

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS EN ENERGÍA SOLAR EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNRC

Jorge Barral, Jorge A. Adaro, Pablo D. Galimberti, Alba I. Lema

Universidad Nacional de Río Cuarto - Facultad de Ingeniería - Departamento de Mecánica
Ruta Nac. 36 Km. 601, 5800 Río Cuarto
Tel./Fax: 0358 4676246 - e-mail: jbarral@ing.unrc.edu.ar

RESUMEN: Se analiza en este trabajo la implementación de dos actividades de enseñanza de energía solar en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto: una asignatura optativa de grado y una orientación en posgrado a nivel de Maestría. El objetivo de las actividades fue la formación de recursos y la divulgación y promoción de las energías renovables. Se realiza una breve contextualización de situaciones particulares suscitadas para llevar adelante esta tarea, incluyendo los objetivos del grupo, la situación institucional-organizativa y las metodologías empleadas. Se presentan resultados obtenidos, definitivos para tres promociones de la asignatura optativa, y parciales para el posgrado, arribando a un resultado global positivo en términos de beneficios tanto en lo concerniente a formación de recursos humanos y divulgación de las energías renovables como en lo que atañe al fortalecimiento del grupo y sus actividades de investigación.

Palabras clave: Enseñanza de energía solar, asignatura optativa de grado, maestría en ciencias de la ingeniería.

INTRODUCCION

Aunque la tecnología para la utilización de las energías renovables está bien desarrollada en un amplio rango de aplicaciones, es en la gran mayoría de los casos muy conveniente desde el punto de vista ambiental y en muchas situaciones resulta económicamente ventajosa, no ha ganado aún la amplia aceptación que deseamos quienes trabajamos en estos temas (Cole y Skerrett, 1995). Los factores que causan esta baja difusión son diversos (Boyle, 1996) pero nos concentramos en este trabajo en uno de ellos, específicamente en el problema de la falta de formación de los profesionales de las carreras de ingeniería en energías renovables, y en particular en energía solar.

En varios países en vías de desarrollo, si bien se logra la formación de profesionales de buen nivel, los conocimientos y habilidades que se adquieren no tienen la proyección deseada hacia el resto de la comunidad, quedando en gran medida circunscriptos a actividades de investigación dentro de las propias instituciones que los forman (Kandpal y Garg, 1998) y en algunos pocos casos, en emprendimientos privados y gubernamentales que tratan de imponer sus productos y conocimientos en un mercado todavía no preparado para su utilización. Pensando en este problema, en el Grupo de Energía Solar (GES) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC) se ha venido trabajando desde hace varios años en distintas actividades destinadas a promover el conocimiento de la energía solar en su zona de influencia regional.

Así, se han desarrollado actividades destinadas a la promoción en el nivel medio (Barral et al., 1999), en la formación de los propios docentes del grupo de investigación (Facultad de Ingeniería, 1993, 1998), y en particular las que se analizarán en este trabajo: Asignatura optativa "Energía Solar" (Barral et al., 2000) y Maestría en Ciencias de la Ingeniería (Facultad de Ingeniería, 1999), las cuales se han instaurado como actividades periódicas en la institución. Éstas se analizarán separadamente aunque están unidas por la labor de un grupo de investigación y sustentadas por sus proyectos de investigación. Ambas actividades implican una parte de dictado de clases, pero tanto sus objetivos, como sus efectos y las audiencias a quienes van dirigidas son distintos. Se describirá la evolución de la asignatura optativa en sus tres años de dictado, sus problemas, ventajas y resultados y posteriormente los avances en la implementación del posgrado, que aunque no presenta todavía un producto terminado, se pueden adelantar ciertas reflexiones de importancia sobre su implementación.

Obviamente en ambos casos los resultados, sean éstos parciales o finales, se evalúan como beneficiosos, y es ésto lo que nos mueve a presentar este trabajo, con la idea de que pueda servir la experiencia para otras Instituciones de similares características a la nuestra que estén en condiciones de desarrollarse en el campo de las energías renovables. El hecho de que los posgrados recién estén en sus etapas iniciales, teniendo en cuenta que el inicio de las actividades las contemos a partir de 1993 enfatiza la inversión a largo plazo que demanda la formación de recursos humanos y aunque esta actividad no haya arrojado aún una primera promoción, creemos que es necesario comentar esta experiencia lo antes posible para la reflexión y el análisis de aquellos grupos de investigación que pudieran estar transitando caminos similares.

