es la frontera de acción del plasma solar, pero aún sigue dentro de la Nube de Oort, componente más lejana del sistema solar que se supone tenga una forma esférica y sea, entre otras cosas, la cuna de los cometas.



¿Cómo saber a qué distancias se encuentran los planetas, cometas y otros cuerpos del sistema solar? Al hablar de las distancias a los planetas no basta con conocer las distancias orbitales, hay que saber también la fecha de interés, porque el sistema solar está en constante movimiento.

La atmósfera del Sol se expande debido a su alta temperatura, formando lo que se llama viento solar. Según el viento solar se expande por el espacio, crea una burbuja magnetizada de plasma caliente alrededor del Sol, llamada la heliosfera. Este viento solar en expansión más allá de Plutón se encuentra con las partículas cargadas y el campo magnético del plasma interestelar. La frontera creada entre el viento solar y el plasma interestelar recibe el nombre de heliopausa; la forma y localización de la heliopausa no se conoce con exactitud, pero probablemente se parece a la magnetosfera terrestre y el frente de choque probablemente se encuentra a unas 110 - 160 ua del Sol. Las

sondas espaciales Voyager y Pioneer llegarán a la heliopausa dentro de la próxima década.

En la segunda parte de esta serie dedicada al sistema solar, comentaré acerca de una magnitud de interés para quienes trabajamos la energía solar, y es el valor de la constante solar a la distancia de los diferentes componentes del sistema solar, con lo que sabremos, entre otras cosas, cuán efectiva puede ser esta energía para alimentar las naves espaciales que viajan dentro del sistema solar.

\* Miembro de la Junta Directiva Nacional de Cubasolar.  
E-mail: bruno@cubasolar.cu



# Desarrollo y perspectivas de la energía fotovoltaica en Cuba

## *Hacia una etapa superior en las energías renovables*

Por NILO LEDÓN DÍAZ\* y CARLOS IVÁN CABRERA ORTEGA\*\*



**EN SU DESARROLLO** energético Cuba ha tenido en cuenta también la utilización de la fotovoltaica basada en las experiencias acumuladas a lo largo de más de 20 años, cuando se instalaron más de 8000 sistemas en escuelas, salas de televisión, consultorios médicos, círculos sociales y otros objetivos económicos y sociales, todos ellos en zonas donde no llega el Sistema Electroenergético Nacional (SEN). A partir de los últimos años, con el desarrollo de las industrias productoras de sistemas fotovoltaicos y el decrecimiento de los precios, nuestro país ha continuado la instalación de sistemas aislados autónomos, y ha comen-

zado la instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a la red en techos con sistemas de hasta 100 kWp, y de campos solares de hasta 5 MWp, en todas las provincias y la Isla de la Juventud.

Para ello se han seguido importando módulos fotovoltaicos y su electrónica, se ha aprovechado al máximo la producción de toda la capacidad instalada en el país y se continúa su ampliación.

En la figura 1 se puede apreciar cómo ha sido la producción de nuestra fábrica de paneles solares, que ya en 2015 alcanzó una producción de más de 15 MWp. No obstante, esto no satisface la demanda

creciente planificada hasta el 2030, que es llegar a 700 MWp de potencia instalada, sin contar la granja solar de 500 MWp

que se instalará en la zona del Mariel por empresas inglesas, en colaboración con la Unión Eléctrica de Cuba.

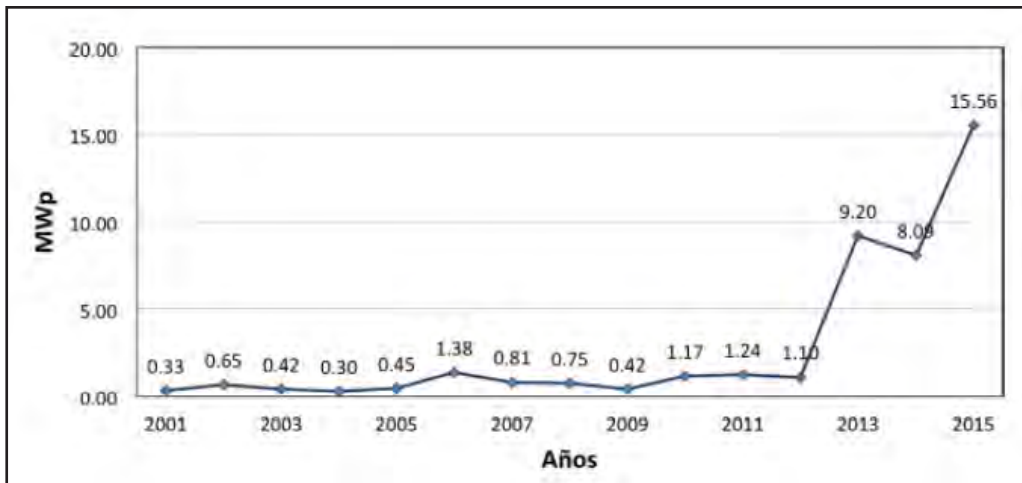


Fig. 1. Comportamiento de la producción de paneles solares en Cuba.

Para ello el país se propone la instalación de una nueva fábrica de paneles solares que debe comenzar a producir a partir del 2020 una potencia de 50 MWp en cada año. Solo así se podrá satisfacer la demanda de sistemas de conexión a red y otros aislados.

La proyección del país de instalar 700 MWp en sistemas fotovoltaicos interconectados a la red nacional para el 2030 exige una demanda de módulos fotovoltaicos muy superior a la producción actual de la industria nacional existente. Por esto es necesario proyectar con tecnología de avanzada una nueva fábrica y alcanzar una producción anual mayor a los 65 MWp, así como el desarrollo de nuevos diseños de módulos fotovoltaicos y aplicaciones para sistemas aislados e interconectados a la red, estos últimos con el empleo de microinversores (Fig. 2).

La nueva fábrica permitirá una producción anual de un mínimo 200 000 módulos solares de 250 Wp, para una potencia de 50 MWp. Esta fábrica procesará módulos con 48,60 y 72 celdas que cumplan con los voltajes que más se usan en el mercado, y será capaz de

producir todos los componentes que necesita la fabricación de los módulos, y además los controladores de carga de 12 y 24 V, y de 20 y 30 A., con tecnología MPPT y PWM, así como los inversores para los sistemas de conexión a red.

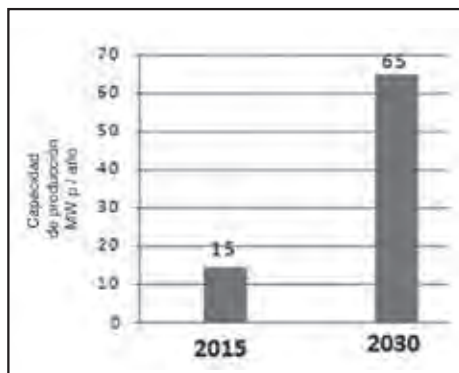


Fig. 2. Producción de módulos solares hasta 2030.

Con los avances tecnológicos previstos para esta fábrica se podrán ensamblar celdas de 180 micrones de espesor y alcanzar eficiencias de los módulos de hasta 18 %, producir paneles solares con inversores incorporados de 250 Wp y salida de corriente

alterna para ser conectados a la red (Fig.3, ver tabla). Ya estos están siendo probados. También se producirán armarios conformados (Fig.4), que cuenten con inversor, regulador, baterías, desconectivos y tomas, de manera que solo se necesite conectarlos al panel solar y a las cargas que abastecerán sistemas pequeños idóneos para potencias de hasta 1 kWp, para trabajar en zonas aisladas donde no llega el SEN.

En su desarrollo con la nueva tecnología está prevista la producción de módulos fotovoltaicos más resistentes a la humedad, altas temperaturas, altos índices de radiación ultra violeta, alta salinidad, resistencia al pandeo, larga vida útil (hasta 30 años) y mayor voltaje DC (1500 V). Esto se logrará con la producción de un módulo en el cual las celdas estén encapsuladas con vidrio por ambas partes, lo que se llama «módulo vidrio-vidrio».

Los sistemas fotovoltaicos interconectados a la red con el empleo de microinverso-

res, o también, como se les conoce, módulos fotovoltaicos de corriente alterna, tienen las características siguientes:

1. Son sistemas que pueden ser desde un módulo a varios módulos.
2. Muy fáciles de desplegar e instalar.
3. Un inversor por módulo permite que cualquier número de módulos puedan instalarse con diferentes orientaciones, si así se requiere.
4. No existe el cableado de CC, ya que el inversor se conecta directamente a la caja de interconexión del módulo fotovoltaico.
5. Los microinversores ofrecen una alta confiabilidad por su grado de protección IP67, especialmente diseñados para soportar altas temperaturas y alta humedad relativa.
6. Se garantizan por 25 años de explotación.

Tabla. Datos de los módulos fotovoltaicos	
Máximo voltaje del módulo fotovoltaico, V	60
Máxima corriente del módulo fotovoltaico, A	12
Precisión del seguimiento del punto de máxima potencia	>99,5 %
Rango de seguimiento del punto de máxima potencia, V	22 - 55
Máxima corriente de cortocircuito del módulo fotovoltaico, A	14
Voltaje nominal de la red, V	110
Factor de potencia	> 0,99 %
Frecuencia nominal, Hz	60
Eficiencia, %	95
Grado de protección	IP67
Dimensiones, L x W x H, mm	230 x 138 x 35
Peso, Kg	2

Fig. 3. Características del módulo de 250 Wp con salida de AC.

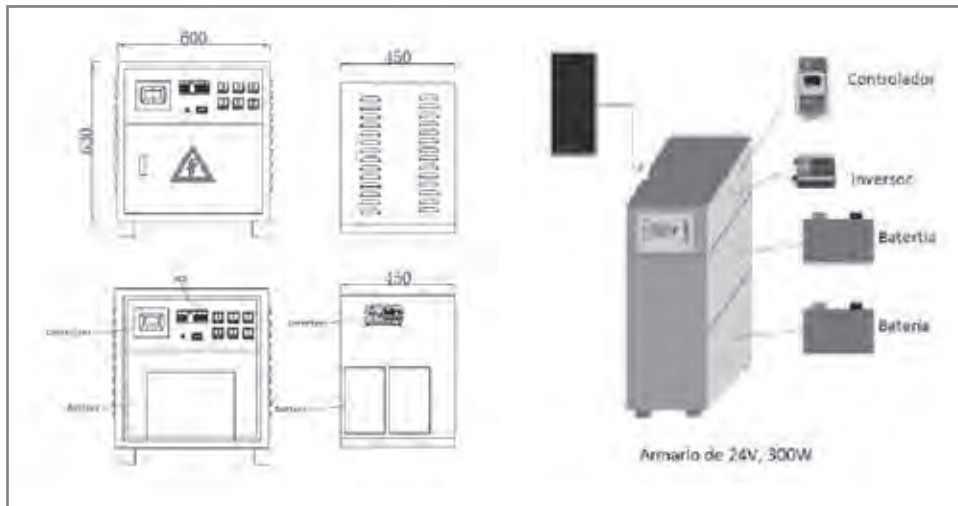


Fig. 4. Características del armario conformado para sistemas aislados.

Además de todo esto que se está proponiendo el país, en el Combinado de Componentes Electrónicos de Pinar del Río se están contratando con diferentes proveedores sistemas fotovoltaicos de 1 kWp de potencia para conectar a la red. Está previsto que estos sistemas comiencen a llegar al país en este año, los cuales serán vendidos a la población en moneda nacional; sus propietarios, además de disminuir su consumo de la red nacional, recibirán el pago mensual de los kWh que genere dicho sistema.

Como en Cuba la tarifa eléctrica es progresiva, es decir los kWh cuestan más a medida que se consume más, se espera que en un núcleo familiar que consuma por encima de los 300 kWh mensuales, la recuperación de ese sistema sea entre 2 a 3 años. 🇨🇺

\*Especialista de Eco Sol Energía.

