

**DESARROLLO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGIA Y SUS IMPLICACIONES EN LA EDUCACION** Introducción La crisis energética provocada por la escasez de las fuentes convencionales de energía, petróleo y gas natural y el consiguiente aumento en el precio de estos combustibles ha ocasionado en escala mundial problemas sociales y económicos de difícil solución. En Puerto Rico cuyo sostén energético proviene casi exclusivamente del petróleo importado, las dificultades socioeconómicas se amplifican y requieren atención inmediata. Es importante continuar programas de conservación de energía vigorosos y desarrollar fuentes renovables de energía. Para poder llevar esto a cabo es necesario implantar programas educativos relacionados. Es el propósito de esta presentación describir brevemente el estado actual de los Programas de investigación del CEEA de la Universidad de Puerto Rico y las implicaciones de las nuevas fuentes renovables de energía en la pedagogía del Puerto Rico de hoy y del próximo futuro. El esfuerzo principal del CEEA va.

Dirigido a encontrar y analizar los datos necesarios, científicos y socioeconómicos para la utilización práctica y la evaluación del impacto ambiental de las fuentes renovables de energía disponibles en Puerto Rico. En algunos casos, ya se ha alcanzado la etapa para las aplicaciones en escala semi-comercial, en otros todavía se necesita más estudio en escala de laboratorio o de demostración. Las áreas principales de estudio, los logros principales obtenidos en esta y las proyecciones futuras son brevemente discutidas a continuación:

#### Fuentes Renovables de Energía

**Biomasa** - El cultivo de fincas energéticas dentro de las condiciones óptimas de producción es uno de los objetivos principales de la división de biomasa del CEEA. Los estudios de biomasa se han enfocado principalmente en la producción de variedades de cañas y hierbas tropicales para optimizar la producción de fibras como un sustituto del combustible para calderas. En el cultivo de la caña se ha tratado de obtener un máximo de fibra, pero también suficiente sacarosa para producir miel enriquecida, una materia prima en la industria de la fermentación que ha escaseado últimamente en Puerto Rico. El uso de la caña de azúcar para producir biomasa es un resultado natural de las dificultades económicas por las que atraviesa esa industria en Puerto Rico. Los estudios indican que por cada 4,000 metros de cultivo de caña hay que invertir alrededor de \$1,200, sin embargo, el rendimiento de ese precio no pasa de \$700. Para mantener la industria viva, el gobierno de Puerto Rico ha pagado la diferencia. La pérdida para el gobierno por cultivo de caña de azúcar es entre 30 y 40 millones de dólares anuales.

Por otro lado, la miel producida por la industria azucarera es de sólo 4.7 millones de galones, frente a una demanda de la industria del ron de 39.4 millones de galones. La diferencia a un costo de más de 17 millones de dólares hay que suplirla con mieles foráneas. Los estudios del CEEA demuestran que este cuadro de pérdida puede continuar.

Nivelarse si se sembrara caña para producir energía en vez de azúcar. Según los experimentos realizados, cada tonelada de fibra seca obtenida de un cañaveral manejado para energía en vez de azúcar costaría aproximadamente \$20 producirla. La energía en esta tonelada es equivalente a la contenida en 2 1/2 barriles de petróleo. En término de los costos de petróleo y las mieles para el 1979, cada cuerda de caña energética podría producir más de \$1,000 en energía y una cantidad aproximadamente igual en mieles ricas. Los últimos estudios indican una productividad aún mayor

a medida que se mejoran las variedades de caña y yerbas y los métodos de operación, manejo, secado y embalado de la biomasa. En estos momentos se persigue la aprobación de un proyecto de demostración para producir grandes cantidades de fibras energéticas y mieles enriquecidas.

La Academia Nacional de Ciencia de los Estados Unidos en un estudio que completó durante el 1980 indica que la caña energética es la fuente renovable de energía que más rápidamente puede beneficiar a la Isla. Este estudio respalda los trabajos del Centro en el campo de la biomasa y recomienda la implementación de estas técnicas lo antes posible.