Finalmente se presentan los resultados obtenidos de estas experiencias educativas, los mismos son analizados y se exponen una serie de conclusiones y recomendaciones, como así también se comentan algunos pasos que se deberían seguir para el crecimiento positivo de las experiencias educativas y de difusión de las energías renovables.

Cabe aclarar que las experiencias que aquí se comentan, tanto como las conclusiones que se sacan, no pretenden de ningún modo ser presentadas como una verdad absoluta, ni tampoco deben tratarse las recomendaciones al pie de la letra, siendo éstas solamente orientativas. Estas experiencias se dieron en una Facultad en particular, con una Universidad inserta en una determinada región y en el marco de un cierto contexto socio-económico, que no necesariamente va a ser el mismo que pueda encontrar el eventual lector de este trabajo. Pero seguramente gran parte de este material puede ser reelaborado y analizado desde el punto de vista de las propias realidades de otras instituciones para sacar alguna utilidad o ideas provechosas.

ANTECEDENTES Y PRIMEROS PASOS DE FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Las carreras de ingeniería tienen un neto corte profesionalista y en nuestro país las podríamos calificar en su gran mayoría como de ingenierías tradicionales y generalistas. No está mal que así sea, de hecho la ingeniería está orientada fundamentalmente al campo del trabajo profesional y dadas las cambiantes circunstancias del medio que no garantizan un mercado laboral estable, la formación generalista es la más adecuada para el futuro ingeniero, quien deberá luego especializarse de acuerdo a sus posibilidades laborales después de egresado. En este contexto, las materias específicas de las distintas carreras vinculadas a los aspectos energéticos están orientadas básicamente a las cuestiones extractivas de los recursos y a la transformación y usos convencionales de los mismos. Sumando a ésto el hecho de que la Argentina es un país con pocos problemas de polución ambiental y con disponibilidad energética aceptable, se tiene como consecuencia una baja atención a la utilización de fuentes energéticas alternativas y renovables en carreras de ingeniería. Consecuentemente, tampoco se desarrollaron, por lo menos hasta hace algunos años, muchos grupos de investigación sobre estos temas en las Facultades y Departamentos de Ingeniería, situación agravada por la falta de tradición en investigación en carreras de Ingeniería (salvo algunos casos aislados, especialmente en el área de Ingeniería Química).

Distinta a sido la situación en Facultades o Departamentos de Ciencias Exactas o Arquitectura, en los cuales los primeros por su tradición en investigación tomaron a la energía solar como un elemento de estudio y luego en general derivaron en investigación sobre aplicaciones de distinto tipo, o los segundos, motivados por las necesidades bioclimáticas de los edificios se dedicaron también a profundizar en esta temática.

En este contexto, por motivaciones de carácter personal, un grupo de docentes de la Facultad de Ingeniería decide en el año 1993 dedicarse al trabajo en energía solar, para lo cual debió en un principio prestar una atención especial a la formación propia. Entonces, por lo dicho anteriormente, los primeros pasos se dieron mediante el trabajo conjunto con un especialista en el tema de la Facultad de Ciencias Exactas de la vecina Universidad Nacional de San Luis, el Lic. Amílcar Fasulo.

Dicha formación de los integrantes se comenzó con la realización de un primer curso de posgrado, que fue seguida al año siguiente por la presentación de un proyecto de investigación (bajo la dirección del especialista anteriormente mencionado). Luego de ésto, mientras se continuaba con la realización de las tareas de investigación con la aprobación de un segundo proyecto, dos de los docentes del grupo concretaron dos Maestrías en el exterior. Actualmente la formación de los docentes continúa, estando próximos a terminar su Maestría dos docentes más, con planes de tesis aprobados (uno en el exterior y otro en la Facultad de Ingeniería pero dirigido por un Docente de la Universidad Nacional de Rosario), mientras que otro se encuentra trabajando en una tesis doctoral (bajo la dirección de una Docente de la Universidad Nacional de Salta), siendo toda esta formación sustentada por los correspondientes trabajos de investigación en proyectos subsidiados. Luego de estos primeros avances se analizó la ventaja de poseer alguna planificación formal que permitiera preparar recursos humanos en forma sostenida y se plantearon como objetivos la implementación de una asignatura de grado optativa permanente y la inclusión de una orientación en energías renovables en el Programa de Maestría en Ciencias de la Ingeniería. La promoción de las energías renovables es un subproducto implícito en el planteamiento de estos objetivos.

