

Unidad de Energías Renovables del CLAF

Directores

Dr. Antonio del Rio
Instituto de Energías Renovables/UNAM

Y

Edilso Reguero
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada/IPN

Antecedentes

La producción, distribución y almacenamiento de la energía utilizando tecnologías que no emitan gases de efecto invernadero ni comprometan la seguridad ni obliguen a las generaciones futuras a contender con desechos es una demanda creciente de la sociedad y es sin duda uno de los grandes retos a los que se enfrenta la humanidad en el corto plazo. En años recientes se ha mencionado que nos encontramos cerca del fin de la era del petróleo lo que hace necesaria una transición hacia un nuevo paradigma en la producción y uso de la energía que encaminen a la sociedad hacia un desarrollo sustentable. A nivel internacional se han realizado esfuerzos, principalmente en el sector académico y de investigación, para llevar a cabo proyectos enfocados al desarrollo de fuentes de energía renovable, sin embargo dichos esfuerzos son aún muy limitados y requieren de un apoyo mucho más amplio para que eventualmente permeen en la sociedad.

Actualmente existen en Latino América grupos que trabajan en las diversas áreas de las energías renovables como son la energía eólica, la energía solar, la geotermia, los biocombustibles y la energía oceánica. Dichos grupos, son los que conformarían la Unidad de Energías Renovables (UER-CLAF) y se beneficiarían de las actividades de dicha Unidad.

Una búsqueda de artículos en la base de datos de Web of Science indica que en este milenio (2000-2015) la producción científica de la región Latino Americana ronda los 10,000 artículos con algún autor en la región, de estos aproximadamente 600 abordan la problemática de la energía. En el cuadro 1 se puede apreciar la lista de los países que aparecen en estos artículos donde al menos hay un autor de la región. Se observa claramente que hay una concentración muy importante en dos países y que España ocupa el tercer sitio desplazando a todos los demás países de nuestra región.

De esta tabla es evidente la necesidad de impulsar el estudio de las energías renovables desde la perspectiva de la física para conseguir impactar en el desarrollo de nuevas tecnologías con la mira de llegar a la innovación tecnológica.

En el cuadro 2 se presentan las instituciones con más de 10 artículos, ahí podemos apreciar que la concentración es importante requiriéndose también un esfuerzo para impulsar el estudio de las renovables en otras instituciones.

País	artículos	País	artículos
MEXICO	298	BRAZIL	211
SPAIN	49	COLOMBIA	42
USA	38	ARGENTINA	37
CHILE	26	CUBA	21
FRANCE	16	GERMANY	14
INDIA	14	URUGUAY	12
PORTUGAL	10		

Cuadro 1: Producción en energía y física de un total de 643

Institución	art.	Institución	art.
UNAM	125	CINVESTAV	59
IPN	38	UNIV SAO PAULO	32
BUAP	19	UNIV NAACL COLOMBIA	19
UNIV ESTADUAL CAMPINAS	18	UAEM	17
UNIV FED MINAS GERAIS	13	UNIV FED SANTA CATARINA	13
UNIV FED SAO CARLOS	13	INST MEXICANO PETR	11
UNIV AUTON METRO-I	11		