Bioconversión - El CEEA ha impulsado y dado asesoría pericial para la implementación de la bioconversión que consiste en la conversión biológica de la biomasa y desperdicios en gases combustibles tales como el metano. Como primer paso, el CEEA diseñó sistemas simples y de bajo costo para bioconvertir biomasa y desperdicios de distintas procedencias. Se construyeron modelos para probar su eficiencia, durabilidad y adaptabilidad para bioconvertir biomasa de los jacintos acuáticos, mostos de ron y desperdicios sólidos de una cafetería.

Otros proyectos en que ha intervenido el CEEA mediante asesoría técnica y preparación de propuestas se relacionan a granjas de animales donde los desperdicios de éstos se reciclan para generar metano y abono para las siembras de alimentos, de esta manera también se resuelven los problemas de desperdicios.

Problemas de la contaminación ambiental. Dos de estos proyectos están en distintas fases de implementación, una porqueriza en Ponce ya está en operación y una granja de gallinas ponedoras en Río Grande está en diseño. Del éxito de estas demostraciones depende su adopción por otras granjas por el consiguiente ahorro de energía y quizás abaratamiento del producto. Energía Oceanotérmica (OTEC) - Esta tecnología aún en desarrollo utiliza la diferencia en temperatura entre la superficie del océano y el fondo creada por el calentamiento solar de la superficie. Mientras mayor sea esta diferencia mayor será la eficiencia de la máquina OTEC. La diferencia máxima depende de la situación geográfica. Cerca de la costa de Punta Tuna en Puerto Rico, existe un sitio donde se desarrolla la diferencia en temperatura más alta que en todos los otros sitios considerados por el Departamento de Energía para las instalaciones de plantas OTEC.

Según se desprende de diversos estudios económicos, algunos hechos por el CEEA, de lograr resolverse los problemas aún pendientes, la tecnología OTEC ofrecería uno de los mejores medios para utilizar la energía solar. Todas estas circunstancias condujeron a los estudios del CEEA en este campo, cuyos resultados han sido incorporados en las propuestas hechas por la Autoridad de Energía Eléctrica como partes de los argumentos para lograr el establecimiento de una planta OTEC en la Isla en competencias con otros sitios de los Estados Unidos y Hawaii. A continuación resumimos los estudios y logros más significativos en este campo. Entre los problemas más importantes que requieren solución está la corrosión química y biomarina de la tubería del sistema que hay que instalar bajo la superficie del mar. El CEEA estudia intensamente este problema. Para ello ha adquirido una antigua barcaza de desembarco, que ha convertido en un Laboratorio flotante y ha amarrado en el sitio donde quedará instalada la planta OTEC. Bombas instaladas en la barcaza traen agua del mar y la.

Pasan por tubos de prueba hechos de distintos metales. De esta forma, se determina el efecto de la corrosión química y biológica en las propiedades térmicas de estos materiales. Se realizan

estudios oceanográficos conducentes a asegurar una planta OTEC consistente con el agua que la rodea. Por ejemplo, se estudian las corrientes de agua prevalentes y su variación con las estaciones y los medios para evitar los efectos contraproducentes de descargar en las cercanías el agua ya térmicamente degradada.

---Página en blanco---

Todos estos estudios, algunos de ellos los más importantes llevados a cabo en este campo a nivel mundial, facilitarán la aprobación por las agencias federales de una planta OTEC en Puerto Rico. Gracias al uso del laboratorio flotante, somos aquí en Puerto Rico los únicos que hacen estudios y desarrollos de la tecnología OTEC justo en el sitio donde se establecerá una de estas plantas.

Energía Solar - Uno de los principales objetivos del CEEA es llevar a cabo proyectos de investigación y desarrollos completos en el campo de la energía solar tomando en cuenta la abundancia de luz solar directa en el Caribe. La isla goza de condiciones ideales para la investigación y el desarrollo solar y para la comercialización de tecnologías solares. En un área de solo 8,800 kilómetros cuadrados hay gran variedad de zonas climáticas desde lo árido hasta la humedad del bosque de lluvia, pero todas con un alto grado de insolación. Las medidas muestran que las zonas costeras de norte y sur reciben un promedio de 2,000 kilovatios hora por metro cuadrado de insolación, lo que es similar a muchas otras áreas del Caribe.