LA ASIGNATURA OPTATIVA

Teniendo en cuenta que los estudiantes que van a egresar de las universidades serán los futuros ingenieros, arquitectos, educadores, políticos y clase dirigente en general de un futuro mediano (Grimnes, 1999), luego de haber adquirido la experiencia suficiente en energía solar, los integrantes del GES consideramos que era nuestra obligación volcar parte de esa experiencia a los alumnos de grado y se implementó por primera vez la asignatura optativa "Energía Solar" en el primer cuatrimestre del año 2000 (Barral et al., 2000). Los docentes a colaborar contaban todos con varios años en el dictado de distintas asignaturas de las carreras que se ofrecen en la Facultad, lo cual garantizaba cubrir las más comunes deficiencias que apuntan varios autores sobre la enseñanza de energías renovables, que son la falta de formación de los docentes en los temas y su didáctica particular y la falta de material adecuado para llevar adelante las clases (Broman, 1995).

Objetivos, ventajas y problemas y aspectos organizativos para llevar adelante la propuesta.

Se tuvieron en cuenta varios aspectos para la implementación de esta asignatura optativa, todos ellos tendientes a lograr una asignatura atractiva para los alumnos, efectivizar un dictado eficiente que satisfaga tanto los objetivos del GES como las expectativas de los cursantes, y optimizar los recursos humanos disponibles. Del análisis con colegas de otras instituciones se ha concluido en que estos aspectos son problemáticas comunes para aquellas universidades que ofrecen asignaturas optativas.

En lo que respecta al marketing de la asignatura, léase atracción de alumnos al curso, como las asignaturas optativas se ofrecen en los últimos años, se deben considerar los intereses de los alumnos en esta etapa de su carrera: debe ser por lo tanto una asignatura orientada a las aplicaciones. Cobra aquí entonces una importancia fundamental la forma en que el equipo docente prepara la presentación de su oferta tanto en los que hace a la selección de los contenidos como a la metodología de trabajo a desarrollar. En el caso particular de esta asignatura, en la cual necesariamente se había de incluir una fundamentación física inicial, la misma fue presentada como parte conceptual de la asignatura, basada en cosas por ellos ya

vistas en otros cursos y con un soporte matemático adecuado, que sin perder rigurosidad no sea excesivo (Barral et al., 2000). Por otra parte, se puso especial énfasis en las aplicaciones y resolución de problemas concretos.

La presentación atractiva de la asignatura no debía ir en desmedro de la rigurosidad fisico-matemática requerida para un buen tratamiento de los temas, para lo cual se trabajó de forma tal de lograr una buena primera parte de la asignatura que comprendiera los puntos físicos básicos y permitiera un posterior desarrollo efectivo de las aplicaciones solares. Esto se vió beneficiado por la buena formación en física y matemáticas de los alumnos de las tres especialidades y se trabajó esta primera parte apuntando a problemas (geometría solar, radiación, transferencia de calor, propiedades de los materiales, etc.). Se estudiaron luego algunas aplicaciones fundamentales, las cuales pudieron tratarse con un buen enfoque conceptual y utilizando las herramientas de cálculo adecuadas que ya habían sido asimiladas.

La bibliografía adoptada contribuyó al cumplimiento de los objetivos y expectativas dado su carácter de material de autoestudio y la profusidad de ejemplos prácticos. En forma general se adoptó para todo el cursado el libro "Solar Engineering of Thermal Processes" (Duffie y Beckman, 1991), tomándose alguno temas básicos y complementarios de otros textos. A la fecha, luego de tres años de dictado, se cuenta con apuntes de todos los temas que se dictan, hechos por los docentes afectados a la asignatura. Los contenidos detallados se encuentran en un trabajo anterior de ASADES (Barral et al., 2000) y básicamente los títulos de los capítulos son: Geometría Solar y Radiación Solar, Transferencia de calor y comportamiento de los materiales, El Colector Solar Plano, su análisis energético, Cálculo de Sistemas de Aprovechamiento Térmico Pasivos y Activos, Calentamiento de Agua, Climatización de Edificios, Sistemas Fotovoltaicos, Otras aplicaciones.