Cuadro 2: Producción en energía y física de un total de 643

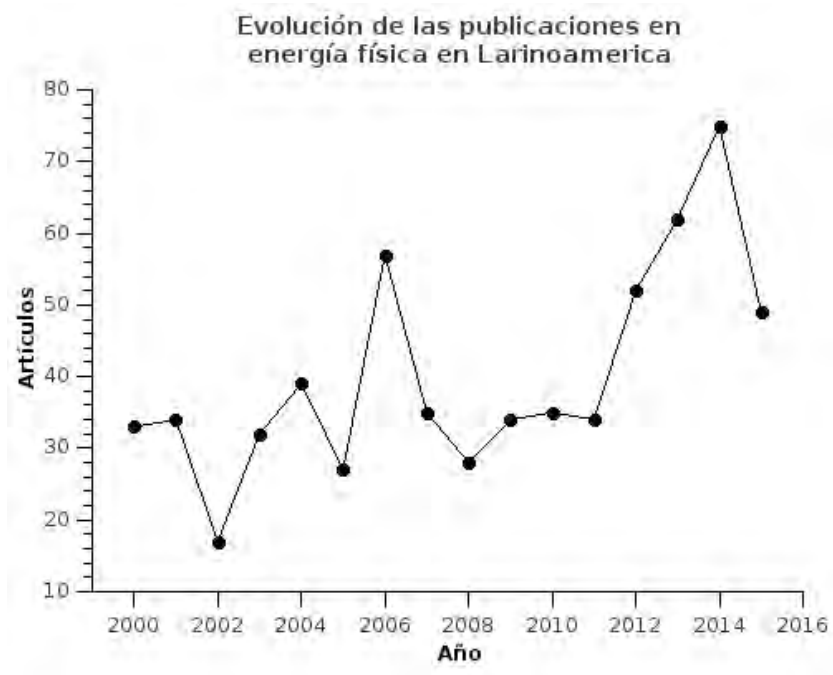


Figura 1: Evolución temporal de las publicaciones en física y energía en este milenio

La evolución del número de publicaciones en la región muestra las oscilaciones características de un conjunto en crecimiento y no consolidado como se muestra en la figura 1. Sin embargo parece ser que hay un interés creciente en el tema (el año 2015 no termina). Parece ser el momento de aprovechar la inercia del crecimiento.

De esta manera, el breve análisis de la investigación actual en el tópico de energía desde la perspectiva de la física indica que se tiene verdaderas áreas de oportunidad para desarrollarla. Como se verá más adelante la infraestructura que muestran algunos países de la región puede ser compartida para promover el desarrollo de esta región.

Las tareas académicas en energías renovables que se desarrollen en el UER-CLAF deben considerar las necesidades regionales y las especificidades de la zona geográfica Latino Americana. Esto requiere de un análisis que

involucra el conocer las necesidades y potencialidades no solo de una región en particular sino de toda la región Latinoamericana. Debe tenerse presente que para cada fuente de energía hay que desarrollar tecnologías adecuadas al entorno en donde se aplicarán, asegurando un desarrollo sustentable que preserve su diversidad y concordancia con el entorno físico, biológico y social particular. El lograr estos objetivos requiere de investigación básica de primera calidad acoplada a un desarrollo tecnológico flexible que contemple las características sociales y económicas de donde se pretende aplicar la solución técnica. Entre los proyectos específicos de investigación que podrían fomentarse se encuentra el desarrollo de generadores eolieléctricos de baja y mediana potencia, aplicaciones de concentración solar de baja y mediana temperatura, aplicaciones fotovoltaicas para el desarrollo de un sector empresarial o industrial que se base en el aprovechamiento sustentable de los recursos y la mano de obra, desarrollo de celdas de combustible y de baterías o capacitores para almacenar energía, entre otros muchos temas.

La puesta en marcha y posterior desarrollo de estos proyectos requiere de un sustento en áreas básicas de la física tales como estado sólido, dinámica de fluidos, transferencia de calor, optimización termodinámica, óptica y física de materiales, entre otras. Sería deseable la incorporación a la UER-CLAF de grupos especialistas en estos temas con un enfoque claro hacia las energías renovables, así como la conformación de actividades que promuevan la movilidad de investigadores, posdoctorantes y estudiantes en general para que participen y colaboren con diversos proyectos.

En este contexto, el CLAF puede jugar un papel importante tanto en el fomento a la investigación de primer nivel como en la formación de recursos humanos especializados en energías renovables. De igual relevancia es la labor de difusión encaminada al fortalecimiento de una conciencia social que permita modificar los hábitos actuales de uso y propiciar prácticas sustentables que no pongan en riesgo el desarrollo pleno de las generaciones venideras.