Constantemente, se están recogiendo datos solares a través de una serie de estaciones repartidas por toda la isla. En estas estaciones se captan los datos sobre radiación directa y difusa solar. Estos datos son analizados e integrados estadísticamente para obtener un perfil de radiación solar que corta a través de las distintas regiones climáticas de Puerto Rico. Equipo para evaluar el ...

The operation of solar collectors has been designed and built at the CEEA facilities in Mayaguez. Currently, private and industrial sector services are offered to measure instantaneous efficiency and other parameters of solar collectors. The measurements enter a computer that serves for the continuous improvement of designs and the operating regime of the collectors. The Solar Energy division of the CEEA has designed, built, and evaluated a solar energy concentrator for the production of industrial steam in the tropical environment. These tropicalized parabolic concentrators are currently being tested. The system is in the optimization phase of the concentrators.

Work is also being done on designs to replace air conditioning machines in the CEEA laboratories in Mayaguez with a solar absorption unit that will use the 110,000-gallon pool previously used by the now decommissioned experimental nuclear reactor. The tasks include the total construction of the solar air conditioning system in the CEEA workshops in Mayaguez. This project will be completed in early 1982.

Due to the expected successes in reducing the cost of solar cells or photovoltaic cells, the CEEA is advancing for when this equipment is of importance in Puerto Rico for the use of solar energy. With these cells, it is possible to convert solar energy directly into electrical energy. For this purpose, the effect of the humid environment, saltpeter, and urban pollution on the efficiency of solar cells is studied.

In addition, comparative studies of the effect of the above conditions on the integrity of different

optical surfaces were carried out in cooperation with the Faculty of Natural Sciences of the University of Puerto Rico.

Fuentes renovables de energía podemos citar algunos resultados relacionados al adiestramiento de personal. Como ejemplo, la formación de un personal técnico especializado en técnicas de energía solar. Este personal está ahora en la facultad del CEEA, en la UPR, en la industria, en la Oficina de Energía y en otras dependencias del gobierno. Ha sido también posible aumentar la capacidad del CEEA para ofrecer asesoría técnica y administrativa en el uso de la energía solar por las industrias y el gobierno de Puerto Rico. Estos programas también han dado base para el establecimiento de programas de estudio a nivel graduado y subgraduado en la UPR. Estos programas de investigación dan impulso y excelencia a los estudios, desarrollos y prácticas en este campo y generan el personal adiestrado antes mencionado. En adición a estos aspectos generales, el CEEA ha estado envuelto en algunos proyectos específicos de educación. Como ejemplo tenemos el Programa Científico de Verano para Estudiantes de Escuela Superior. Ha sido este programa exitoso ya ofrecido por tres años consecutivos a estudiantes inteligentes de bajo nivel económico. El programa se llevó a cabo en el área de Mayaguez y en el área de San Juan, y recibió una clasificación de excelencia por parte de los Departamentos de Energía y del Trabajo de los Estados Unidos, quienes lo auspician. También ha servido de modelo para programas similares en el continente. También un Programa de Verano de Investigación Científica para Estudiantes de escuela Superior se ha estado llevando a cabo con el apoyo del Departamento de Instrucción de Puerto Rico donde 12 estudiantes colaboraron con los científicos del CEFA en ciertas fases del trabajo de investigación. A juicio de los participantes y los organizadores del programa tuvo un gran éxito. Tenemos programas también con la Asociación de Universidades de Oak Ridge y CETA. Los estudiantes, al regresar a la escuela, han servido de estímulo al resto del grupo. Al presente el CEEA da asesoramiento a la.

Drenaje de las mentes (Brain Drain). Esto se debe en muchos casos a la falta de salarios adecuados y oportunidades de desarrollo intelectual del personal requerido para estos fines. Este escape de mentes no solo es de un país a otro sino ocurre en muchos casos de las universidades a las industrias, debido a mayores salarios o a la falta de equipo adecuado y, en muchas ocasiones, equipos obsoletos de investigación en los centros universitarios.