Aunque todos los docentes están afectados a otras asignaturas en el mismo cuatrimestre y por razones de falta de recursos humanos nadie es desahogado de sus tareas habituales, se previó una adecuada división de los temas (han trabajado entre 4 a 6 docentes en los dictados de los distintos años) con lo cual se logró llevar adelante el trabajo sin sobrecarga para ninguno de ellos durante los tres cursos que se analizan aquí. Además, el conocimiento de la temática y la disponibilidad inmediata del material bibliográfico necesario y de elementos de laboratorio simplificó notablemente la preparación de la materia.

Resultados comparativos de las distintas promociones.

Los métodos de trabajo y evaluación fueron ligeramente distintos para los distintos años en que se dictó la asignatura. Para el primer año se propuso la realización de un parcial para la evaluación de la primera parte básica y la ejecución de un proyecto para la aprobación de la asignatura. Hubo una deserción un tanto elevada, esto habida cuenta de que a los alumnos se les permite asistir temporariamente a las optativas para que tengan un tiempo para decidir cuales son realmente las que les interesan y Energía Solar se ofrecía por primera vez. Si bien la experiencia resultó positiva, la ejecución de los proyectos no llegó a satisfacer plenamente las expectativas de los docentes, evidenciándose mucha diferencia entre distintos grupos de alumnos, en algunos casos con exceso de trabajo para los docentes en lo que respecta a clases de consulta. Ésto se debió en parte a una falla por parte del equipo docente, ya que los proyectos se asignaron hacia el final del cuatrimestre, cuando la sobrecarga de trabajo tanto de los alumnos como de los docentes es muy elevada. Por otro lado se detectó una falta de entrenamiento para la elaboración de proyectos por parte de los alumnos, a pesar de que se les brindó un guía muy clara de los aspectos que se requerían en el mismo. De este último problema fueron notificadas las Comisiones Curriculares de las distintas carreras, ya que esta temática debería trabajarse con mayor antelación en las diferentes curriculas.

Por esta razón, en el segundo año se implementó un sistema de evaluación basado en dos exámenes, uno al finalizar la parte básica y otro al final del cursado, sin la ejecución de proyectos para la aprobación del curso. Aquí los resultados también fueron buenos e incluso la deserción disminuyó, ésto debido a que luego de la implementación del primer curso, ya la información interna que se maneja en el ámbito de la Facultad (tanto formal como informal) clarifica de antemano las decisiones de los alumnos en cuánto a qué optativas elegir. Pero, la falta de un proyecto de fin de curso no dejó satisfechos a los docentes y un grupo de alumnos manifestó su interés en el estudio de aplicaciones concretas. En otras palabras, dado el enfoque de la asignatura, teniendo los alumnos las herramientas a mano y los elementos de apoyo con se cuenta en el GES, resulta casi un hecho natural culminación del curso con alguna aplicación concreta. Otro cambio respecto al primer curso fue la concentración en sólo algunas aplicaciones fundamentales, para poder desarrollarlas con la profundidad suficiente como para permitir la ejecución de problemas con resoluciones numéricas, dejando otras aplicaciones sólo comentadas y abiertas a la profundización por parte de los interesados que consultaran.

Con estas dos experiencias, se implementó el tercer curso, en el primer cuatrimestre de 2002, con proyectos finales (y el parcial de la parte básica, ya convertido en un clásico elemento de evaluación), pero tomando ahora las precauciones del caso como para que no se repitan los problemas evidenciados en el primer curso. Los temas se seleccionaron con la antelación necesaria, con los elementos adecuados y se fue realizando un seguimiento continuo del trabajo de los alumnos, con lo cual se garantizó un avance continuo de los proyectos, se aseguró una calidad pareja de los mismos y se evitó la sobrecarga para docentes y alumnos sobre el final del cuatrimestre. En dos casos se dieron incluso proyectos con trabajos experimentales.

Merece un párrafo adicional la importancia que para el GES representa este curso opcional para la captación de becarios de investigación de grado (dentro un programa que tiene la UNRC donde se compite con proyectos) y otros alumnos que trabajan Ad Honorem en distintas actividades. Los tres cursos ofrecidos fueron tomados por alumnos que ya eran becarios, o se estaban postulando o se postularon después del tomar el correspondiente curso. De esta manera fue posible optimizar la enseñanza de los fundamentos de la energía solar en un curso en forma secuencial y organizada (lo que antes se hacía en forma personalizada e informalmente). Los becarios en general renuevan sus becas, con lo cual permanecen aportando el grupo durante dos años, potenciando el desarrollo de los distintos proyectos y formándose ellos mismos en la especialidad.