Objetivo

La presente propuesta pretende conformar una unidad de Fuentes Renovables de Energía en el CLAF, en particular fomentar la formación de físicos que sean capaces de realizar investigación en problemas relacionados con las fuentes renovables de energía. La investigación en tópicos de fuentes renovables de energía requiere necesariamente de un enfoque multidisciplinario,

sin embargo, es posible identificar diversos temas de física básica y aplicada indispensables para su desarrollo. Es de particular interés fomentar la investigación en energías renovables que coadyuve a alcanzar un desarrollo sustentable, con una perspectiva que englobe los esfuerzos que se llevan a cabo en Latino América por diversos grupos de investigación, así como la inclusión de temas emergentes de relevancia. Se pretende que la labor del CLAF en el área de energía renovable ayude tanto a la formación de recursos humanos, como a las tareas de difusión encaminadas a enraizar en la sociedad prácticas sustentables en el consumo, la producción y el uso general de la energía. Como parte del plan de acción se propone la realización de escuelas, congresos, seminarios y diplomados en temas relacionados con las energías renovables y fomentar la movilidad de estudiantes y académicos.

Áreas de Interés

Es bien sabido que la región Latinoamericana tienen un potencial elevado para el aprovechamiento de las diversas energías renovables. Por otra parte se reconoce que en el mundo ya hay tecnologías que aprovechan estos recursos naturales de una manera sustentable, pero los desarrollos todavía requieren ser adecuados o mejorados para su uso generalizado. Por esta razón se requiere la promoción de proyectos existentes en este rubro en el área Latino Americana, al igual que fomentar la formación de recursos humanos necesarios para su desarrollo. A continuación se ofrece una síntesis de las características básicas de las energías renovables donde se identifican algunos de los principales aspectos que requieren un mayor desarrollo.

- **Energía solar.** De las energías renovables la solar es la más abundante en el planeta, aunque siendo la más dispersa es necesario captarla y en algunos casos concentrarla antes de utilizarla. Existen varias formas de hacerlo y las diferentes tecnologías de captación dependen de la aplicación en la que será utilizada la energía. Las aplicaciones y tecnologías relacionadas con calentamiento se conocen como **fototérmicas** y existe una gran diversidad de dispositivos, llamados colectores solares, utilizados para este fin. La tecnología actual de colectores solares planos satisface las demandas térmicas del sector doméstico, sin embargo se requiere investigación para el desarrollo de colectores solares de mayor eficiencia y menor costo. A su vez, es necesario el desarrollo de sistemas de almacenamiento de energía térmica de largo plazo y el de colectores de alta temperatura para aplicaciones industriales. Actualmente, existen tres opciones de plantas solares térmicas de potencia para la generación de energía eléctrica a partir de sistemas de concentración solar: sistemas de colectores parabólicos, sistemas de torre de concentración y sistemas de plato Stirling. En general, para mejorar el desempeño de estas plantas se requiere automatizar su funcionamiento, desarrollar un sistema eficiente y costeable de almacenamiento de la energía y reducir el peso de los colectores. En particular, las plantas de colectores parabólicos requieren un mayor desarrollo en la tecnología para producir vapor directamente; películas absorbedoras para temperaturas mayores a los 500°C ; y el desarrollo de nuevos sistemas ópticos de concentración. Por su parte, la tecnología de torre de concentración requiere de avances en el acoplamiento del calentamiento solar a la turbina para aumentar el

potencial de alta temperatura, así como el desarrollo de mejores espejos que puedan optimizarse en cuanto al costo y capacidad de reflejar. En cuanto a la tecnología de plato Stirling se requiere un mayor desarrollo en sistemas híbridos solar/fósil y solar/biomasa. Es importante remarcar la posibilidad de obtener frío mediante la energía solar, aunque a la fecha los sistemas de refrigeración solar no han sido suficientemente desarrollados. En este tema se requiere investigación básica en el estudio de los fluidos de trabajo; en el mejoramiento de la eficiencia de sistemas de enfriamiento de baja capacidad térmica, así como en el desarrollo de sistemas híbridos.

