

### 5.3 DESARROLLO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Durante 2015 el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) continuó trabajando en la elaboración de propuestas de investigación básica y aplicada y en el desarrollo de los proyectos de investigación de ambos tipos, en las áreas de especialidad del centro que son polímeros, materiales avanzados y procesos químicos en general. Como resultado de estas actividades se mantuvo un buen ritmo de generación de conocimientos que se han traducido en patentes, publicaciones científicas y formación de recursos humanos. En general, los resultados de las áreas de investigación en el período enero – diciembre de 2015 son satisfactorios y acordes con las metas y los indicadores establecidos para el centro en los rubros correspondientes.

Los proyectos del área de investigación y desarrollo se pueden clasificar en dos grandes apartados: investigación o ciencia básica e investigación aplicada o ciencia orientada a aplicaciones (y típicamente vinculada con alguna industria), si bien entre los dos existen vasos comunicantes amplios que permiten la interacción y el enriquecimiento mutuo de los proyectos y de las capacidades asociadas en ambos apartados. Se comentan en seguida los dos tipos de proyectos.

En el apartado de ciencia básica se trabajó en el periodo en 16 proyectos financiados por el fondo correspondiente SEP-CONACYT. Esto significa que, tomando en cuenta a los investigadores titulares del centro (58) y los investigadores jóvenes de cátedra (10), se tiene un cociente de  $16/68 \approx 0.24$  proyectos de ciencia básica por investigador, lo que resulta en un nivel muy adecuado para este indicador considerando la dificultad y competitividad creciente para acceder a estos fondos, además de que la mayoría de nuestros investigadores tienen adicionalmente proyectos de investigación aplicada típicamente ligados a la industria. Si a estos proyectos sumamos los 16 proyectos de investigación que se efectuaron en el periodo con fondos internos (proyectos internos), así como otros 7 de diversos fondos que enfatizan la ciencia básica y que también estuvieron vigentes en 2015, el indicador se eleva a  $39/68 \approx 0.57$  proyectos por investigador, lo que se traduce en que más de la mitad de los investigadores del centro están desarrollando proyectos de investigación básica. Estos proyectos fortalecen el conocimiento básico que eventualmente encuentra aplicación en la solución de problemas tecnológicos y de otra índole en la sociedad.

En lo que toca a proyectos internos cabe destacar que cada año el CIQA destina un monto para financiar éstos. El espíritu de este programa es: a) apoyar ideas de investigadores en proceso de consolidación (investigadores de nuevo ingreso e investigadores asociados, principalmente); b) fomentar la colaboración de investigadores con diferentes líneas de investigación (proyectos interdisciplinarios) y; c) apoyar las últimas etapas del desarrollo de nuevos productos o prototipos (proyectos que se han quedado sin financiamiento). La condición para someter propuestas en cualquiera de las modalidades de la convocatoria es que el investigador no cuente con algún proyecto con financiamiento externo. De esta manera, se apoya la continuidad en el trabajo de los investigadores. En la convocatoria 2015 se aprobaron 16 proyectos por un monto total de 2 millones de pesos.

Un impacto importante ligado a los proyectos de investigación básica es la publicación de artículos en revistas indizadas y en extenso en congresos. En el 2015 se publicaron 63 artículos en revistas indizadas, así como 66 artículos en extenso y 7 capítulos en libros. Otros 10 artículos fueron aceptados para publicación y 7 más enviados para revisión en revistas indizadas. Se ha promovido y se está logrando que las revistas indizadas en las que se publican los artículos del centro sean las de mayor impacto a nivel internacional en su área; esto no es un esfuerzo menor, ya que se compite por la publicación en este tipo de revistas con todos los investigadores del área a nivel mundial, incluyendo por supuesto a los mejores en cada campo. Muchas de estas revistas tienen tasas de rechazo de artículos muy superiores al 50 %. Aun así, de los artículos publicados por el centro en revistas indizadas, un alto porcentaje se ha publicado en revistas con factor de impacto superior al promedio de la disciplina. Adicionalmente se logra en ocasiones que, dada su calidad e impacto, alguno o algunos de los artículos generados en el centro sea honrado con ilustrar la portada de una revista. En el 2015 un artículo elaborado por estudiantes e investigadores del centro publicado en la prestigiosa revista *Polymer Chemistry* (FI=5.52) (*Polymer Chem.* 2015, Vol. 6, pp. 2827–2836) de la Royal Society of Chemistry de UK, se usó para ilustrar la portada de esta revista que está clasificada con uno de los más altos factores de impacto en su área.