LA FORMACIÓN DE POSGRADO

El interés del grupo de investigación y los primeros pasos hacia la formación.

Desde el inicio de las actividades de investigación y la asistencia a las primeras reuniones de ASADES, el GES percibió que el progreso y la calidad de la investigación y la enseñanza serían proporcionales a la formación de posgrado que pudieran adquirir los integrantes del grupo. De esta manera, luego del primer curso de posgrado organizado por la Facultad de Ingeniería de la UNRC se comenzó con la búsqueda de las primeras posibilidades de formación, que se concretaron y están llevando adelante tal como se describió anteriormente en este mismo escrito.

Desde 1995 existían en la Facultad de Ingeniería de la UNRC cinco carreras de Maestría a término con distintas especializaciones, entre las cuales obviamente no figuraba la línea orientada a energías renovables. Éstas se habían originado por presiones internas y externas sobre requerimientos de posgrados e investigación para docentes con categoría de profesor, exigencias que luego ante los problemas lógicos de financiamiento para lograrlas se fueron diluyendo. La Facultad de Ingeniería de la UNRC aprovechó bastante bien este impulso y a fines de 1999, en la reducción general operada en los posgrados, concentró toda la formación de posgrado en un único Programa de Maestría en Ciencias de la Ingeniería con orientaciones en Mecánica, Electricista y Química. Esta propuesta brindó una versatilidad superior para manejar distintas opciones de cursos de acuerdo a los intereses de los maestrandos, desestructurando las anteriores carreras con cursos más fijos, aunque por otro lado se torna dificultosa su implementación desde el punto de vista financiero si no hay posibilidades de contar con un plantel local que pueda cubrir una buena parte de los cursos de posgrado y direcciones de Tesis.

En esa oportunidad, y teniendo ya dos docentes con formación de posgrado locales, más otros docentes calificados participando en los proyectos de investigación, el GES propone dentro de las orientaciones de Ingeniería Mecánica una orientación en Energías Renovables, la cual es aceptada. Cabe destacar que las orientaciones que ya existían se mantuvieron y la propuesta del GES fue la única nueva orientación. Dicho Programa de Maestría en Ciencias de la Ingeniería está acreditado por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU).

El apoyo institucional interno y externo

En este avance que se ha logrado en la formación en Energía Solar en la UNRC, se deben reconocer la concurrencia de una serie de factores favorecidos por varias instituciones que con muy buena voluntad apoyaron todos los emprendimientos, y sin los cuales la tarea hubiera sido sino dificultosa, imposible.

En primer lugar, la UNRC tiene desde hace varios años en su programa de apoyo a la investigación una parte dedicada a Proyectos de Fomento, donde se incluyó el primer proyecto que presentó el GES, que prácticamente sin antecedentes y sólo con la garantía de un buen Director externo, comenzó a trabajar. Obviamente dicho proyecto llega a la aprobación del subsidio al ser en primera instancia avalado por la Comisión de Investigación de la propia Facultad de Ingeniería.

Por otro lado, la Escuela de Posgraduación, dentro de una política general de la UNRC, apoyó de distinta manera la formación de docentes en el exterior y en la propia institución. Así, un docente del GES pudo concretar una Maestría en Ingeniería Mecánica en USA en el marco de un convenio Fulbright-UNRC (que aún continúa) y otro fue apoyado para realizar una Maestría Energías Renovables en España. En lo que respecta a formación en la propia institución, la Escuela de Posgraduación solventa cursos de posgrado trayendo profesores visitantes y apoyando con viáticos y pasajes a aquellos maestrandos que deben avanzar en sus tesis (en esta situación se encuentran actualmente todos los docentes que siguen Maestrías y vinculados al GES). Aunque actualmente los apoyos están bastante resentidos por los avatares económicos del país, la idea política persiste y se llevan adelante acciones dentro de las posibilidades económicas de la institución.

El GES recibió un voto de confianza muy importante de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES), al serle encomendada la tarea de organizar y ser sede de la reunión ASADES'97, lo cual le permitió sumar integrantes al grupo de investigación y adquirir un status diferente dentro de la propia UNRC. En el mismo sentido se debe citar el apoyo incondicional de otros investigadores de distintas instituciones que participan de las reuniones de la asociación.