Por otra parte, cuando se requiere encender un foco o un aparato eléctrico, lo más adecuado es usar una celda **fotovoltaica**, dispositivo que capta la energía solar y la convierte directamente en energía eléctrica. Aunque hoy en día existen diversas aplicaciones y productos en el mercado que hacen uso de los sistemas fotovoltaicos, la investigación en este tema no está concluida. Tampoco es claro cuál de las diferentes tecnologías en desarrollo aportará el mayor avance. Por una parte, la investigación en este rubro se centra en la reducción del costo de fabricación de las celdas solares de silicio mediante el uso de obleas superdelgadas. Asimismo se buscan nuevas arquitecturas para las celdas y nanoestructuras que permitan mayor captación de fotones y conducción de los pares electrón hueco generados, así como simplificar el proceso tecnológico para su elaboración. Con la expectativa de bajar los costos y aumentar la eficiencia, se investiga también en celdas solares de películas delgadas de materiales diferentes al silicio. Algunos ejemplos específicos son las celdas solares de películas delgadas de CdTe, CIS (cobre, indio, selenio) y de materiales orgánicos. Todos estos desarrollos requieren de una intensa investigación básica. En cuanto al desarrollo de sistemas fotovoltaicos de gran y mediana escala se requiere considerar diversos aspectos ópticos y mecánicos. Entre los retos importantes se encuentra incrementar la vida media de los paneles fotovoltaicos, buscar nuevas alternativas para los circuitos eléctricos del módulo, mejorar aspectos mecánicos y de estética de los módulos así como su flexibilidad para el ajuste en superficies curvas. Para esto último se pretende diseñar celdas con materiales flexibles que puedan adherirse a cualquier superficie.

- **Termoeléctrico** Recientemente se ha retomado el efecto termoeléctri-

co como una alternativa para generar electricidad de baja potencia mediante el aprovechamiento del calentamiento residual. En este aspecto es necesario el desarrollo de nuevos materiales y de la comprensión de este fenómeno en escalas pequeñas. La característica de involucrar la conversión directa de energía térmica en electricidad es uno de los aspectos que más llama la atención de esta alternativa de conversión de energía. Sin embargo el problema de obtener materiales con coeficientes Zeebeck adecuados permanece abierto.

- **Energía Eólica.** La energía eólica ha tenido un desarrollo muy intenso en el mundo en los últimos años, incluyendo algunos países de la región latinoamericana en donde se ha iniciado la operación de algunos parques eólicos. Es conocido el gran potencial eólico de nuestras costas, sin embargo, los grupos de investigación en esta área todavía son insuficientes para abarcar las muy diversas facetas que requiere el desarrollo de esta tecnología. Aunque a nivel mundial se ha logrado un avance sustancial a lo largo de muchos años, aun existen diversos problemas abiertos en esta área en donde se pueden hacer aportes relevantes. Tal es el caso del mejoramiento de materiales para optimizar la elasticidad y la reducción de ruido en los generadores; la innovación de las estrategias de control de los generadores y la electrónica de potencia, así como en la investigación en la climatología del viento y la evaluación del potencial eólico de diversas zonas del país.
- **Almacenamiento de energía** La principal limitación que se ha encontrado a las dos fuentes de energía ya mencionadas es su intermitencia, para ello se requiere de almacenamiento de energía y aquí encontramos al menos tres alternativas.

Almacenamiento químico: La investigación sobre baterías de nueva generación más eficientes y menos contaminantes es también una línea en desarrollo. Para ello la comprensión de las formas en que los compuestos químicos pueden almacenar carga eléctrica es fundamental.

Almacenamiento capacitivo La búsqueda de supercapacitores es una alternativa a la intermitencia de las energías renovables, dada su rápida respuesta puede ser usada confiablemente para estabilizar fluctuaciones en la disponibilidad del recurso. En la actualidad es un tema de mayor relevancia y que se requiere un mayor conocimiento básico y aplicado de los fenómenos involucrados.