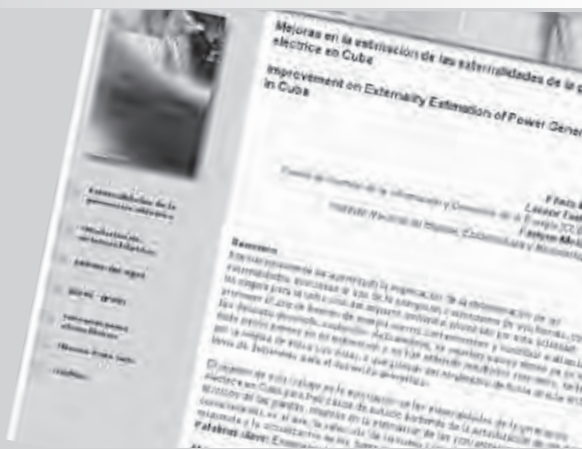
E-mail: nilo@energia.copextel.com.cu

\*\*Máster en Ciencias; Empresa de Componentes Electrónicos de Pinar del Río.

E-mail: civan@ccepr.co.cu

**ECO SOLAR**

**REVISTA CIENTÍFICA  
DE LAS FUENTES  
RENOVABLES DE ENERGÍA**



Visitenos en: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/ecosolar.html>



# Verbo y energía

Por JORGE SANTAMARINA GUERRA

24



## Condición

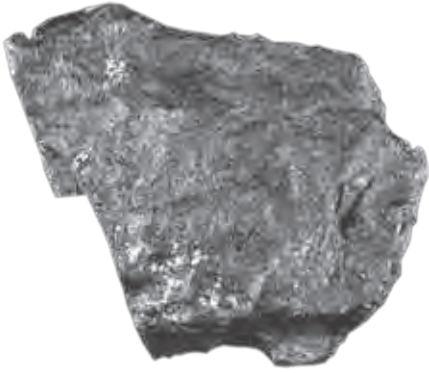
**¿QUÉ PASARÁ EN** La Finca Isla con el tiempo? Lo mismo que desde el nacer de la Tierra ha venido sucediendo, caerán los árboles más robustos y otros ocuparán sus espacios, los bejucos volverán a trepar los troncos, nuevas hierbas y otras y otras más brotarán con cada lluvia y el Sol volverá a recalentar las mismas piedras. Todo permanecerá siendo absolutamente igual y todo será también absolutamente diferente. Si no lo alteramos nosotros, y parece que sí.

## Zorzales

Al recoger unos mangos que estaban a punto, en una horqueta del árbol divisé un nido. Su rusticidad me hizo suponer que era de ratones y de un tirón lo lancé al suelo, para arrepentirme: en su interior, inmóviles

y apretados uno contra el otro, dos pichones de zorzales exhibían los cañoncitos de sus plumas incipientes. Por fortuna el nido no se deshizo en la caída ni sus jóvenes ocupantes tampoco se salieron de la cajueta vegetal. Entretanto, sus padres revoloteaban en derredor con justificada enemistad. Con cuidado tomé el nido, le restituí los ramajes a medio desprender y lo volví a colocar en su horqueta. Me alejé rápido con la duda de si sus padres los volverían a aceptar luego del accidente, sobre todo por si a los pichones o al nido se les hubiera impregnado algo de mi olor, señal de peligro para ellos. En los días posteriores los observé de lejos y con alivio comprobé que la familia zorzal continuaba sus empeños hacia la vida. Nada había sucedido. A veces las apariencias nos inducen a cometer errores, hasta con los nidos. 🐦

# Energía desde el espacio: Impactos de meteoritos en Cuba



## *Cuerpos extraterrestres en tierra cubana*

Por ING. YASMANI CEBALLOS IZQUIERDO\*

25

**OBSERVANDO ATENTAMENTE**, durante una noche serena, podrá verse en el firmamento —de cuando en cuando— un punto brillante, parecido en su aspecto a las estrellas, pero que en lugar de permanecer fijo como estas, se mueve a gran velocidad, dejando tras de sí una estela luminosa, hasta desaparecer por completo. Estos puntos luminosos y movedizos son llamados frecuentemente estrellas errantes o fugaces, pero no son estrellas o soles del espacio, sino fragmentos de materia interplanetaria. Con un diámetro que varía desde menos de un centímetro hasta cientos de kilómetros, estos fragmentos irregulares que vagan por el espacio reciben el nombre de asteroides. Al penetrar accidentalmente dentro de la atmósfera terrestre, como su velocidad es muy elevada se ponen incandescentes, y a causa del elevado calor que produce su intenso roce con el aire pueden volatilizarse por completo. Pero algunas veces atraviesan la atmósfera, caen a tierra, y entonces reciben el nombre de meteoritos, aunque corrientemente se considera que un meteorito es un fragmento de asteroide, con diez metros de diámetro o menos (Fig. 1).

Debido a la gran velocidad con que llegan —astrónomos la han promediado en 20 km/s—, producen un ruido característico y adquieren gran visibilidad a causa de su elevada temperatura, que produce una brillante incandescencia, y aquellos que logran

alcanzar la superficie terrestre, antes de llegar al suelo dejan oír generalmente una detonación, esparciéndose en ocasiones en fragmentos, como si el bólido formase un conjunto de cuerpos independientes, de los cuales algunos en ocasiones se hunden profundamente en la tierra o caen sobre la misma, dando señales de fusión superficial. La fuerte detonación que acompaña el paso de un meteorito proviene de la intensa onda balística que acompaña a estos proyectiles, cuya velocidad es superior a la del sonido. Cuando esta onda alcanza el tímpano auditivo, produce el mismo efecto que una onda procedente de la repentina dilatación de los gases en una explosión.

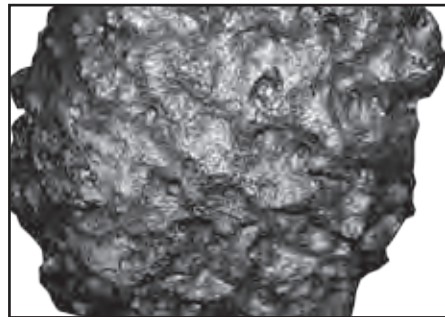


Fig. 1. Ejemplo de meteorito (Canyon Diablo, hallado en Arizona, EE.UU.). Los meteoritos se nombran a menudo por el lugar donde fueron encontrados o por alguna característica geográfica. Foto: Dr. Manuel Iturralde-Vinent, cortesía del Museo Smithsonian (USNM).

La energía cinética ( $E_c$ ) de un asteroide en curso de colisión puede calcularse como  $\frac{1}{2}mv^2$ , donde  $m$  es la masa y  $v$  la velocidad; y la masa puede calcularse a su vez en función de la densidad ( $\rho$ ) y volumen ( $V$ ) del objeto. Entonces la colisión de una roca de 10 km de diámetro —como la que ocurrió al final del Cretácico— podría liberar una energía millones de veces más grande que la bomba atómica lanzada en Hiroshima. En Cuba existe evidencia geológica de aquel choque que marcó el Límite Cretácico/Terciario (LKT) y también, en las últimas décadas, se han podido recuperar pequeños meteoritos. Algunos de estos tienen confirmada su naturaleza cósmica por una característica especial de los meteoritos ferruginosos, y es que muestran unas rayas entrecruzadas llamadas figuras de *Widmannstätten*, que aparecen en su superficie cuando después de pulimentados se la corroe por medio de un ácido.

### ¿Meteoritos en Cuba?

El primer meteorito cubano del que se tiene constancia se halló en 1871 en la parte oriental de la Isla y actualmente se encuentra en el Museo de Ciencias Naturales de Madrid (Fig. 2). Según el número 37 de la revista *Meteoritics & Planetary Science* (publicada en 2002), el ejemplar cubano —compuesto por dos fragmentos— está catalogado en el museo madrileño como el No.17294, y es un *octaedrito* de 1200,6 gramos.

El segundo hallazgo documentado —un *siderito* de la subclase de los *octaedritos*— ocurrió en 1938 en la localidad de Mango Jobo, municipio San Cristóbal (provincia de Artemisa) y consiste en tres fragmentos de 1099, 344 y 162 gramos de peso, respectivamente. Estos objetos fueron hallados por el desaparecido arqueólogo y naturalista cubano Dr. René Herrera Fritot, y se encuentran en el Planetario de La Habana Vieja. Su origen extraterrestre se corroboró cuando el fragmento mayor manifestó las famosas figuras de *Widmannstätten* al aplicársele ácido nítrico concentrado.



Fig. 2. Meteoritos cubanos, en cada caso aparece algún objeto de escala. *Arriba*: Meteorito No.17294 (Foto cortesía del Museo de Ciencias Naturales de Madrid), *Centro*: Meteorito Gámez (cortesía del Dr. Efrén Jaimez Salgado), *Abajo*: Siderolito encontrado por el Grupo Borrás (cortesía del Dr. Efrén Jaimez Salgado).

Décadas después, el geólogo y petrógrafo cubano Rafael Segura-Soto reportó en el primer número del *Boletín de la Sociedad Cubana de Geología* el hallazgo insólito de un meteorito en la playa de Bacuranao. El ejemplar —que exhibía huellas de intensa fricción atmosférica— se lo habían entregado el Ing. Arnaldo Correa y el Dr. Manuel Iturralde-Vinent, procedente de una pesquisa submarina efectuada en agosto de 1974, dentro de un lecho arenoso de entre 6 y 8 m de profundidad y a unos 40 m de la costa.

Según Segura-Soto, la pieza de 8,4 cm de longitud y 7,0 cm de máxima transversal, tenía forma elipsoidal muy grosera, con sección transversal casi cuadrangular y color general negro o lustre submetálico, a veces craso o resinoso. Cuando se analizó la composición mineralógica y se trató con ácido nítrico, este ejemplar —al igual que el meteorito de Herrera Fritot— mostró figuras de *Widmannstätten*, por lo que también se catalogó como un *octaedrito*. Según Iturralde-Vinent, este meteorito estuvo un tiempo en exhibición en el Museo Nacional de Historia Natural de La Habana, pero se extravió.

El 10 de junio de 1994, otro objeto espacial —conocido como el meteorito de Lajas— cayó ante los ojos atónitos de unos campesinos que trabajaban la tierra en la finca Palmarito, provincia de Cienfuegos. El meteorito caído (de 5 x 12 cm) debió ser un *siderolito* y pesó aproximadamente unos 400 gramos. Entre los ejemplares que se han registrado hasta el presente, este es el único que se ha visto caer en pleno día, aunque desafortunadamente se desconoce su paradero.

Dos años más tarde, en febrero de 1996, se produjo el hallazgo de dos pequeños fragmentos metálicos de intenso brillo y con abundantes *regmaglyptos*, encontrados por miembros del grupo espeleológico Pedro Borrás de la Sociedad Espeleológica de Cuba, cuando se dirigían hacia la Cueva del Indio, municipio Boyeros, La Habana, según datos aportados por el Dr. Efrén Jaimez Salgado, investigador del Instituto de Geofísica y Astronomía del Citma (Fig. 2). El mayor de ellos pesó 117,5 gramos y el menor 14,9 gramos, y cuando fueron investigados con un difractor de rayos X en el Centro de Investigaciones y Proyectos de la Industria Básica (CIPINB) de La Habana, mostraron que estaban constituidos básicamente por mineral *Perryita* ( $\text{FeSi}_2$ ), el cual no existe de forma natural en rocas y minerales terrestres. Bajo el microscopio mostraron claramente las líneas de Neymanm, propias de *sideritos* y *siderolitos* pertenecientes a la subclase *hexaedritos*.

Un pequeño fragmento casi idéntico a este de 1996, pero de solo 3,5 gramos de peso y

dimensiones de apenas 0,8 x 1,5 x 2,2 cm, fue hallado en 2001 en el barrio Balcón de La Lisa, por un miembro del grupo temático Cosmos (aficionados a la Astronomía).