Respecto a los proyectos financiados por CONACYT a través de diferentes fondos se trabajó en total en 48 proyectos en esta categoría. Se describe a continuación en forma general la orientación de la mayoría de estos proyectos. Además de los 17 proyectos pertenecientes al fondo de Ciencia Básica, se concluyeron 8 proyectos de Cátedras CONACYT, 5 de los cuales habían sido autorizados en 2014. Como resultado de estos proyectos se adquirieron equipos para fortalecer las líneas de investigación donde trabajarán los nuevos investigadores que se integraron al CIQA bajo la modalidad de Cátedras. Se recibieron apoyos para el fortalecimiento del Laboratorio Nacional de Materiales Gráficos y para la creación de una unidad de adiestramiento práctico de estudiantes de los programas de posgrado en tecnología de polímeros. Se ejercieron los recursos aprobados en 6 proyectos de apoyo a la Infraestructura, de estos proyectos, 4 fueron aprobados en el 2014 por un monto global de \$22'567,500 y 2 proyectos más aprobados en 2015 por un monto de \$5'400,000 para la adquisición de equipo científico especializado. Entre otros proyectos de gran relevancia se puede mencionar el aprobado por FORDECYT por un monto de \$6'780,600 para la Consolidación de la Infraestructura científica y tecnológica para la exploración y explotación sustentable de hidrocarburos no convencionales, Oil/Gas Shale en México. Estuvieron vigentes 2 proyectos de Redes Temáticas, y se continuó con el desarrollo de 3 proyectos de Cooperación Bilateral de México con Francia, Brasil y Argentina. Se concluyó un proyecto apoyado por el fondo FOMIX-Coah., se continuó con el proyecto aprobado por el fondo del FOMIX-SLP y un proyecto aprobado por el fondo del FOMIX-NL.

En suma, los proyectos financiados por CONACYT permiten no sólo realizar en sí las investigaciones en temas básicos para generación del conocimiento, sino que al mismo tiempo han permitido fortalecer en forma muy significativa la infraestructura científica con la que cuenta el CIQA, no sólo para la investigación básica, sino también para utilizarla

en proyectos de investigación aplicada vinculados con la industria. Esta infraestructura nos ubica ya a nivel competitivo con las mejores instituciones del mundo en polímeros y materiales avanzados.

En el apartado de investigación aplicada se trabajó en 27 proyectos de investigación y desarrollo que estuvieron vinculados con empresas privadas y se recibieron alrededor de \$35'000,000 por la ejecución de los mismos. De estos proyectos, 21 fueron aprobados en la Convocatoria del Programa de Estímulos a la Innovación del CONACYT. También se trabajó en otros dos proyectos financiados por otros fondos del CONACYT, un proyecto financiado por el INADEM y 3 proyectos contratados directamente por empresas cotizados entre \$400,000 y \$1'000,000. La mayoría de estos proyectos son multidisciplinarios, por lo que fue necesaria la participación de investigadores y técnicos de diferentes departamentos del CIQA para llevar a cabo las diferentes etapas del proyecto. Entre las actividades más importantes se pueden mencionar: 1) elaboración de la propuesta técnica y cotización de la misma; 2) desarrollo de actividades para el logro de metas y objetivos y; 3) elaboración del reporte final. Algunos de los resultados asociados a estos proyectos incluyen las solicitudes internacionales de tipo provisional en EUA de 4 patentes y la concesión de 3 patentes registradas anteriormente por el CIQA.

En particular los proyectos de vinculación con la industria en el marco del PEI son muy demandantes en términos de ejecución del proyecto en un tiempo muy limitado (menos de un año), y por ello requieren de un seguimiento cercano por la Dirección de Investigación y Vinculación del Centro. En el mes de noviembre de 2015 se revisaron internamente los avances de cada uno de estos proyectos y en todos ellos se reportaron avances significativos cercanos al 100 % de las metas comprometidas. Al cierre de estos proyectos, al finalizar el año, se entregaron en tiempo y forma los informes finales de todos los proyectos PEI.