Redes inteligentes El problema que presenta un gran reto es la integración óptima de los sistemas fotovoltaicos y eólicos con la red eléctrica. En particular, el desarrollo de algoritmos para el manejo de redes inteligentes es un reto que se puede abordar con las herramientas de la física estadística y de la perspectiva de sistemas complejos que tiene la física. Estos problemas representan una gran oportunidad para el desarrollo de investigación básica indispensable para el fortalecimiento del uso masivo de las renovables.

- **Biomasa.** La biomasa puede ser uno de los grandes nichos de las energías renovables. Su implementación requiere, sin embargo, el desarrollo conceptual de una descentralización integrada (regional, municipal, comunitaria) para el uso a gran escala de la biomasa, así como la optimización de la agricultura combinada para la producción de alimentos y combustibles. Otros de los problemas abiertos en esta área se relacionan con los procesos para producir combustibles derivados del carbón a partir de la biomasa y con la gasificación y preparación de materiales de desecho para su utilización en sistemas eficientes de conversión eléctrica. También se requiere la normalización de los procesos en plantas de biogás, así como su integración a la estructura del abastecimiento de electricidad y el desarrollo de microrredes urbanas para el suministro de gas a nivel doméstico. Esta área posiblemente sea la de mayor aceptación en el futuro inmediato, pero su consolidación requiere un programa amplio de investigación enfocado, por ejemplo, a estudiar los procesos para generar gas sintético a partir de la biomasa; la purificación del gas para su uso en celdas de combustible y la optimización de la eficiencia energética de todo el sistema. Es preciso tener un conocimiento profundo acerca de la sustentabilidad de estas plantas de combustión e igualmente realizar una divulgación amplia que promueva su uso y la aceptación de los usuarios asegurando la inocuidad de la combustión y de los gases residuales de la misma. Otro de los tópicos de interés que requiere mayor investigación es la generación de hidrógeno a partir de materiales producidos por métodos biológicos.
- **Geotermia** Debido a su situación geográfica, la región latinoamericana posee una diversidad de recursos geotérmicos. México actualmente se encuentra entre los primeros productores mundiales de energía eléctrica a partir de este recurso renovable. No obstante, nuestra región está aún

lejos de aprovechar a plenitud sus recursos geotérmicos y para lograrlo se requiere ampliar los programas de investigación en esta área. Algunos de los problemas abiertos en geotermia están relacionados con la caracterización de la geomecánica, hidráulica y geoquímica de las zonas geotérmicas, así como con el desarrollo de nuevos métodos de exploración que permitan aumentar la precisión de la perforación en zonas con diferentes temperaturas. También es necesario el desarrollo de tecnologías para la conversión en electricidad de la energía térmica de yacimientos geotérmicos de baja temperatura. Las metodologías para determinar los parámetros físicos de los pozos a partir de datos obtenidos durante el proceso de perforación es una tarea que requiere desarrollo. Los problemas causados por la corrosión de los materiales utilizados para el transporte de los fluidos calientes es otra de las áreas de oportunidad para generar conocimiento nuevo.

- **Energía hidráulica.** La producción de electricidad a partir de energía hidráulica es una de las tecnologías que han tenido un mayor desarrollo en nuestro país desde hace muchos años y actualmente aporta un porcentaje considerable de la potencia generada a nivel nacional. Sin embargo, tal como se ha realizado, su desarrollo a gran escala se ve cada día más limitado debido a los fuertes requerimientos de terreno e impacto ambiental adverso, así como a los diversos problemas sociales que trae consigo su implementación. Recientemente, en distintas partes del mundo se están desarrollando centrales minihidroeléctricas, mucho más respetuosas con el ambiente y que se benefician de los progresos tecnológicos, logrando un rendimiento y una viabilidad económica razonables. Una central minihidráulica o minihidroeléctrica es un tipo especial de central hidroeléctrica, utilizada para la generación de energía eléctrica a partir de la energía potencial o cinética del agua, de una capacidad menor a los 10 megawatts. La energía minihidráulica se considera un tipo de energía renovable. Las centrales minihidráulicas han sido muy utilizadas a lo largo del tiempo debido a su pequeño tamaño, lo que acarrea un costo mucho menor además de la facilidad de instalación, por lo que han sido muy usadas a nivel local o incluso privado. Las centrales minihidráulicas pueden ser construidas conjuntamente con pequeños desarrollos para el control de flujo en caudales moderados y de esta manera producir un ingreso adicional al generar electricidad. Actualmente los conceptos de central microhidráulica y