Otro objeto algo parecido a los anteriores, con un peso neto al momento de hallarse de 194,9 gramos y solo ligeras diferencias en cuanto a su estructura externa, fue encontrado por un aficionado y a la vez buscador de tesoros escondidos, que con auxilio de un detector de metales lo halló enterrado a unos 20 cm de profundidad, dentro de un campo arado en un suelo rojo de Güira de Melena, actual provincia de Artemisa, también en 2001 (Fig. 2). El mismo fue nombrado como «meteorito Gámez» en homenaje al joven astrónomo que lo trajo al Instituto de Geofísica y Astronomía del Citma.

Con posterioridad, un conjunto de pequeños fragmentos metálicos muy magnéticos, con peso neto total de aproximadamente 200 gramos, fue hallado en terreno de lo que otrora fuera el Centro Nacional de Hidrología y Calidad del Agua (Cenhica), en el municipio Boyeros, en el año 2006. A estos interesantes fragmentos se les aplicó ácido nítrico concentrado sobre una de sus superficies previamente pulimentada, la cual mostró alternancia de manchas herrumbrosas (corroídas por el ácido) y manchas grandes de brillo metálico muy intenso, aspecto típico de los *sideritos* de la subclase de los *ataxitos*, con contenidos de más de 13 % de níquel. Sin embargo, este tipo de ensayo químico no es conclusivo con respecto a su posible origen cósmico.

Un reporte muchísimo más reciente data de las 2 y 45 minutos de la madrugada del 31 de marzo de 2013, cuando un pequeño bólide impactó la cubierta de una vivienda del reparto Las 79 Viviendas del Güirito, ubicada en la ciudad de Gibara, provincia de Holguín. Este espécimen con forma ovalada irregular, color rojizo-negrusco, superficie porosa y medianamente pesada, fue rápidamente trasladado al Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales y Tecnológicos (Cisat) de la delegación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente en la ciudad

de Holguín, donde varios especialistas señalaron, tentativamente, que se trataba de un meteorito. La identificación se basaba en una alta concentración de mineral de hierro y el pulido de la superficie, así como también en el hecho de que en la región de Gibara, cársica por excelencia, lo único que abunda es material calizo. El pedrusco supuestamente extraterrestre pesó 114 gramos con dimensiones de 5,5 cm de largo por 3,6 de ancho máximo y un espesor de 3,3 cm, según señaló el presidente de la filial holguinera de la Sociedad Espeleológica de Cuba, Juan José Guarch Rodríguez, complementado por el también investigador gibareño José (Joselín) Corrella —portador del posible meteorito (Fig. 3).

Sin embargo, a decir verdad, ninguno de estos ha sido el primer meteorito que impacta en el Caribe o que deja su rastro en la Isla, pues el primero fue el gran asteroide causante de la extinción de los grandes reptiles, en lo último del Cretácico.



Fig. 3. Meteorito de Gibara (Foto: Internet).

### Antiguos desastres: Cuba y el meteorito de la extinción

Hace 65 millones de años Cuba no estaba aún formada y algunas de las rocas que se encuentran hoy día en el subsuelo del país, constituían el fondo del Mar Caribe primitivo, frente a las costas de la península de Yucatán. Aquel mar estaba habitado por una notable variedad de organismos incluyendo foraminíferos, algas, rudistas, cefalópodos (*ammonites*), erizos, tiburones y gigantescos reptiles marinos llamados *mosasaurios*. Este antiguo ecosistema —donde proliferaba la vida marina— fue testigo del suceso y uno

de los primeros en sentir los efectos del choque del planeta con una enorme roca extraterrestre de más de 10 km de diámetro. El impacto del asteroide ocurrió al norte de la actual península de Yucatán, creando un enorme cráter que yace a casi un kilómetro de profundidad, denominado «cráter de Chicxulub» por el nombre de esa localidad en lengua maya, ocasionando maremotos que empujaron desde allí material sedimentario, restos geológicos y microfauna hasta donde hoy se yerguen algunas formaciones geológicas cubanas que evidencian aquella catástrofe.

Como resultado del impacto se desencadenaron enormes trenes de olas que azotaron el proto-Caribe, y debido a la cercanía del lugar con el sitio de la colisión, esta área fue una de las primeras receptoras de los sedimentos esparcidos, los cuales fueron depositándose durante largos períodos de tiempo. Los derrumbes arrojaron hacia el fondo del mar acumulaciones de lodo mezclado con enormes pedazos de rocas. Así lo corroboran capas que alcanzan hasta 300 m de espesor en la Sierra del Rosario (Pinar del Río) y entre Cabañas y Cidra (Matanzas). Grandes tsunamis prehistóricos lavaron las costas y revolvieron los fondos marinos de aguas poco profundas, arrastrando consigo enormes cantidades de lodo que enturbiaron el mar hasta que —en el lapso de algún tiempo— el fango se decantara hacia el fondo. Las marejadas esparcieron sedimentos, microestratos y organismos que en su avance quedaron varados en la región hasta estratificarse o fosilizarse. Los depósitos así formados, ahora convertidos en rocas, incluyen microfauna que fue pasando o extinguiéndose de un período a otro, concentrada y fosilizada en el LKT, como si fuese un cóctel hecho de fósiles de diferentes etapas y revueltos en una copa. Una de las evidencias de que en Cuba hay rocas vinculadas al impacto de un cuerpo extraterrestre, es la presencia de una capa con alto contenido de iridio —un elemento más abundante cósmicamente que en la corteza de la Tierra—. Por todo lo anterior,

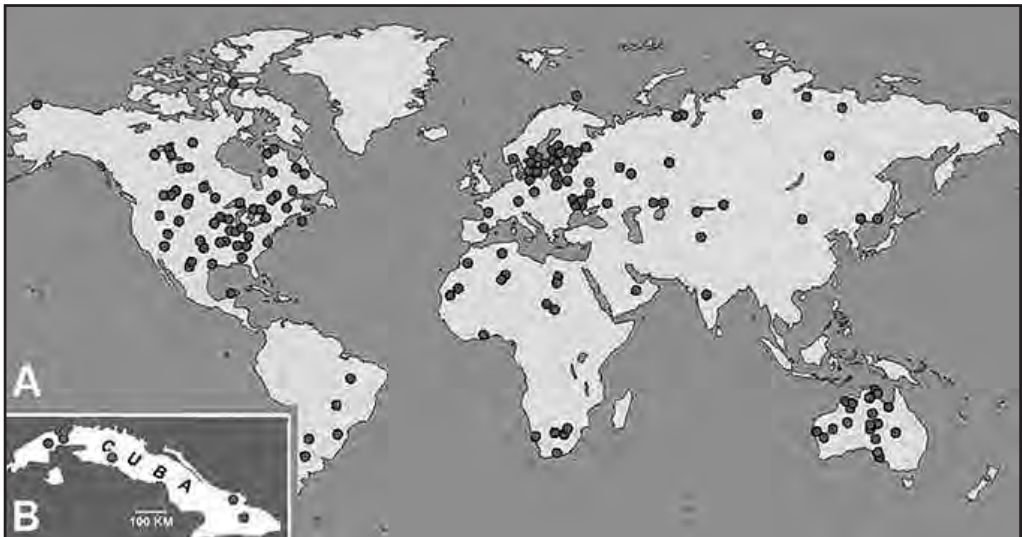


Cuba ofrece una oportunidad casi única para investigar el LKT, porque exhibe las mejores exposiciones de rocas formadas como consecuencia de aquel impacto.

En el resto del planeta esa catástrofe desencadenó una multitud de eventos ambientales, pues los asteroides de más de un kilómetro de diámetro originan cambio climático global si impactan en el planeta, mientras que los de menos de 1 km originan cambios regionales. El polvo, hollín y sulfatos «noquearon» la atmósfera y recortaron la luz del Sol, causando un colapso de la fotosíntesis en las plantas durante muchos años. Es obvio que la vida en el planeta se vio muy afectada por esta crisis ambiental global, como consecuencia de la cual muchos organismos marinos y terrestres murieron, y una gran cantidad de ellos —como los dinosaurios y otros reptiles gigantes— se extinguieron para siempre. Sin embargo, sobrevivieron otros

organismos que evolucionaron, se expandieron y diversificaron por todos los rincones del planeta, ocupando los lugares dejados por los desaparecidos y creando nuevos ecosistemas, legitimando la ley natural que asevera que inclusive de catástrofes tan enormes como aquella, la vida se recupera.

Algunas personas se preguntan por qué se invierten esfuerzos y recursos en investigar hechos que ocurrieron en un pasado tan remoto. La respuesta es sencilla: esos mismos eventos pueden tener lugar en el futuro y conociéndolos bien es como único se puede estar preparado para enfrentarlos. Por ejemplo, hoy en día muchos astrónomos observan el cielo en busca de cuerpos cósmicos que pudieran, eventualmente, chocar con la Tierra. Es probable que la humanidad no tenga que enfrentar el reto de prepararse para sobrevivir a un evento así, pero, si llegara a ocurrir, ya se conocen las consecuencias.



Mapa señalando con círculos donde se han registrado meteoritos caídos (A) en el mundo y (B) en Cuba.

De todos modos, al contemplar un meteorito no deja de causar una profunda emoción pensar que quizás ha recorrido el espacio durante millones o hasta billones de años, a fantásticas velocidades de varias decenas de kilómetros por segundo, para caer finalmente sobre la Tierra, después de haber tal

vez formado parte de un mundo ya destruido, en la inmensidad del Universo. 🌌

\* Ingeniero en Ciencias Informáticas. Autor del libro *Reptiles gigantes del Caribe primitivo*, y varios artículos de promoción de las geociencias, Cuba.

E-mail: yasmani.ceballo@nauta.cu



# Mujer y energía

## *Utilidad de la virtud*

YANDIRA GONZÁLEZ MEJÍAS

Prov. Las Tunas

Ing. Agrónoma, M.Sc. en Desarrollo Regional  
 Presidenta de Cubasolar en Las Tunas  
 y Especialista del Grupo de Peligro,  
 Vulnerabilidad y Riesgo del Citma,  
 Las Tunas

**REyT:** *¿Cuáles han sido tus aportes en el campo de las fuentes renovables de energía y el respeto ambiental?*

**YGM:** Como presidenta de Cubasolar en el territorio he impulsado el trabajo sobre fuentes renovables de energía, primeramente en su divulgación mediante los medios de difusión masiva, así como la capacitación a los productores, acciones que han conllevado a la instalación de diferentes fuentes, fundamentalmente biogás y calentadores solares. Además, trabajo en proyectos, logrando la aprobación de uno sobre paneles solares fotovoltaicos de inyección a red en el Jardín Botánico, y se encuentra realizado el estudio del Citma, en espera de su aprobación en el plan económico.

Tengo un vínculo muy estrecho con la Universidad de Las Tunas, en la cual he asesorado varias tesis de grado y de maestría vinculadas al tema de las energías renovables y gestión de la innovación, formando a varios ingenieros y máster, además de participar en tribunales y oponencias de tesis.

Fui destacada en el Fórum de Ciencia y Técnica con el trabajo titulado: Uso de la energía solar en la producción de vitroplantas y el tratamiento térmico para el secado de la semilla, así como obtuve Premio Citma como coautora al trabajo titulado: Plan de acción para mitigar los efectos negativos

del flujo migratorio del capital humano en la empresa agropecuaria Perú, del municipio Jobabo.

**REyT:** *¿Cómo logras el balance entre tu trabajo y la responsabilidad con la familia?*

**YGM:** Con mucha comprensión, fundamentalmente de mi esposo, que ha sido incondicional ante las tareas y los retos en cuanto a las energías renovables; siempre escucho de él «Dale, que tú puedes lograrlo», y eso me llena de mucha satisfacción y deseos de seguir con mis proyectos actuales.