La organización de la orientación en energías renovables.

El Programa de Maestría en Ciencias de la Ingeniería está organizado a partir de cuatro cursos básicos que deben tomar todos los inscriptos y una serie de cursos de la orientación que adopten (hasta completar un total de nueve cursos), los cuales son recomendados o avalados por los directores de Tesis y debe convalidar la Junta Académica del Programa. Se prevén además una serie de seminarios y obviamente un trabajo de Tesis.

En este sentido, a partir del GES se han ofrecido una serie de cursos para completar la orientación, de los cuales al menos cuatro serían cubiertos por docentes de la propia institución (sólo debería en principio requerirse de 1 ó 2 docentes externos para cubrir todo la especialidad). Los cursos se han diagramado de manera tal de potenciar a los maestrandos en materias de que si bien dictadas a nivel de posgrado siguen siendo básicas y formativas para llevar adelante actividades de investigación. De esta manera ya han terminado de cursar "Termodinámica Avanzada", están cursando actualmente "Transferencia de Calor" y comenzaría próximamente "Radiación Solar y Clima" (en el 2002) y "Simulación de procesos energéticos" (en el 2003). Estas materias, integradas a las básicas "Métodos Numéricos Avanzados", "Ecuaciones Diferenciales y Sistemas Dinámicos" y "Técnicas Estadísticas", les proporcionarán a estos postulantes una formación adecuada para sumarse en forma inmediata y activa en los proyectos de investigación en marcha y desarrollar sus trabajos de tesis.

En lo que respecta a los trabajos de tesis de quienes se postulen, es condición del programa que las propuestas que hagan y sus intereses estén dentro de los trabajos que se están desarrollando actualmente, para poder garantizar el compromiso de concreción de las tesis en el marco de proyectos subsidiados. De esta forma, se están propiciando los desarrollos en temas relacionados a variables climáticas, invernaderos, secaderos solares, sistemas solares pasivos de calentamiento de agua y sistemas fotovoltaicos. Aunque las fortalezas del GES no son tales como para poder dirigir las muchas variantes que podrían surgir en estas líneas, el Programa de Maestría prevé (con buen tino) la posibilidad de proponer Directores de Tesis externos a la institución y el GES ha operado en tal sentido obteniendo ya el compromiso de varios especialistas externos.

A fin de que no quede una tendencia tan marcada en la energía solar en desmedro de las otras energías renovables, se está tratando actualmente de ampliar el campo de acción sumando nuevos temas que se están trabajando en otros grupos, en principio de la propia Facultad de Ingeniería. Se han hecho avances en ese sentido con el Grupo de Electrónica Aplicada (GEA) que posee una línea de trabajo en generadores eólicos, con quienes incluso se piensa contener a uno de los tesistas en un trabajo conjunto solar-eólico. Se piensa también buscar la vinculación con Ingeniería Química en cuanto a la formación y con la Facultad de Agronomía y Veterinaria, también de la UNRC, en cuanto a aplicaciones de las energías renovables.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Aunque resulta difícil cuantificar resultados para medir el éxito de la propuesta, se analizan a continuación algunos indicadores que marcan los logros de esta propuesta de formación permanente de recursos humanos

De la implementación de la asignatura opcional Energía Solar

A la fecha han cursado la asignatura 33 alumnos de los últimos años (promociones 2000, 2001, y 2002) de las orientaciones Química, Mecánica y Electricista (12 en el primer año, 11 en el segundo año y 10 en el último año de dictado), muchos de los cuales ya se han recibido e insertado en el mercado laboral. Si tenemos en cuenta que las carreras de ingeniería de la UNRC no son muy numerosas (un promedio de 30 egresados anuales) y se ofrecen alrededor de 10 o 12 optativas por año, vemos que es éste uno de los cursos opcionales con más aceptación.