picohidráulica se aplican a centrales con menos de 100 kW y 5kW respectivamente. Estas centrales tienen una relevancia menor en cuanto a su potencia; sin embargo, las implicaciones negativas ambientales y sociales generalmente son mucho menores. Un punto casi olvidado pero que requiere mayor investigación, es el relacionado con la tecnología del propio sistema eléctrico y su administración. En este punto es necesario un mayor desarrollo tecnológico que permita integrar a la red eléctrica a las fluctuantes y descentralizadas plantas de generación basadas en las energías renovables.

- **Energía oceánica.** En comparación con las diversas tecnologías que se han discutido en este documento, el desarrollo tecnológico necesario para el aprovechamiento de la energía oceánica requiere todavía de un mucho mayor esfuerzo para su amplia implementación. Sin embargo, dado el grandísimo litoral de nuestra región, esta área puede ser de la mayor relevancia y, por lo tanto, es necesario llevar a cabo una mayor investigación y desarrollo para determinar su potencial y la posibilidad de obtener eficiencias rentables. A la fecha, existen esfuerzos aislados en el desarrollo de generadores eléctricos que aprovechan las corrientes marinas, pero es necesario un programa de investigación que materialice dichos esfuerzos. En particular, esta área de investigación requiere de un profundo conocimiento de la dinámica de fluidos, la termodinámica de procesos irreversibles y de electro y magento hidrodinámica, temas que es importante contemplar en la formación de los físicos actuales.
- **El hidrógeno como combustible.** Finalmente, aunque no es propiamente una fuente de energía, el hidrógeno es un combustible que merece una atención especial. Se pueden identificar diversos tópicos de investigación que representan un reto para la implementación de esta tecnología, como por ejemplo el desarrollo de procesos que utilicen energía solar en la producción de hidrógeno por electrólisis de alta temperatura, lo que posibilita la obtención del hidrógeno mediante una fuente renovable de energía. En este contexto, la producción de hidrógeno se puede beneficiar del estudio de procesos químicos solares para la reformación de metano con ayuda de sistemas de concentración solar y del análisis de ciclos termoquímicos que ayuden al rompimiento de la molécula de agua. En cuanto a las celdas de combustible, existen igualmente diversos retos tales como el desarrollo de materiales que optimicen los costos

en membranas, procesos de catálisis, etc., así como en la modelación y caracterización de las celdas de combustible para incrementar su densidad de potencia y confiabilidad de operación. También se requiere investigación sobre los mecanismos de degradación de una diversidad de gases combustibles y en el desarrollo de celdas capaces de trabajar con $H_2 + CO$. Asimismo es necesario mejorar las celdas de combustible de baja temperatura (PEFC) para alimentación directa y transformación directa del metanol (DMFC) y alcoholes relacionados, al igual que desarrollar las celdas de combustibles basadas en óxidos sólidos y carbonatos con el fin de incrementar sus densidades de potencia.

Infraestructura disponible

El Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México recientemente fue creado en enero del 2013 a partir del Laboratorio de Energía Solar fundado en 1985 en el municipio de Temixco, Morelos. Localizado en la selva baja caducifolia recibe anualmente suficiente radiación solar para ser uno de los lugares cercanos a la Cd. de México aptos para realizar investigación en esta fuente de energía renovable. En el se imparten cursos de licenciatura en Ingeniería en Energía Renovable y cursos de posgrado. En sus instalaciones radican dos Laboratorios Nacionales en la temática de Energía Solar: Concentración solar y Química de Alta temperatura, el primero y el segundo en Innovación fotovoltaica y Celdas Solares (ver figura 2). Así el IER-UNAM dispone de instalaciones para el estudio de fenómenos que ocurren en concentración solar de alta, mediana y baja temperatura y de un laboratorio para el análisis de celdas y sistemas fotovoltaicos con infraestructura de análisis de los materiales y dispositivos adecuados.