**REyT:** *¿Qué obstáculos has tenido que superar?*

**YGM:** Obstáculos, ¡muchos! Fundamentalmente la falta de recursos para lograr resultados, principalmente para hacer las visitas a comunidades, pero no he dejado de trabajar y tener resultados gracias a la integración que hemos logrado con diferentes organismos, y a las amistades, eso vale mucho.

**REyT:** *Principales satisfacciones...*

**YGM:** Mi principal satisfacción es formar parte de Cubasolar y trabajar con los productores y futuras generaciones, que al final son las personas que más agradecen aplicar y usar las fuentes renovables de energía,

porque lo hacen con el corazón y eso me satisface.

**REyT:** *¿Qué te gusta hacer en casa relacionado con las labores domésticas?*

**YGM:** Primeramente me encanta estar en mi casa junto a mi esposo, y disfrutar de lo que hemos construido juntos, eso lo disfruto mucho, y lo otro que más me gusta es la costura, sentarme en la máquina de coser me encanta.

**REyT:** *¿Tus entretenimientos favoritos?*

**YGM:** Son muchos, pero lo que más me gusta es compartir con mis amistades, escuchando música salsa y bailando, ¡me encanta la diversión!

**REyT:** *Alguna anécdota relacionada con tu papel de género...*

**YGM:** Como saben, en Las Tunas se construye el mayor parque eólico del país, se tienen previstos tres parques en total, cada uno con una generación de 51 MW, y me dijeron: Yandira hay que ir al terreno a ver dónde se va a montar el segundo parque y dar nuestras opiniones al respecto, y fuimos un grupo de diferentes organismos, casi todas mujeres. Pues bien, salimos en una *Transtur*, pero cuando llegamos al municipio Manatí dejamos la *Transtur* y nos montamos en un tractor con carreta a las 9 a.m.; ahí comenzó la travesía marítima, y llegamos al punto de

medición del viento; después nos perdimos entre el mar y el monte, estuvimos dando vueltas hasta las 6 p.m. que encontramos el camino, ya saben, al sol y sin almorzar; pero esa no es la peor parte, sino que no encontramos los puntos donde se iba a montar el parque, imaginen qué día tan terrible. Esta es una de las anécdotas que jamás olvidaré.

**REyT:** *Palabra favorita...*

**YGM:** Amor.

**REyT:** *Palabra que rechazas...*

**YGM:** Hipocresía.

**REyT:** *Lo que más amas...*

**YGM:** La familia.

**REyT:** *Lo que más odias...*

**YGM:** Las mentiras.

**REyT:** *¿Qué otra ocupación hubieses querido realizar?*

**YGM:** Me hubiese gustado estudiar medicina, si me dieran la oportunidad lo haría.

**REyT:** *Algún consejo...*

**YGM:** Trabajemos en equipo, que es clave para que una organización tenga éxito. «Trabajar en equipo divide el trabajo y multiplica los resultados». 🤝

## Evite usar la plancha eléctrica para una sola prenda



pues calentará la resistencia sin aprovechar la ocasión

# energía y tú

## ÍNDICE TEMÁTICO: arquitectura de bajo consumo de energía

En el presente número se relacionan los artículos publicados en *Energía y Tú*, referidos a la arquitectura de bajo consumo de energía, muy vinculada con la Arquitectura bioclimática. Definida esta desde el siglo xx como el conjunto de soluciones arquitectónicas que optimiza las relaciones hombre-clima y hombre-naturaleza, y que también incorpora nuevos contenidos y conceptos como arquitectura bioecológica, arquitectura verde, arquitectura sustentable o ecoarquitectura, por considerar no solo la relación con el clima y el uso de las fuentes renovables de energía, sino por incluir el aprovechamiento de otros recursos renovables, el reuso y reciclaje de los «residuos», el análisis del ciclo de vida, los materiales y técnicas de construcción, la producción de alimentos y otras ecotécnicas.

GONZÁLEZ COURET, DANIA. *Más ideas para ahorrar energía en la vivienda.* (3): 6-11, jul.-sep., 1998.

GONZÁLEZ COURET, DANIA. *Las ventanas y la energía.* (4): 19-24, oct.-dic., 1998.

HENRÍQUEZ PÉREZ, BRUNO. *Uso y abuso de la teja translúcida.* (9): 4-7, ene.-mar., 2000.

GONZÁLEZ COURET, DANIA. *¿Puede una ciudad ser sustentable?* (10): 17-20, abr.-jun., 2000.

GONZÁLEZ COURET, DANIA. *¿Puede la arquitectura contribuir al desarrollo sustentable?* (11): 15-19, jul.-sep., 2000.

DE LA PAZ PÉREZ, GUILLERMO; JOSÉ GONZÁLEZ, DELIO BETANCOURT Y JOSÉ BRAVO. *Multimedia para la arquitectura bioclimática.* (20): 16-17, oct.-dic., 2002.

GONZÁLEZ COURET, DANIA. *Apuntes sobre arquitectura bioclimática.* (22): 29-33, abr.-jun., 2003.

GONZÁLEZ COURET, DANIA. *La arquitectura bioclimática en Cuba.* (25): 4-10, ene.-mar., 2004.

GONZÁLEZ COURET, DANIA. *Sustentabilidad urbana.* (31): 29-35, jul.-sep., 2005.

GONZÁLEZ COURET, DANIA. *Algo más sobre el diseño bioclimático.* (36): 3-5, oct.-dic., 2006.

GONZÁLEZ COURET, DANIA. *¿Cómo evitar errores?* (38): 8-11, abr.-jun., 2007.

GONZÁLEZ COURET, DANIA. *La arquitectura bioclimática en Cuba. /Arquitectura bioclimática/.* (40): 80-87, oct.-dic., 2007.

GONZÁLEZ COURET, DANIA. *Adecuación climática en la vivienda cubana*. (42): 7-11, abr.-jun., 2008.

GONZÁLEZ COURET, DANIA. *Para ventilar viviendas en centros urbanos compactos*. (47): 18-22, jul.-sep., 2009.

GONZÁLEZ COURET, DANIA. *Ciudades y edificios neutrales*. (55): 4-6, jul.-sep., 2011.

GONZÁLEZ COURET, DANIA. *Iluminación natural en edificios de vivienda*. (57): 21-24, ene.-mar., 2012.

PÉREZ GONZÁLEZ, GUILLERMO. *¿Cómo construir un techo verde?* (59): 12-15, jul.-sep., 2012.

VIEGO FELIPE, PERCY; ADRIÁN CAMBRA DÍAZ, ROCÍO CORTIZA SARDIÑAS Y TANAYI MARTÍNEZ HERNÁNDEZ. *Edificios inteligentes*. (60): 29-32, oct.-dic., 2012.

GONZÁLEZ COURET, DANIA. *¿Cómo secar la ropa en edificios de apartamentos?* (61): 4-6, ene.-mar., 2013.

MENÉNDEZ CASTELLANOS, MANUEL. *Hotels ecológicos*. (64): 4-7, oct.-dic., 2013.

BRAVO HIDALGO, DEBRAYAN Y GRETER BERMÚDEZ RAMOS. *Generar frío con el Sol*. (64): 33-38, oct.-dic., 2013.

GONZÁLEZ COURET, DANIA. *Para ventilar viviendas en centros urbanos compactos*. (66): 7-11, abr.-jun., 2014.

PÉREZ GONZÁLEZ, LUIS GUILLERMO. *¿Cómo construir un techo verde?* (66): 12-16, abr.-jun., 2014.

BRAVO HIDALGO, DEBRAYAN Y GRETER BERMÚDEZ RAMOS. *Sistemas de acumulación térmica en la climatización*. (67): 17-20, jul.-sep., 2014.

GALLARDO NONELL, GEMA B. *Construcción y desarrollo energético*. (68): 37-40, oct.-dic., 2014.

GONZÁLEZ COURET, DANIA Y ROLANDO MARTÍNEZ CABRERA. *Protección solar para edificios en Cuba*. (69): 4-7, ene.-mar., 2015.

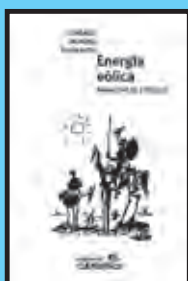
BÉRRIZ PÉREZ, LUIS. *Primer edificio experimental de energía positiva en Cuba*. (71): 8-13, jul.-sep., 2015.

SÁNCHEZ MARTÍNEZ, OLIVIA Y DANIEL GONZÁLEZ COURET. *Las energías renovables en la vivienda urbana*. (73): 4-9, ene.-mar., 2016.

GONZÁLEZ COURET, DANIA. *Energía y clima. Ciudad y Arquitectura*. (74): 4-8, abr.-jun., 2016.



## CUADERNOS DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA Y EDUCACIÓN AMBIENTAL PUBLICADOS POR LA EDITORIAL CUBASOLAR





# Higiene comunal y sociedad

## *Una ciudad merece amor y cultura de la convivencia*

Por JORGE SANTAMARINA GUERRA\*

34

Respeto ambiental



**COMPRENDO QUE**, a primera vista, este tema pudiera resultar, acaso, un tanto innecesario, ya que aparece con frecuencia en nuestros medios, lo cual por delante aplaudo. No obstante esa desventaja inicial, confío en que el sensible y asiduo lector de nuestra revista no se sienta motivado a pasar la página. De la higiene de la ciudad o higiene comunal, de eso se trata, en este caso abordado con una visión social.

Al asomarnos a este asunto de inmediato pensamos en Servicios Comunales, y con razón. Sin embargo, el tema lo desborda, y al menos en estas modestas líneas así pretendemos reflejarlo. Pero ya que esa importante actividad socioeconómica fue mencionada, le apuntaremos algunos trazos. Primero que todo, valoro en muy alto grado el trabajo indispensable, cotidiano y considero que socialmente poco reconocido

de esa tropa de trabajadores que componen los Servicios Comunales en todo el país. De forma categórica y sin exageración alguna enfatizamos que nuestros ámbitos urbanos serían sencillamente invivibles sin el aporte higienizador y social que emana de su trabajo esforzado, y un tanto subvalorado.

Con la triste excepción de nuestra querida capital, La Habana, todas las ciudades de Cuba, todas, exhiben una limpieza e higiene comunal que mucho contenta y salta a la vista. Mencionarlas es innecesario, y solo valdría añadir que tal condición favorable no es privativa solo de las capitales provinciales y otras ciudades mayores, sino de cualesquiera pueblos o hasta bateyes. ¿Por qué La Habana es la excepción? Intentemos un acercamiento.

Ante todo, una aclaración, ya que en lo tocante a este

tema también hay grados, es decir, no toda la capital es muestrario y víctima de similar situación higiénico-comunal deplorable. Hay zonas decorosamente limpias y cuidadas, pero no abundan y son por lo general puntuales, tanto, que en una panorámica generalizadora no logran contrarrestar el mal efecto que provocan los innúmeros lugares insalubres que afectan, y afean, nuestro entramado ciudadano. Desdichadamente, el balance global es desfavorable.

Las limitaciones económicas y materiales son conocidas y afectan a Servicios Comunales, y a casi todo, incluyendo hasta al propio ciudadano en su ámbito doméstico, pero limitar a esa arista carencial la posible explicación del problema sería una simplificación, o una esquivia. De manera muy personal considero que con

la excepción –otra vez– de La Habana, los habitantes de cualesquiera otras ciudades, pueblos y bateyes de nuestro Archipiélago poseen un sentido de pertenencia por su terruño, que de entrada marca una diferencia significativa. Un valioso atributo social, sin duda. Con frecuencia, inclusive, muchos enarbolan su orgullo lugareño, y eso vale mucho, muchísimo, en lo tocante a este asunto. Con toda intención omito mencionar nombres de ciudades y lugares, pero estoy seguro de que cualesquiera lectores pudieran hacer sus listados.