Es importante la vinculación que se logró entre los cursantes de la optativa y los trabajos de investigación que lleva adelante el GES. Ésto posibilitó la aprobación de ocho (8) becas de investigación de grado desde el primer curso, muchas de las cuales están aún en marcha. Éstas son muy competitivas y los postulantes han de ser alumnos con buen rendimiento académico, dentro de un proyecto de investigación y con un subproyecto de beca. Como ejemplo comparativo, de las últimas 9 becas (concurso 2002) que obtuvo la Facultad de Ingeniería, 4 fueron otorgadas a alumnos con proyectos del GES, lo cual muestra claramente el interés de los alumnos por participar y el nivel de los proyectos en que se involucran y los directores que los auspician (elementos que son evaluados para el otorgamiento). El resultado directo de ésto es el avance que se da a los desarrollos de investigación, directamente proporcionales a la cantidad de recursos humanos que posee cada grupo.

Aunque los alumnos que toman esta optativa normalmente se alejan de la Universidad, se cumple con el objetivo de la difusión de la energía solar a nivel profesional, pasando a ser de algo que normalmente se lo toma como novedad a un campo de aplicaciones tecnológicas concretas. En otras palabras ellos son conscientes que en algún momento pueden estar en condiciones de desarrollar un proyecto en energías renovables, que conocen las herramientas básicas, que hay en la Facultad de Ingeniería un grupo que los puede apoyar con material de todos tipo y asesoramiento, y lo que es más importante, están en condiciones de explicar y promocionar las energías renovables con autoridad suficiente y al nivel propio de su profesión. De esta manera se convierte cada uno de ellos en un centro de promoción autorizado que nos va a permitir de a poco lograr una penetración mayor en la conciencia de la sociedad apuntando al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

En función a las experiencias anteriormente detalladas, ante la posibilidad de implementar una optativa que pueda tener alguna otra institución, creemos que las siguientes recomendaciones son pertinentes: (a) Hacer un buen marketing del curso; (b) Dividir la tarea entre varios docentes; (c) Tratar de instalar el curso optativo en forma permanente; (d) Seleccionar bibliografía adecuada y tener apuntes atractivos; (e) Apuntar a las aplicaciones y resolución de casos concretos; (f) culminar con la realización de proyectos planificados; (g) Tratar de involucrar a los alumnos en los proyectos de investigación.

De la implementación de la orientación de posgrado en energías renovables.

Como indicadores en este caso hemos tomado la cantidad de estudiantes de posgrado que optaron por la orientación en energías renovables y quienes optaron por otras y la cantidad de cursos ofrecidos en las distintas orientaciones.

Para una primera promoción la opción ya fue realizada a través de un Seminario previsto por el programa y que se desarrolló entre fines de 2001 y principio de 2002, en el cual se les introdujo en la investigación científica, se les instruyó acerca de los métodos a utilizar para las búsquedas bibliográficas y los alumnos hicieron una presentación de una breve revisión bibliográfica sobre un tema, con el cual marcaban la orientación que estaban tomando en el programa de maestría. A través de este seminario, siete (7) alumnos manifestaron su interés en trabajar en proyectos del GES, siendo la orientación con más adeptos (de un total de 18 postulantes a dividirse en 5 orientaciones) y superando aún nuestras expectativas, con la siguiente distribución tentativa de temas: dos alumnos en sistemas fotovoltaicos, uno en análisis de variables climáticas, dos en sistemas de calentamiento de agua pasivos, uno en climatización de parideras porcinas y un último en sistema híbridos solar-eólico. En particular un tesista cuenta con una beca de posgrado de la Agencia Córdoba Ciencia, obtenida en el 2001 conjuntamente con la aprobación de un proyecto de investigación trianual para el GES. Posteriormente, dado que la inscripción a la Maestría está abierta todo el año, 2 profesionales más se inscribieron en la misma en esta orientación.

El dictado de los cursos de especialización se lleva adelante casi con recursos docentes propios, lo cual da cuenta de una posibilidad concreta de avance del Programa de Maestría en esta línea a pesar de las dificultades financieras que hoy está sufriendo el sistema educativo universitario argentino. Así, con la concreción de los cursos enunciados precedentemente, ya algunos alumnos tendrían a mediados del 2003 cubiertos todos los créditos en cursos reglamentariamente requeridos, siendo así la primera orientación en cumplir con los requisitos de cantidad de cursos para el programa de maestría.

En lo que respecta a la dirección de tesis, algunas se podrán llevar a cabo bajo dirección local y para otras se requerirá de colaboración de especialistas de otras instituciones de la Argentina. En esta línea de pensamiento, ya se han comprometido algunos directores externos, y habida cuenta la situación del país, creemos que es una de los caminos más adecuados para lograr la concreción de carreras de posgrado.