Además este instituto es una de las sedes del Posgrado en Ciencias Físicas de la UNAM. Dado el carácter multidisciplinario de este instituto también se imparten cursos de los posgrados de Ingeniería y de ciencias de materiales de la UNAM desarrollando las investigaciones para las tesis de maestría y doctorado de los estudiantes. En la actualidad las líneas de investigación abordan los aspectos relacionados con la energía solar (fotovoltaica y fototérmica), energía eólica, biocombustibles, energía geotérmica y energía en edificaciones. Las fortalezas en física del estado sólido, mecánica estadística, termodinámica y mecánica de fluidos son cualidades que muestran en su producción científica y tecnológica. Cuenta con un grupo de investigadores líderes en el ámbito de la ciencia de materiales y su interacción con la radiación capaces de generar conocimiento y desarrollo tecnológico utilizando las herramientas de la física, química e ingeniería en el ámbito de las energías renovables.

El Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA), Unidad Legaria, del Instituto Politécnico Nacional (IPN), fue creado en agosto de 1996 a partir de lo que fueran las instalaciones del Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas, adquiridas por el IPN. Este Centro se creó con la misión de servir de puente entre la Academia y la Industria Nacional a través de la realización de investigación aplicada y la ejecución de proyectos conjuntos. En correspondencia con esa misión, aquí se imparten dos Programas de Posgrado en Tecnología Avanzada (Maestría y Doctorado)



Figura 2: Horno Solar concentra $81m^2$ en centímetros y campo de helióstatos

con una matrícula promedio superior a los 125 estudiantes. Estos Programas, ambos de Competencia Internacional, según el PNPC de CONACyT, tienen un notable enfoque hacia las Aplicaciones de las Nanotecnologías y la Física Aplicada. En ellos hay una marcada presencia (un 25 % de la matrícula) de estudiantes procedentes de diferentes países de América Latina y el Caribe y un fuerte intercambio académico con países de región; este último a través de CONACyT y sus equivalentes en los diferentes países; de la AMEXID, el CLAF, la TWAS y otras instituciones que apoyan la cooperación internacional.

Una de las principales áreas de Investigación, Desarrollo e Innovación (+D+i) del Centro se enfoca en la Energías Renovables, en particular, Conversión de Radiación Solar en Energía Química, de Energía Térmica y Mecánica en Energía Eléctrica, Obtención de Energía a partir de Biomasa Residual, y Almacenamiento de Energía. Para ello las actividades de I+D+i y la formación de recursos humanos se orienta al desarrollo de nuevos materiales y prototipos de dispositivos que hagan posible esos procesos de conversión de energía y su almacenamiento como energía química. Se dispone de la infraestructura de laboratorios necesaria para esas actividades de formación de recursos humanos e I+D+i (Fig 3).

Con esta infraestructura de arranque queda claro que la sinergia que plantean establecer entre el IER-UNAM y el CICATA-IPN para conformar la UER-CLAF le da viabilidad a los objetivos planteados de promover la investigación y formación de recursos humanos en la temática de energías renovables en latinoamericana.