En nuestra querida capital, ese sentido de pertenencia, cuando menos, se ha debilitado, o acaso, tristemente desvanecido. ¿Será quizás porque somos muchos, unos dos millones, o porque los habaneros de cuna hemos pasado a ser minoría?, ello pudiera influir, pero ¿hasta qué punto? Como se dice hoy, o se suele abusar, el asunto es multifactorial. Los transportes de carga, los depósitos contenedores y otros recursos son insuficientes, los salarios ídem y el reconocimiento social es nulo, o casi, a la tropa de Servicios Comunes; a lo que se agregan frecuentes salideros y encharcamientos de agua, y peor, de albañales, calles y aceras en mal estado, basureros por doquier, todo eso está ahí a la vista, y más, mucho más, y no cabe duda de que sus efectos tienen una incidencia tremenda en el pro-

blema. Pero este tímido asomo al tema insiste en colocar, en primerísimo lugar, el sentido de pertenencia, es decir, en el caso del poblador habanero, la debilidad o hasta la ausencia de dicho atributo social.

Lo verdaderamente pernicioso, lo que considero peor de todo, es que nos acostumbremos a coexistir con esa insalubridad generalizada y cotidiana, que nos insensibilicemos ante ella en grado tal, que lleguemos acaso hasta no verla. Ni sufrirla.

Hace años leí, en páginas de novela, algo así como: Si los habitantes de cada casa mantienen el frente de su casa limpia, la ciudad estará siempre limpia. Olvidé la novela, pero no la cita. En efecto, considero que si todas las casas dan a la calle, el aforismo vale; sin embargo, si los habitantes de un apartamento interior, digamos por caso, de un edificio multifamiliar, se empeñan en mantener su partecita limpia, ¿pudiera eso beneficiar en algo a la limpieza de la ciudad? En ese caso sería diferente la lectura, aunque también considero que en el fondo mantendría su cuota de vigencia, porque esas personas viven en un inmueble que «da a la calle», y hacia esa calle de todos también tienen un grado de responsabilidad y deber social. Tenemos.

Me resisto a admitir que uno de esos «provincianos» orgullosos, velador de su terruño e incapaz de echar un desperdicio en plena calle allá, venga a hacerlo aquí, en tanto esté de visita o como

habanero ya implantado. No acuso, meramente espejudo, y menos aún deseo lastimar, sino motivar, modestamente, la reflexión. O provocarla.

El asunto es ciertamente, en el orden sicosocial, muy complejo, porque si un niño nace y crece en un barrio insalubre puede incorporar de por vida esa referencia iniciática adversa, e inconsciente y desdichadamente cargar con esa rémora deformadora que, de alguna manera, pudiera lastrar su conducta en lo adelante. Solo el conocimiento, la educación, la cultura, puede generarle a esa persona una nueva y positiva conciencia sobre ese asunto, y con ella sustituir su malformación de origen.

Las limitaciones y carencias tangibles existen y durante cierto tiempo persistirán, y por supuesto no aminoro su influencia en el problema, pero con todo vigor insisto en la conciencia y el deber social, en la educación y la cultura social, en el sentido de pertenencia de cada cual, seámoslo por cuna o por implante. Para que en lo que a cada uno nos corresponda, en lo que cada cual podamos ser y debamos hacer, pues lo seamos y hagamos, y que en igual medida reaccionemos ante lo improcedente o hasta perjudicial que no debamos hacer. Parece un juego de palabras, pero no lo es. 🗣️

---

\* Ecologista y escritor. Miembro de la Uneac y Cubasolar. Premio David (1975). Autor de varios libros de cuentos, novelas y artículos. e-mail: santamarina@cubarte.cult.cu

# Valor alimentario de las legumbres

## En el Año Internacional de las Legumbres

Por MADELAINE VÁZQUEZ GÁLVEZ\*

**LAS LEGUMBRES** pertenecen al gran grupo de las plantas leguminosas y presentan numerosas especies, aunque las utilizadas para la alimentación humana y el ganado son relativamente pocas. Entre las más comunes están la alfalfa, chícharos, judías, frijoles, garbanzos, habas, lentejas, maní o cacahuete, soya y habichuelas, entre otras.

El número total de especies es de casi 20 000. Su enorme variabilidad de formas y estrategias naturales adoptadas, ha permitido a sus especies adaptarse a las condiciones ecológicas más diversas, que van desde los trópicos de África, Asia y América, a zonas templadas e inclusive frías. La familia *Leguminosae* presente en zonas áridas tiene también especies acuáticas; sus representantes se encuentran tanto en altitudes con temperaturas inferiores a cero grado, como en lugares casi inaccesibles de los Andes, lo que las coloca en la categoría de alimentos universales.

### Valor alimentario y salud

Las legumbres han sido cultivadas durante milenios por una gran variedad de culturas y son alimentos nutricionalmente recomendables teniendo en cuenta su composición en proteínas, hidratos de carbono, lípidos, fibra vegetal, minerales y vitaminas. El elevado contenido proteico en el grano de algunas especies de leguminosas, hace de esta familia una fuente importante de proteína vegetal. En la mayoría de los casos las legumbres poseen entre 20 % y 25 % de su peso en proteínas; cantidad que es más alta en el maní y en la soya, llegando hasta 38 %. Contienen una buena proporción de aminoácidos esenciales, y aunque no todas las proporcionan en similar

cantidad (suelen ser escasas en metionina), su espectro aminoacídico se complementa mediante la combinación con otros alimentos, fundamentalmente con los cereales que son deficientes en lisina.

Las legumbres son alimentos ricos en hidratos de carbono, que contienen polisacáridos o azúcares complejos como el almidón, azúcares simples como la sacarosa, glucosa, fructosa, galactosa, rafinosa y la estaquiosa, y oligosacáridos a menudo presentes en las paredes celulares, que les proporcionan sus especiales características de textura. La idea de que las legumbres se digieren mal es relativamente incierta, ya que su proceso de digestión se realiza en condiciones normales en individuos sanos, con la gran ventaja de que son carbohidratos de lenta asimilación. La causa de esta opinión puede estar originada en ciertos síntomas que se presentan en el intestino grueso, con formación de gases y dilatación. Ello se debe a la fermentación de los azúcares no digeribles (hidratos de carbono complejos y fibra), que en personas con trastornos gastrointestinales pueden acentuarse. Por otra parte, el contenido en ácido úrico y purinas de los frijoles es relativamente alto, por lo que no se aconseja su consumo en exceso en individuos que padecen de gota, artritis y otras dolencias afines. Muchos de estos factores antinutricionales desaparecen con la cocción o la germinación.

Las legumbres poseen entre 11 y 25 % de fibra dietética y son, junto con los cereales, su principal fuente. Gracias a su aporte de fibras, las legumbres actúan como protectoras del estreñimiento, hemorroides, apendicitis, divertículos y várices; ello se debe a la presencia de pectina, fibra soluble que también protege al organismo de compuestos tóxicos como metales carcinógenos y radiaciones. Racionadas adecuadamente, las legumbres «no engordan»; lo que provoca esta fama adversa es que habitualmente se les añaden ingredientes de alto valor en calorías.

Las legumbres poseen cantidades importantes de hierro, cobre, carotenoides, vitamina B1, niacina, y constituyen una fuente importante de ácido fólico. Diversos estudios e investigaciones

indican que la ingesta de alimentos ricos en folatos puede prevenir las enfermedades coronarias. Sin embargo, las legumbres no presentan cantidades apreciables de vitamina C, excepto cuando germinan o están verdes.

El consumo de legumbres aporta muchos beneficios a la salud y previene enfermedades crónicas como la diabetes, las enfermedades cardiovasculares o la obesidad; también producen beneficios protectores o restauradores para contrarrestar la osteoporosis. Muchas de estas propiedades se explican porque las leguminosas posibilitan la absorción lenta de la glucosa, e ingeridas con prudencia son recomendables para las personas que padecen de diabetes. También son pobres en grasas, por lo que son beneficiosas para la hiperlipidemia, además de reducir la concentración de colesterol en sangre. En tal sentido son ricas en lecitina, fosfolípido fundamental para la función cerebral.



#### Frijoles agridulces Ingredientes para 4 raciones:

Frijoles	480 g	2 tazas (cocidos)
Aceite	34 g	2 cucharadas
Cebolla	100 g	1 mediana
Vinagre	60 mL	4 cucharadas
Miel de abejas	60 g	3 cucharadas
Vino seco	30 mL	2 cucharadas
Jengibre	25 g	1 rodaja
Sal	5 g	½ cucharadita

#### PROCEDIMIENTO:

1. Disponer los frijoles cocidos. 2. Saltear en el aceite la cebolla cortada en dados. 3. Adicionar los frijoles y revolver. 4. Añadir el vinagre, la miel de abejas, el vino seco y el jengibre. 5. Dejar reducir. 6. Rectificar la sal.

#### Cultivos ecocompatibles

La capacidad de muchas leguminosas de establecer una relación simbiótica con microorganismos capaces de fijar el nitrógeno atmosférico y transformarlo de forma asimilable por

las plantas, permite el mejoramiento natural de los suelos y sus producciones. La actual crisis energética provoca la vuelta a los sistemas clásicos de alternancia de cultivos, que incluyen las leguminosas como recursos valiosos para la aplicación de una agricultura orgánica y sostenible. Su bajo costo de producción las convierte en alimentos eminentemente eficientes.

Por otra parte, vale citar a la destacada investigadora Laurie Stone Guevara, cuando señala: « (...) Pero muchas personas están olvidando una parte importante de la ecuación, y esa es nuestra dieta. La mayoría del grano producido en Estados Unidos no va a alimentar a las personas, o a poner en marcha los carros de norteamericanos o de ciudadanos de otros países. Va a alimentar a los animales. El ganado consume 90 % de la cosecha de soya en ese país, además de 80 % de su maíz y 70 % de su grano. David Pimentel, profesor de Entomología en Cornell, señala que “si todo el grano que actualmente alimenta al ganado en Estados Unidos fuera consumido directamente por personas, el número de estas que pudieran ser alimentadas ascendería a 800 millones”».

Sin duda, la desigualdad creciente en la distribución de la riqueza y el aumento de la población humana permiten prever que el consumo de carne no se sustituirá, ni a corto ni a mediano plazos, por el suministro de proteínas vegetales en la dieta. Una posible solución sería la de evitar la transformación de la proteína vegetal en animal, utilizando directamente aquella en la alimentación humana. Las leguminosas figuran entre los principales candidatos a ocupar dicho papel, dado su notable contenido en proteínas.

#### Consumo en Cuba

En Cuba es notable el consumo de frijoles, los cuales constituyen uno de los alimentos básicos de la dieta cubana. De las cuatro especies domesticadas en Mesoamérica, la *Phaseolus vulgaris* o frijol común es la más cultivada, y comprende numerosas variedades, distintivas por su color, tamaño y otras cualidades de los granos. Su combinación con el arroz permite el logro de una fórmula de gran valor nutricional. Además del consumo de frijoles negros, ba-

yos, colorados, caballero y carita, también se incorporan a nuestro menú otras leguminosas, como garbanzos, judías, chícharos y lentejas.



**Moros y cristianos con aderezo**  
Ingredientes para 4 raciones:

Frijoles negros	165 g	¾ taza
Pimiento	85 g	1 unidad mediana
Aceite	34 g	2 cucharadas
Cebolla	200 g	1 unidad grande
Ajo	12 g	6 dientes
Arroz	345 g	1½ tazas
Sal	10 g	1 cucharadas
Jengibre	25 g	1 rodaja
Sal	5 g	½ cucharadita

#### PROCEDIMIENTO:

1. Ablandar los frijoles. Reservar el agua de cocción. 2. Cortar el pimiento y la cebolla en dados. Picar el ajo fino. 3. Colocar los frijoles ablandados y el arroz en un recipiente apropiado. 4. Adicionar una taza y media del agua de cocción de los frijoles, y la mitad de la sal. 5. Cocinar el arroz con los frijoles. 6. Aparte, verter el aceite en una sartén, y sofreír el pimiento, la cebolla y el ajo. 7. Añadir las especias y rehogar durante un minuto. Rectificar el punto de sal. 8. Agregar el aderezo al arroz con frijoles y revolver. Dejar reposar.