El Centro (CEEA) que en 1982 cumplirá 25 años desde su fundación, ha podido ahora romper estas barreras y mantener un grupo de científicos de un alto nivel de dedicación, aplicado a estas investigaciones. Al presente contamos a tiempo completo con aproximadamente 24 científicos a nivel de Ph.D. Sin embargo, nos encontramos ante la disyuntiva de una falta en la continuidad de fondos federales que pueda asegurar la estabilidad de estos estudios. La estabilidad es importante e indispensable para fomentar la investigación científica.

Es uno de los propósitos del CEEA el desarrollar fuentes renovables de energía que no vengán después a ser impuestas y sus facilidades construidas fuera de nuestra isla. Queremos desarrollar aquí el personal, la tecnología y las nuevas industrias que pueden construir y producir energía autóctona. Como ejemplo, uno de los proyectos más avanzados, el de la caña energética, de implantarse a escala comercial, podría asegurar un giro histórico en la historia de la industria azucarera de nuestro país: industria y a la vez de producir la energía necesaria.

Podría también salvar de la fuga hacia otros países las destilerías de ron que están dependiendo al presente de un 85% de miel extranjera para la producción de ron en Puerto Rico y a la vez aumentar la producción de azúcar. En el caso de OTEC queremos desarrollar la tecnología, los conocimientos y el personal necesario para que al establecerse estas plantas se construyan la mayor parte de ellas en nuestra isla y hacer posible.

Hasta la formación de astilleros como industrias base, queremos de manera similar que los calentadores solares, los colectores de vapor solar, aires acondicionados solares y celdas fotovoltaicas se puedan producir, fabricar, instalar y conservar en nuestra isla. De esta manera, estaríamos aumentando la productividad y la utilización de nuestro personal. Esto hace necesario que entendamos los pormenores de estas tecnologías para ver cómo podemos educar y preparar mejor a nuestro personal. Para entender esto, tenemos que recordar que no solo hace falta personal técnico, sino que el desarrollo de las fuentes renovables de energía necesita de un personal con amplios conocimientos en los aspectos económicos, ambientales y sociales de estas tecnologías. No podemos dejar que cada una de las tecnologías trabaje por sí sola. La comunicación efectiva es indispensable. Es necesario que mantengamos unidos nuestros pensamientos como se mantienen unidos los dos hemisferios cerebrales por el corpus callosum. Recuerden que el hemisferio izquierdo, conectado al lado derecho del cuerpo, está relacionado con lo lógico analítico y con las funciones verbales y matemáticas. Su modo de operación es lineal y su manifestación obedece a una secuencia temporal. El hemisferio derecho, conectado al lado izquierdo del cuerpo, está especializado en actividades mentales holísticas o intuitivas. Este hemisferio es responsable de nuestra orientación en el espacio, de nuestra imagen corporal y de todo empeño creativo. Procesa la información de manera más difusa que el hemisferio izquierdo, pero demanda una pronta integración de muchos factores al mismo tiempo. Este hemisferio es relacional, simultáneo y espacial en su modo de operación. Pero no podemos operar con un hemisferio separado del otro, por lo tanto, ambos hemisferios cerebrales se comunican por un haz de fibras conocidas como el corpus callosum. Esta breve explicación nos explica y pone dramáticamente en relieve los dos medios de conocimientos que normalmente utilizamos.

Coexisten en el hombre y cómo se comunican. El reconocimiento de que poseemos dos hemisferios cerebrales destinados a operar de forma diferente nos ayuda a entender la dualidad fundamental de nuestro conocimiento y señala la necesidad de su integración en la construcción de una ciencia más completa. Es importante mantener la integración de nuestro conocimiento y también mantener la integración de todos los aspectos involucrados en el desarrollo de las nuevas tecnologías. Esto es uno de los desafíos más importantes que tenemos los educadores.

---Página Siguiente---