El impacto que los proyectos PEI, y en general los proyectos vinculados con las empresas, tienen en la industria es muy significativo. Estos proyectos les han permitido a las empresas mexicanas pertenecientes a los sectores cubiertos por el Centro, mejorar sus productos y procesos, innovar en diversas formas y, en general, mantenerse competitivas en un ambiente crecientemente difícil a nivel nacional e internacional.

En resumen, en el periodo enero-diciembre 2015 el Centro tuvo una intensa actividad de elaboración y presentación de propuestas ante los fondos gubernamentales, de vinculación y venta de proyectos con la industria, así como de ejecución de proyectos de investigación básica y aplicada. También cabe comentar que en un entorno cada vez más competitivo en los que diversas instituciones de investigación y universidades, en algunos casos en conjunto con empresas, concursan por los fondos disponibles para el apoyo de proyectos de I+D+i, el CIQA ha tenido buenos resultados en términos de eficiencia de aceptación de sus propuestas. Este punto se resalta para mostrar que no sólo se ha realizado un esfuerzo por presentar en términos absolutos un alto y creciente número de propuestas, sino que éstas han sido exitosas (aprobadas) en altos porcentajes, en comparación con los promedios nacionales de aceptación, lo que ha sido

reflejo de la alta calidad de las propuestas presentadas por el Centro. La Tabla que se muestra debajo exhibe algunas estadísticas de aceptación de propuestas en las convocatorias de los fondos más relevantes para el quehacer del Centro.

| CONVOCATORIA            | PROPUESTAS<br>SOMETIDAS<br>POR CIQA | PROPUESTAS<br>ACEPTADAS | %<br>ACEPTACIÓN |
|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------|
| CÁTEDRAS CONACYT        | 22                                  | 3                       | 14              |
| CIENCIA BÁSICA          | 30                                  | 5                       | 16.7            |
| REDES TEMÁTICAS         | 5                                   | 2                       | 40              |
| LABORATORIOS NACIONALES | 2                                   | 1                       | 50              |
| PEI 2016                | 63                                  | 29                      | 46              |

Los porcentajes de aceptación de propuestas presentadas por el Centro van del 14 al 50 %, que son altos en general comparados con los promedios nacionales de aceptación; resalta en este aspecto el caso de los proyectos PEI (46 %) en el que la media nacional es históricamente menor al 30 %. Estas cifras describen en detalle una parte del total de 183 propuestas que presentaron los investigadores del Centro en las diversas convocatorias del CONACYT por un monto total mayor a los 419 millones de pesos, de las cuales al final de 2015 se habían aprobado 40 propuestas por un monto de 78 millones de pesos.

Los sectores atendidos por los proyectos de investigación aplicada son principalmente los de petroquímica y productos derivados e industria química en general, con un énfasis particular en empresas productoras de resinas poliméricas. Un sector que representa una fracción muy importante de los clientes atendidos por nuestro Centro son las empresas transformadoras de plásticos y las usuarias de polímeros en general. Entre las áreas emergentes de investigación en el Centro se encuentran los composites polímero – grafeno, los procesos eficientes para la producción de grafeno, la nanotecnología para incrementar la productividad agrícola, y los procesos sustentables para la generación de químicos a partir de desechos y/o de productos naturales.

En cuanto a los recursos ingresados al Centro por las actividades de investigación se obtuvieron 62.2 millones de pesos por la venta de servicios tecnológicos que incluyen a la investigación aplicada, así como pruebas y capacitación, mientras que por proyectos asociados a la investigación básica (recursos extraordinarios) ingresaron 64.9 millones de pesos, la mayor parte de éstos relacionados con fondos de financiamiento administrados por el CONACYT.

El esfuerzo de investigación desplegado por el Centro en el ejercicio de 2015 se apoyó en el trabajo de los investigadores (titulares y asociados) y técnicos (titulares y asociados) que conforman la plantilla del Centro así como los investigadores comisionados por Cátedras CONACYT, de los cuales 63 investigadores pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores “SNI”, distinción que se otorga a nivel nacional para premiar la calidad y la productividad individual de los investigadores.