*Nota:* Los frijoles se ablandan sin sobrecocinarlos. Si lo desea puede añadir el aderezo justo antes de servir el arroz. También se puede asar el pimiento, en lugar de saltearlo, o añadir ají cachucha.

Desde el punto de vista culinario se consumen en potajes, refritos, molidos para pastas y como germinados. Su consumo en forma de potajes es el más difundido en Cuba, y existe una tecnología de elaboración muy propia para cada grano. Por ejemplo, en la zona oriental se agregan malanga y productos cárnicos a los frijoles negros, mientras que en el occidente solo se adiciona una gran variedad de elementos saborizantes (ajo, cebolla, ají, comino, laurel, orégano, vino seco, ocasionalmente una cucharada de azúcar y nunca puré de tomate).

Para obtener resultados favorables en el consumo de las legumbres, es conveniente cumplir las recomendaciones siguientes:

1. Los frijoles, excepto los chícharos y las lentejas, se dejan en remojo unas doce horas, para reducir el tiempo de cocción.
2. Los frijoles cultivados sin fertilizantes químicos poseen una cualidad biológica superior, y se ablandan con mayor facilidad.
3. Se deben comer bien cocinados, para propiciar una buena digestión.
4. Para aumentar la absorción del hierro contenido en los frijoles, se deben consumir con verduras y frutas ricas en vitamina C.
5. Se deben combinar con cereales (principalmente arroz), pues se complementan entre sí desde el punto de vista nutricional.
6. Cuando se consumen frijoles en la comida, se deben dejar pasar unas horas antes de dormir.
7. En el caso de personas con problemas de digestión, los frijoles se deben colar (eliminando la cáscara) y comer en forma de puré.
8. Se debe añadir la sal solamente al final de la cocción, para propiciar su ablandamiento y evitar que se despellejen.
9. Para aliviar el efecto flatulento (acumulación de gases) se deben cocinar con plantas carminativas, como el comino.
10. No adicionar bicarbonato en la cocción de los frijoles, porque se afecta su contenido vitamínico.

Por la importancia del consumo de las legumbres, este 2016 ha sido declarado por Naciones Unidas como Año Internacional de las Legumbres, bajo el lema «Semillas nutritivas para un futuro sostenible».

Sin duda, los múltiples argumentos en favor del consumo de las legumbres nos convocan a su inclusión permanente en nuestro menú y valorarlas como alimentos de hoy y del futuro. 🌱

\* Ingeniera Tecnóloga en la especialidad de Tecnología y Organización de la Alimentación Social. Máster en Ciencias de la Educación Superior, Cuba.

e-mail: madelaine@cubasolar.cu



# El jengibre

## Cómo curan las plantas



Por LAURA AGUILAR VELOZ\*

39

**Nombre común:** Jengibre (dulce, amargo).

**Nombre científico:** *Zingiber officinale* Rose (jengibre dulce) y *Zingiber zerumbet* (jengibre amargo).

### Aspectos culturales

**EL JENGIBRE** o *kiones* es originario de las zonas tropicales del sureste asiático, de India y China, países que constituyen sus principales países productores, junto con Sri Lanka, Tailandia, Jamaica, Australia, Hawai e Indias Occidentales. Las variedades más caras por su calidad proceden de Australia, India y Jamaica, mientras las más comercializadas se cultivan en China y Perú. Su nombre proviene del vocablo indoeuropeo: *singavera*, que significa «cuerpo de cuerno». Fue la primera de las especias en llegar a Europa y es una de las plantas más populares en la medicina tradicional china. Sus propiedades también fueron reconocidas desde la antigüedad por los griegos, quienes aseguraban que el jengibre despierta el alma y aviva la inspiración. Según los galenos Galeno y Avicena, la raíz podía ser usada para corregir los defectos del cuerpo, en tratamientos de parálisis y como un afrodisíaco, beneficioso para enfrentar la debilidad sexual. De igual manera fue considerado por la cultura árabe, por lo que se utilizaba en las comidas como forma de enamorar a la pareja.

### Descripción botánica

El jengibre es una planta de la familia de las Zingiberáceas, perenne, cuyo tallo subterráneo es un rizoma horizontal, con nudos

de color blanco grisáceo, muy apreciado por su aroma y sabor picante, a partir del cual crecen las raíces y otros tallos verticales. En general la planta puede llegar a tener hasta más de un metro de altura, y largas hojas de 20 cm y más; sus tallos son de color verde rojizo y con hojas lanceoladas, y sus flores, medio blancas o moradas, se disponen en forma de espigas, características que varían en dependencia de las dos especies: jengibre dulce o común y jengibre amargo silvestre.

### Requerimientos de la siembra

Existen diferentes formas de cultivo de esta planta, según la especie. En el caso del jengibre dulce se recomienda realizar la siembra a distancia de 90 cm x 30 cm, y en los meses de marzo-mayo; mientras que el jengibre amargo se debe sembrar a una distancia de 10 cm x 10 cm, en un período más extenso, preferentemente de abril-julio.

### Propiedades medicinales

La valoración del jengibre por sus propiedades curativas se remonta a varios siglos atrás, en países asiáticos, siendo nombrado por algunos como la «raíz milagro». Entre sus componentes básicos se incluyen una gran variedad de ácidos orgánicos, aceites

esenciales, sustancias antioxidantes, aminoácidos, minerales y vitaminas.

Se plantea que la planta posee marcadas propiedades antirreumáticas, fortalece el sistema inmunológico, y sirve para tratamientos externos de traumatismos. La decocción de rizomas se usa para tratar afecciones gastrointestinales (cólicos, diarrea, inapetencia, indigestión, flatulencia, náusea). Se cree que los compuestos del jengibre estimulan la producción de los jugos gástricos, fortalecen los músculos intestinales e incrementan las contracciones musculares en el estómago, lo que ayuda al movimiento de los alimentos con mayor facilidad. Además de favorecer la digestión, contribuye a la mejor absorción de nutrientes y la eliminación de desechos del organismo, lo que evita el aumento de peso.

El hecho de que el té de jengibre favorezca el control y la pérdida de peso, se justifica, según algunas investigaciones, a que incrementa los niveles de serotonina, neurotransmisor que controla el apetito, por lo que su consumo causa una sensación de saciedad, que evita la ingestión adicional de alimentos. En este sentido se afirma que el *gingerol* y el *shogaol*, componentes presentes en el jengibre, mejoran el metabolismo al estimular el incremento del gasto de energía y la oxidación de las grasas.

El jengibre es de uno de los remedios naturales más eficaces en caso de cefaleas, jaquecas y migrañas. Su consumo habitual moderado permite disminuir la ocurrencia de enfermedades cardíacas, evitando trombosis y ataques cardíacos, por constituir un tónico circulatorio con efecto vasodilatador, ideal para mejorar el riego sanguíneo, limpiar las arterias de colesterol y evitar que se adhieran las plaquetas; contribuye a eliminar cálculos en los riñones de forma rápida e indolora, y contrarresta diversas enfermedades respiratorias (amigdalitis, asma, bronquitis, ronquera, resfriados, gripe y pulmonía) y otras tales como malaria, gota y dismenorrea. Se plantea además, que es estimulante del sistema nervioso central y del sistema nervioso autónomo.

Como resultado de investigaciones médicas se ha comprobado que la raíz de jengibre es un efectivo remedio contra las náuseas, posiblemente por la presencia del *gingerol*. Hasta el momento no se le conoce efecto teratogénico, no obstante, no se recomienda su ingestión durante los procesos de gestación y lactancia, ni para personas con problemas de coagulación sanguínea. Es importante conocer que el abuso de su consumo puede debilitar la visión y en algunos pacientes tratados con analgésicos antiinflamatorios, agravar la gastritis.

De forma tópica se aplican cataplasmas y ungüentos del rizoma para tratar menstruaciones difíciles y cefalea, dolor de muelas, inflamaciones, dolores articulares, tumores, etc.

En general al jengibre se le atribuye un amplio espectro de propiedades: afrodisiaca, analgésica, antiinflamatoria, antihistamínica, antiséptica, antitusiva, aperitiva, aromática, astringente, carminativa, digestiva, estimulante, espasmolítica, expectorante, rubefaciente, sudorífica y tónica.

### Uso culinario

El jengibre tiene un sabor muy propio, dulzón, picante, con un toque amargo, sobre todo el seco, mientras que su aroma es dulce, amaderado, pero fresco a la vez, por lo que constituye un alimento muy apreciado desde hace miles de años en la gastronomía internacional a partir de las tradiciones de la cocina asiática, con múltiples aplicaciones.



Una de las formas más populares y suaves de consumir esta raíz, es el té de jengibre.

Los rizomas tiernos, jugosos y carnosos, con un fuerte sabor dulce e intensamente aromático se conservan en vinagre como aperitivo, o se añaden a diferentes platos. Por su parte, las raíces maduras, fibrosas y secas, ofrecen un jugo extremadamente picante, que a menudo se utiliza como especia en la cocina china para contrarrestar otros aromas y sabores más fuertes, como el de los mariscos y la carne de cordero.

En general el jengibre se consume de muchas formas, en calidad de condimento y saborizante, como ingrediente en diferentes comidas: salsas (soya o curry), aderezos, sopas, cremas, diferentes carnes, pescados y derivados como el sushi, mariscos y hortalizas. En la cocina occidental, seco o en polvo, se restringe tradicionalmente a la preparación de alimentos dulces: caramelos, pan de jengibre, pasteles, galletas y gaseosa de jengibre o *ginger ale*, bebida dulce, carbonatada y sin alcohol. El jengibre se puede adquirir fresco, seco, en conserva y hasta recubierto de chocolate; puede usarse molido, cristalizado (trozos de rizoma seco,

escarchados y recubiertos de azúcar), cortado en lonjas o en palitos.



Té de jengibre.

Entre otros productos derivados de esta milagrosa raíz, se incluyen vinos con propiedades medicinales, con cuya producción ya contamos en nuestro país, gracias a la iniciativa de productores independientes.

Con vistas a evitar el deterioro de sus propiedades organolépticas (olor, aroma y sabor) y medicinales, es importante asegurar una buena conservación, para lo que se guarda en recipientes herméticos y se almacena en un lugar fresco y seco. El rizoma puede mantenerse en el frigorífico durante tres semanas sin pelar, hasta el momento de su consumo o congelarse por meses.

### Dosificación

Los productos derivados del jengibre se aplican de forma oral o externa (para dar fricciones), hasta tres veces al día. A partir de la planta (fresca o seca) y de su raíz se preparan y comercializan productos obtenidos por decocción en forma de jarabe, extracto fluido o tintura, pomadas, aceites y cápsulas. En Cuba es empleado en la elaboración de jarabes estimulantes, según la Guía Terapéutica Dispensarial de Fitofármacos y Apifármacos (Minsap, 1992). 🇨🇺

\* M. Sc. Químicas. Museo Nacional de Historia Natural de Cuba.

E-mail: laura@mnhnc.inf.cu



# Educación solidaria que llega de Luxemburgo

## *Fructífero intercambio para el cumplimiento de sueños y metas de la delegación de Cubasolar Holguín*

Por ALEXANDER LEYVA VALDESPINO\*

42



**AL NO SER UN ESCRITOR** de artículos, quizás sea un atrevimiento iniciar con la palabra «gracias» estas líneas que pretendemos presentar a los lectores de *Energía y Tú*, que encierran un amor profundo por mi Cuba, por las fuentes renovables de energía (FRE) y por amigos como los de la ONG Solidaridad Luxemburgo–Cuba, que hacen posible este sueño.