Aunque la implementación de una orientación en posgrado es de una complejidad muy superior al caso de una optativa, ya que implica contemplar aspectos organizativos que trascienden los intereses de un grupo de investigación, creemos que vale la pena el esfuerzo ya que actualmente muchas universidades se están moviendo en la implementación de programas de posgrado. En función a las experiencias aquí comentadas se pueden extraer las siguientes conclusiones: (a) Es conveniente comenzar lo antes posible con avances en la formación de posgrado, ya sea tomando un programa externo para una primera formación propia o tratando de organizar una orientación en la institución, ya que estos procesos llevan varios años y aunque el desarrollo económico hoy no nos acompañe no podemos relegar la formación de los docentes porque cuando nos hagan falta no los tendremos formados y entrenados; (b) Toda formación de posgrado debe estar involucrada en un proyecto de investigación, que garantice la factibilidad económica concreta de encarar una tesis y brinde el ámbito de discusión adecuado para su cristalización; (c) Es vital la optimización de los recursos humanos ya formados a nivel de una red de instituciones en todo el país, tanto para el dictado de cursos como para la dirección de tesis, dada la actual situación de la formación de posgrado, particularmente en las Facultades de Ingeniería.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se desarrolló en la Universidad Nacional de Río Cuarto y está subsidiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNRC y por el área de Promoción Científica de la Agencia Córdoba Ciencia.

REFERENCIAS

- Barral, Jorge R., Adaro, Jorge A., Lema, Alba I. y Galimberti, Pablo D. (2000) Asignatura optativa sobre energía solar en carreras de grado de ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 4 N° 2, pp 10.01 – 10.06.
- Barral, J. R., Amieva, R. L. y Carrasco, G. (1999). Promoción de las energías renovables trabajando con docentes del nivel medio. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 3 N° 2, pp 10.13 – 10.16.
- Boyle G. (editor) (1996) *Renewable Energy*. Oxford University Press, Exeter, UK
- Broman, L. (1995) The Promotion of Solar Energy Education. *Proceedings of the ISES 1995 Solar World Congress*, Harare, Zimbabwe.
- Cole, N. y Skerrett, P. J., (1995) *Renewables are Ready*, pp. 2-4. Chelsea Green Publishing Company, White River Junction.
- Duffie, J. A. y Beckman, W. A. (1991) *Solar Engineering of Thermal Processes*, Second Edition, John Wiley and Sons, New York.
- Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto (1993), Resolución del Consejo Directivo N° 038/93, Curso de Posgrado "Introducción a la Energía Solar", Profesor responsable: Lic. Amílcar Fasulo.
- Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto (1998), Resolución del Consejo Directivo N° 069/98, Curso de Posgrado "Simulación en Ingeniería Solar", Profesor responsable: Ing. Jorge Barral.
- Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto (1999), Posgrado en Ciencias de la Ingeniería, Mención Ingeniería Mecánica, Acreditado por Resolución Nro. 869/99 de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU). <http://www.unrc.edu.ar/insti/posgrados03.html>.
- Graham S. (1994) *Energy Research in Developing Countries*. International Development Research Center, Ottawa, Canadá.
- Grimmes, A. A. (1999). Solar Energy Education for Future Decision Makers. Teaching "Renewables" in School and University, En *Book of Abstracts ISES 1999 Solar World Congress*, pp. 108. Jerusalén, Israel.
- Kandpal, T.C. y Garg, H. P., (1998) Energy Education, *Abstracts of The 7th International Energy Conference ENERGEX'98*, pp. 192-193. Manama, Bahrain

ABSTRACT: The Solar Energy Group of the School of Engineering at National University of Río Cuarto analyses two solar energy teaching activities performed in its institution: an optional undergraduate course and a graduate orientation at Master's level. The goal of these activities were the instruction of human resources and the deployment and promotion of renewable energies. A brief contextualisation of particular situations that took place to carry out this task is made, including the group objectives, the institutional-organising situation and the applied methodologies. The results obtained are presented, definitive for three promotions of the optional course, and partial for the graduate activities, and they are analysed arriving to a positive global result in terms of benefits with respect to the human resources training and the promotion of renewable energies. The benefits on the group research activities are also described.

Keywords: Solar energy teaching, optional undergraduate course, master of science on engineering.