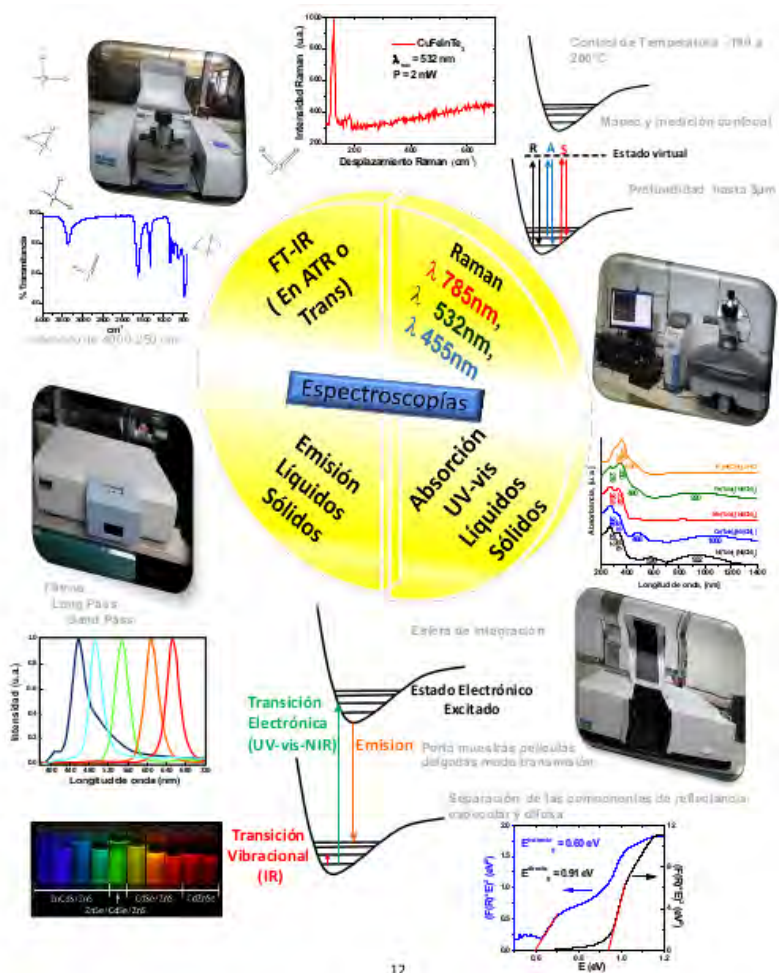


Figura 3: Parte de la infraestructura de análisis del CICATA

Plan de Acción

Con el fin de coordinar los esfuerzos encaminados al desarrollo de las energías renovables en la región latinoamericana, sería conveniente que el CLAF creara la Unidad de Energías Renovables (UER-CLAF). Esta Unidad, en un principio conformada por el Instituto de Energías Renovables de la UNAM y el CICATA-IPN, coordinará los esfuerzos de las diferentes entidades Latinoamericanas. Entre otras acciones la UER-CLAF propiciará el flujo constante de investigadores, posdoctorantes y estudiantes para desarrollar actividades de colaboración entre los distintos proyectos enfocados al entendimiento y aplicación de la física en tópicos de energías renovables.

Como parte del plan de acción se propone primeramente la creación de grupos de interés para discutir, en formatos abiertos, tanto la problemática general de las energías renovables como problemas específicos. La promoción de movilidad académica y estudiantil es otra actividad importante.

Dado el amplio espectro de las energías renovables, existe una gran variedad de temas relevantes que pueden fortalecer su desarrollo. De manera inicial pueden identificarse algunos temas de física básica comunes a diversas áreas, alrededor de los cuales se pueden organizar talleres con un enfoque claro hacia las energías renovables y que pueden atraer la atención de la comunidad de físicos de la región. Se organizarn talleres con un enfoque claro hacia las energías renovables para atraer la atención de la comunidad de físicos del país. Entre los posibles temas se identifican la física de materiales, dinámica de fluidos, transferencia de calor, termodinámica de procesos irreversibles y optimización y física del clima, entre otros. Utilizando los actuales catálogos de personal e infraestructura de Física en la región se plantea la creación de una base de datos de los laboratorios disponibles para actividades de colaboración en estos tópicos. Con ello se pretende fortalecer las interacciones entre académicos y apoyar la capacitación de recursos humanos.

Sin duda, la UER-CLAF puede jugar un papel clave en el desarrollo de las energías renovables en la región, y puede constituirse en un punto de enlace que conjunte los esfuerzos realizados en este tema por diversas instituciones latinoamericanas.