### **Recapitulemos**

La delegación provincial de Cubasolar en Holguín inicia sus trabajos con los diagnósticos y levantamiento de consultorios médicos de la familia, escuelas y círculos sociales, logrando posteriormente, a través de un proyecto nacional, la energización de todos estos centros de alto impacto para el país y la sociedad. Sin embargo, al finalizar este programa nuestra Delegación se limita a desarrollar un programa protagonizado por el profesor y miembro de Cubasolar, Juan Amaro Guerra, basado en la preparación de estudiantes de la enseñanza media

y técnico profesional en la fabricación de lámparas fotovoltaicas para su distribución a profesores de todo el país, al que cariñosamente llamamos Aladino por su «lámpara maravillosa».

Con la participación de nuestra delegación X Taller Internacional Cubasolar 2012, con sede en la provincia Santiago de Cuba, presentamos un primer proyecto internacional, siendo de interés para Sodepaz, organización

que nos permitió mejorar esta idea de proyecto, cuyo objetivo principal es la capacitación y formación de estudiantes en temas de fuentes renovables de energía, dando así continuidad al trabajo desarrollado durante años por el profesor Amaro y que tributa a las directivas de trabajo de nuestra organización.

En 2014 recibimos la visita de la presidencia de la ONG Solidaridad Luxemburgo–Cuba, junto al Lic. Eliseo Gavilán, vicepresidente de Cubasolar; en el encuentro se realizó la presentación del proyecto y deciden financiarlo, es así que en noviembre de 2015 da inicio oficial al proyecto «Empleo de las Fuentes Renovables de Energía en el marco de actividades educativas desarrolladas por la ONG Cubasolar en la provincia de Holguín», que resultó ser nuestro primer proyecto.

Su objetivo general: Contribuir a la capacitación y empoderamiento en el empleo de las fuentes renovables de energía de estudiantes de carreras técnicas y universi-

tarias de la provincia de Holguín; se formula para dar continuidad al trabajo realizado por el profesor Amaro, y se materializa con la instalación de una planta de biogás en la Finca de Autoconsumo de Educación Urbano Noris, el restablecimiento del suministro de agua caliente para uso sanitario y la cocción de alimentos con el empleo de calentadores solares en cuatro círculos infantiles de tres municipios y cuatro casas de niños y niñas sin amparo filial de la provincia Holguín. El proyecto comprende, además, el suministro de dos sistemas FV; uno, primero de su tipo en la provincia, de inyección a red, y otro autónomo para los institutos politécnicos Luis de Feria Garayalde y Guillermón Moncada, de los municipios Urbano Noris y Holguín, respectivamente.

Al mismo tiempo, el proyecto permite cumplimentar su objetivo específico: El apoyo a la actualización del modelo económico cubano, contribuyendo a la seguridad climática, el desarrollo sostenible, el desarrollo económico y la capacidad institucional de las entidades de Educación en la provincia.

Para llevar a cabo tales objetivos, actividades y resultados, el proyecto Luxemburgo y Cubasolar ha garantizado y elaborado los programas del curso de entrenamiento básico, que junto a los materiales didácticos constituyen herramientas docentes para el desarrollo de las actividades de capacitación realizadas para la formación de brigadas de estudiantes mediante el desarrollo de talleres teóricos y prácticos que permiten, en los procesos de montaje de las tecnologías propuestas, impartir los conocimientos básicos necesarios para que los niños, niñas, jóvenes y sus profesores y profesoras, aprendan y comprendan cómo se seleccionan, operan y mantienen estas FRE en el sector de educación. Con ello se les demuestra, a todas las empresas y organismos de la provincia, que la cooperación entre las energías limpias es un proceso natural, mediante la coexistencia armónica de sus diversas aplicaciones y siempre con un marcado respeto al medioambiente, a la naturaleza y a nosotros mismos.

El Proyecto Luxemburgo, como todos lo nombramos en Holguín, aunque en su concepción inicial posee objetivos y resultados al igual que otros proyectos, ha logrado dar inicio a un programa de capacitación en todos los niveles de enseñanza, al convertirse, cada uno de los lugares donde se ejecuta, en polígonos demostrativos de FRE.

El cumplimiento de las actividades planificadas ha propiciado los resultados siguientes:

- La construcción y puesta en marcha de la planta de biogás, logrando el restablecimiento y limpieza del área destinada a los residuales; gas metano utilizado en el periodo: 500 m<sup>3</sup>; residual líquido generado y destinado a la finca (fertiliriego): 1,5 m<sup>3</sup>, y mejoradas las condiciones de cocción de los alimentos al eliminar el fogón a base de leña.
- El restablecimiento, con el montaje de baterías de 10 calentadores solares, de la línea de agua caliente de los círculos infantiles Ismaelillo y Pequeños Pineritos, de los municipios Holguín y Mayarí, respectivamente, beneficiando de forma directa a unos 450 niños y niñas y 60 trabajadoras.
- El desarrollo de seis talleres de capacitación teórico-prácticos, que ha permitido la formación de 94 estudiantes y profesores en temas de FRE.

La ONG Solidaridad Luxemburgo-Cuba no solo ha propiciado la financiación y desarrollo del Proyecto Luxemburgo y la materialización de objetivos de trabajo de nuestra delegación, sino el logro de nuestros sueños y metas trazadas en cada reunión, conversación e intercambio sostenidos desde el 2004, con Cubasolar.

Al culminar el proyecto, los centros beneficiados mostrarán, junto a la bandera cubana y José Martí, una fuente renovable de energía. 🌞

\*Ing. Mecánico. Vicepresidente de Proyectos de la delegación Cubasolar Holguín.

E-mail: valdespino@elechol.une.cu



# Evento GRANSOL 2016

Por ENRICO TURRINI\*

*Intervención de Enrico Turrini  
el 3 de septiembre en la inauguración  
del evento Gransol en el Centro de Estudio Solar  
(CES) de la Ciudad Escolar Camilo Cienfuegos (CECC)*

44

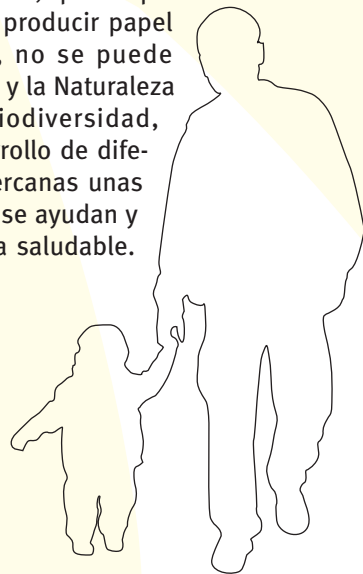
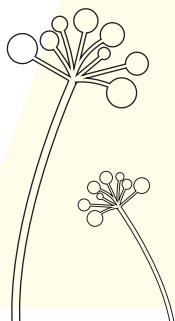
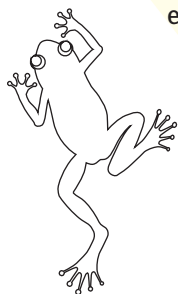
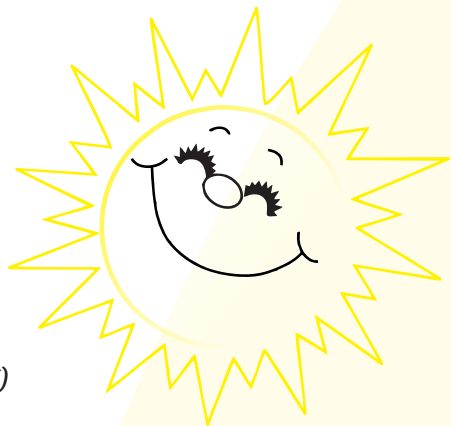
**EL EVENTO GRANSOL 2016** va dar aliento a ustedes, muchachas y muchachos cubanos, para tomar con inteligencia y corazón El Camino del Sol de forma integral.

Con la querida compañera de mi vida, Gabriela, queremos dar a todos ustedes aquí presentes la bienvenida a este Evento Gransol 2016, que sin duda nos va ayudar a tomar con un amor siempre más grande El Camino del Sol. Es un día en el cual yo me hago más viejito: piensen que hoy cumpla 78 años y Gabriela, en noviembre cumple 75. Pero ustedes nos llenan de alegría y por eso queremos compartir la vida con ustedes ayudándose uno con otro. Todos unidos nos comprometemos a dejarnos educar por el Sol y la Naturaleza, que nos enseñan a elegir las fuentes limpias de energía (solares directas como las fotoeléctricas y las térmicas, y las indirectas como el viento, agua y biomasa); almacenarlas para que siempre estén a disposición, no utilizando las fuentes nucleares muy peligrosas y bajando siempre el consumo de combustibles fósiles (petróleo, carbón...) que hacen también muchos daños a la Naturaleza (subida de la temperatura media de la atmósfera, los huracanes, etc.).

Además, Sol y Naturaleza nos muestran la importancia del ahorro de energía, es decir, no botar nada, y el reciclaje.

Pensemos en el agua del mar que se evapora con el calor que envía el Sol, se forman las nubes que nos envían lluvia, fuente de vida para los hombres, animales y plantas, se

generan los ríos y el agua regresa al mar, nada se pierde. Pensemos en las hojas de las plantas que se secan y caen a tierra cuando caducan, pero en realidad es una muerte que se convierte en vida pues se forma humus que genera el nacimiento de nuevas plantas. Nosotros así podemos aprender a reutilizarlo todo: un ejemplo es el Centro Ecológico de Procesamiento de Residuos Urbanos (Cepru), situado aquí cerca en la CECC. Pensemos que reciclando una tonelada de papel usado se dejan en vida alrededor de 15 árboles de mediano tamaño, que se puedan utilizar para producir papel nuevo. Además, no se puede olvidar que el Sol y la Naturaleza promueven la biodiversidad, es decir, el desarrollo de diferentes plantas cercanas unas de otras, que así se ayudan y crecen de manera saludable.



Tenemos que seguir esta enseñanza que nos permite comer productos saludables, apartándonos de los monocultivos (es decir, solo un tipo de planta) que necesitan productos químicos muy dañinos.

Gracias a ustedes, jóvenes, por todos los trabajos lindos que presentan hoy referidos a la educación energética y ambiental.

Por supuesto, en este evento no podemos olvidar la gran ayuda que nos brindan dos personas de valor particular. ¿Quiénes son?

Una es Fidel, que el pasado 13 de agosto cumplió 90 años. Se trata del hombre que dio vida a la maravillosa Revolución cubana que ya tiene más de 50 años, una Revolución que sigue las enseñanzas del Sol, que lo consideramos su papá, y de la Naturaleza, que podemos decir es su mamá, pues como sus padres se entrega en dar vida digna y saludable a todos sin privilegiar a nadie, a las generaciones de hoy y de mañana. Gracias Fidel, nos sentimos muy agradecidos, estás aquí en nuestro corazón.

La otra persona es Raúl Peña Jerez, es decir, Raulito, que por muchos años participó con inmenso amor y eficiencia en el evento Gransol. Como de seguro la mayoría de ustedes saben, él estaba paralizado casi todo, pero su mente y corazón estaban en perfectas condiciones. Él vivía cerca de Cieneguilla (Campechuela), allá arriba en la Sierra. Se daba cuenta de manera clara del valor del Sol y de la Naturaleza, los que transmiten vida a todos nosotros y trataba con mucho amor no solo los seres humanos sino también los animales y las plantas. Con la maravillosa ayuda de sus padres y de toda la familia logró promover en su entorno una verdadera educación energética y ambiental a través de escritos, dibujos y microscópicas obras de arte, no lamentándose nunca de su enfermedad, sino brindando con amor toda su vida para los otros. Por supuesto, él está ahora aquí con nosotros; si físicamente murió el 21 de mayo de este año, nos escribió una carta maravillosa el 18 de mayo, 3 días antes de empezar una nueva vida. Gabriela y yo nos sentimos tan unidos con ustedes, jóvenes, que queremos transmitirles unas palabras

que Raulito nos escribió en su última carta: «Queridos Enrico y Gabriela, con un abrazo que lleva todo el amor y el cariño que siento por ustedes dos...deseando a ustedes salud, amor, dicha, fortuna y larga vida; aún cuando yo no se lo pueda decir; ahí estaré, porque los quiero así con corazón grande, lindo y resplandeciente como el Sol». Todos unidos le damos gracias también a Raulito y le decimos que nos ayuda a tener lejos la mentalidad capitalista corrompedora, la cual presenta como valores tener mucho dinero y poder, cosas que al final llevan al egoísmo, la tristeza y la falta de amor (Gabriela y yo nos damos cuenta a menudo de estas realidades cuando vivimos en Europa y por eso nos sentimos siempre más cubanos), y que nos ayuda a comprender siempre más el valor del Sol, de la Naturaleza y de su hija la Revolución, poniendo en vida estas enseñanzas lindas en la familia, en las escuelas, en los círculos de interés, etc.



Sin duda este día va ser inolvidable, lo vamos a vivir unidos, también con la presencia en nuestro corazón de Fidel y de Raulito, acordándose y haciendo referencia con Raulito a las palabras de José Martí: «Hasta muertos, dan ciertos hombres luz de aurora», y todos unidos decimos, como nos enseña José Martí: «Vengo del Sol y al Sol voy». 🌞

\* Científico y humanista italiano y cubano. Miembro de Honor de Cubasolar.

E-mail: cestudiosolar.cecc@enet.cu

1	2	3	4	5	6		7	8	9		10	11	12	13	14		15		
16							17			18							19	20	
21							22					23							
24					25		26				27						28		29
30			31			32				33			34			35		36	
		37			38				39			40				41	42		
43				44		45		46						47	48				
		49			50			51						52					
53	54			55			56				57		58			59			
	60			61		62			63	64		65		66	67				68
69			70				71							72				73	

Por MADELAINE VÁZQUEZ GÁLVEZ

#### HORIZONTALES

1. Permite la obtención de electricidad a partir de energía mecánica generada por el movimiento de las olas. **10.** Elemento químico, cuyos derivados se utilizan en la fabricación de paneles solares. **16.** Danzar. **17.** Que tiene o comunica electricidad. **19.** Falta de juicio (fem.). **21.** Rocas de origen volcánico existentes en la Tierra. **22.** Eneldo. **23.** Cada uno de los elementos químicos que poseen el mismo número de protones y distinto número de neutrones. **24.** Número. **26.** Pronombre demostrativo. **27.** Relativo al oso. **28.** Apéndice para volar. **30.** Vocales de púa. **31.** Peligro. **33.** Terminación verbal. **34.** Asociación Nacional de Innovadores y Racionalizadores (inv.). **36.** Negación (inv.). **37.** De dar. **38.** Anea. **39.** Electrodo negativo (inv.). **41.** Obtuso y sin punta. **43.** Válvula electrónica con un ánodo frío y un cátodo caldeado. **45.** Mordaz. **47.** Caudillo militar. **49.** Fruto del moral (pl.). **51.** Cortar el pelo (inv.). **52.** Composición poética. **53.** Dos personas que desempeñan un canto. **55.** Insignificante, sin importancia (pl.). **57.** Contracción. **59.** Palo aguzado que usaban los taínos. **60.** Pronombre demostrativo. **62.** Pronombre personal. **63.** Símbolo químico del sodio. **65.** Hornillo, generalmente portátil. **69.** Río de Italia. **70.** Sufijo. **71.** Hacer nido. **72.** Condimento. **73.** Símbolo químico del litio.

#### VERTICALES

1. Omnipresencia. **2.** Saya interior blanca. **3.** Unidad de fuerza en el Sistema Cegesimal. **4.** Ignorante. **5.** Habitante aborigen de Nueva Zelanda. **6.** Interjección (inv.). **7.** Negar con instancia algo. **8.** Incólume. **9.** Nombre de letra. **10.** Consonantes de asta. **11.** Disco en cuyo centro está la pupila. **12.** Igualdad y tersura de una superficie. **13.** Relativo al ícono (fem.). **14.** Tela de algodón estampada. **15.** Umbelífera (inv.). **18.** Símbolo químico del cobalto. **20.** Roca semejante a la caliza formada por el carbonato de cal y magnesio. **25.** Neón (inv.). **27.** Pundonor (inv.). **29.** Electrodo positivo. **32.** Terremoto. **33.** Concejal. **35.** Tarifa sobre los derechos a pagar. **37.** Cúpulas. **39.** Perjudicial para la salud (inv.). **40.** Cuando un jinete empuja a otro. **42.** Pintura de sustancias colorantes en aceite secante (pl.). **44.** Ornamentar. **46.** Metal precioso. **48.** Nota musical. **50.** Vocales de país. **54.** Vocales de luego. **56.** Adverbio de modo (inv.). **58.** Consonantes de lino. **61.** Infusión. **64.** Preposición. **66.** Persona que sobresa. **67.** Nota musical. **68.** Símbolo de la razón de la circunferencia con respecto al diámetro.

## CONVOCATORIA

# VII Encuentro Nacional de Usuarios del Biogás (VII ENUB)

Cienfuegos, del 12 al 14 abril de 2017

### *Primer Aviso*

**LA SOCIEDAD CUBANA** para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (Cubasolar) y los Consejos de la Administración (CAP) de la Asamblea Provincial del Poder Popular (APPP) de Cienfuegos, junto a las instituciones involucradas de sus territorios (Fórum, Citma, Universidades, INRH, Anap, empresas porcinas, entre otras), convocan a los técnicos, investigadores, usuarios del biogás, productores y directivos, a participar en el VII Encuentro Nacional de Usuarios del Biogás (VII ENUB), que tendrá lugar en la citada provincia. Este evento será fundamental para fortalecer el Movimiento de Usuarios del Biogás (MUB) y contribuir con sus acciones a la promoción de otras fuentes renovables de energía (FRE) que propicien el ahorro energético, la producción de alimentos y el mejoramiento de las condiciones de vida en el contexto del desarrollo local. Estos encuentros con la participación de profesionales y usuarios, dedicados a la aplicación del biogás en las diversas provincias con el empleo de la ciencia y la técnica, contribuirán al conocimiento y promoción de una cultura integral para el desarrollo sostenible en el uso de las FRE, y en particular, la vincu-

lada a la tecnología del biogás. Las acciones promovidas y que se han socializado en el contexto del MUB, han permitido también la interrelación y colaboración entre los principales actores, contribuyendo de manera decisiva en la necesaria cultura popular en aras del desarrollo del biogás en Cuba, así como de otras FRE.

A partir de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobados en el VI Congreso y ratificados en el VII sobre las energías renovables, se hace necesario priorizar políticas y estrategias que favorezcan la cultura sobre las fuentes renovables de energía, así como un movimiento acelerado en su desarrollo y generalización con la acción participativa de todos. En consecuencia con estos objetivos, y dada la pujanza alcanzada por el MUB, se convoca al VII ENUB, en esta ocasión en la provincia de Cienfuegos, por sus exitosos resultados de trabajo en ese contexto.

El programa del encuentro y el resto de los detalles logísticos y organizativos, se darán a conocer en el segundo aviso de la Convocatoria.

Conscientes de que con la acción participativa de los usuarios y los gobiernos locales se podrá consolidar el desarrollo en la producción y uso del biogás, así como de otras FRE, los organizadores de esta cita les extendemos una cordial invitación.

Los contactos del coordinador nacional y del presidentes del Comité Organizador en la provincia sede, se relacionan a continuación:

DR. JOSÉ. A. GUARDADO CHACÓN  
 Coordinador Nacional del MUB y JDN Cubasolar  
 (07) 2062061 / (042) 218466  
 gcubasol@enet.cu

ING. INOCENTE COSTA PÉREZ  
 Presidente Cubasolar Cienfuegos  
 (043) 51 9252  
 cubasolar.cfgos@cubasolar.cu

*Las inscripciones al ENUB VII se avisarán con tiempo suficiente para todas las delegaciones de Cubasolar*

## RESPUESTA DEL CRUCIGRAMA

U	N	D	I	M	O	T	R	I	Z	S	I	L	I	C	I	O	C
B	A	I	L	A	R	E	L	E	C	T	R	I	C	O	I	D	A
I	G	N	E	O	A	N	E	T	O	I	S	O	T	O	P	O	
C	U	A	T	R	O	E	S	A	O	S	U	N	O	A	L	A	
U	A	R	I	E	S	G	O	E	R	R	I	N	A	O	N		
I	D	A	N	E	A	O	D	O	T	A	C	R	O	M	O		
D	I	O	D	O	I	R	O	N	I	C	O	A	D	A	L	I	
A	M	O	R	A	S	R	A	L	E	P	S	O	N	E	T	O	
D	U	O	N	I	M	I	O	S	D	E	L	C	O	A			
E	S	T	A	O	S	N	A	A	N	A	F	E	S	P			
P	O	E	R	O	A	N	I	D	A	R	S	A	L	L	I		

DIRECTOR GENERAL  
 DR. LUIS BÉRRIZ

DIRECTORA  
 M.Sc. MADELAINE VÁZQUEZ

EDICIÓN  
 M.Sc. MADELAINE VÁZQUEZ  
 E ING. JORGE SANTAMARINA

DISEÑO Y COMPOSICIÓN  
 ALEJANDRO ROMERO

RELACIONES PÚBLICAS  
 MABEL BLANCO

CONSEJO EDITORIAL  
 DR. LUIS BÉRRIZ  
 LIC. ELISEO GAVILÁN  
 DRA. Sc. DANIA GONZÁLEZ  
 DR. CONRADO MORENO  
 DR. JUAN JOSÉ PARETAS  
 ING. JORGE SANTAMARINA  
 M.Sc. M. VÁZQUEZ

ADMINISTRACIÓN  
 ROLANDO IBARRA

CONSEJO ASESOR  
 LIC. RICARDO BÉRRIZ  
 DR. SERGIO CORP  
 DR. ALFREDO CURBELO  
 ING. MIGUEL GONZÁLEZ  
 DR. JOSÉ A. GUARDADO  
 LIC. BRUNO HENRÍQUEZ  
 DR. ANTONIO SARMIENTO  
 DRA. ELENA VIGIL

*ENERGÍA Y TÚ*, no. 76  
 OCT.-DIC., 2016  
 ISSN 1028-9925  
 RNPS 0597  
 REVISTA  
 CIENTÍFICO-POPULAR  
 TRIMESTRAL ARBITRADA  
 DE LA SOCIEDAD CUBANA  
 PARA LA PROMOCIÓN  
 DE LAS FUENTES  
 RENOVABLES DE ENERGÍA  
 Y EL RESPETO AMBIENTAL  
 (CUBASOLAR)

DIRECCIÓN  
 CALLE 20, No. 411,  
 PLAYA, LA HABANA, CUBA  
 TEL.: (53) 72040010;  
 72062061  
 E-MAIL:  
 EYTU@CUBASOLAR.CU  
 HTTP://WWW.CUBASOLAR.CU

COLABORACIÓN ESPECIAL  
 CUBAENERGÍA

COMERCIALIZACIÓN  
 CORREOS DE CUBA

IMPRESIÓN  
 UEB: EDICIONES CARIBE

DISTRIBUCIÓN GRATUITA  
 DE 9000 EJEMPLARES  
 A ESTUDIANTES  
 Y BIBLIOTECAS  
 DE TODO EL PAÍS,  
 Y MIEMBROS  
 DE CUBASOLAR



# Nos veremos en Las Tunas, Cuba



## Energía, medio ambiente y desarrollo sostenible