



**GOBIERNO DE
MÉXICO**



5. INFORME DE AUTOEVALUACIÓN 2019

5.1 INFORME EJECUTIVO

El Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) se ha constituido como una organización que proporciona apoyo tecnológico a las empresas, dentro del área de polímeros, materiales avanzados y procesos químicos en general, además ha hecho posible mantener el ritmo creciente de generación de conocimientos que se traduce en patentes, publicaciones científicas y formación de recursos humanos. Los resultados de las actividades realizadas en el período enero – diciembre de 2019 en las áreas de investigación, posgrado y vinculación con el sector productivo muestran en general un buen comportamiento, de acuerdo a las metas establecidas en el Programa Anual de Trabajo 2019.

Las acciones realizadas en el CIQA para apoyar a potenciar la productividad y competitividad de la economía mexicana y así lograr un crecimiento económico sostenido y la creación de empleos, están relacionados con los procesos de investigación científica, innovación y desarrollo tecnológico. El CIQA participa de forma activa en la generación de conocimiento científico y tecnológico principalmente en el área de los materiales poliméricos, que son estratégicos para el desarrollo social y económico del país. En esta área el CIQA desarrolla conocimientos que eventualmente son transferidos a la industria, contribuyendo a la obtención de nuevos productos y procesos y también a la mejora y aumento de la eficiencia de los ya existentes.

El CIQA participa en el desarrollo de actividades científicas y tecnológicas en el ámbito regional y nacional, contribuyendo a las políticas de descentralización de la investigación científica del país. En estas actividades se favorece un mayor apoyo del sector industrial de los polímeros y se participa en la formación de recursos humanos especializados. Todas las acciones realizadas por el CIQA para el cumplimiento de sus objetivos fueron alineadas a lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, la Ley de Ciencia y Tecnología y el Programa Especial de Ciencia y Tecnología, así como a su Plan Estratégico CIQA 2023.

En cuanto a la actividad de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, durante el 2019 se mantuvo un ritmo intenso de actividad en el rubro de investigación, aunque se reflejó el efecto del cambio de políticas y prioridades en ciencia y tecnología, se incrementó el número de proyectos de ciencia básica aprobados y se hicieron grandes esfuerzos para mejorar la vinculación, con lo que se incrementó el número de proyectos financiados directamente con la industria, y se continuó con los proyectos multianuales que se iniciaron en años anteriores; todos estos proyectos de investigación se desarrollaron en los campos de especialidad del Centro que incluyen polímeros, materiales avanzados, procesos químicos en general y agroplasticultura. Los proyectos que se llevan a cabo actualmente en el CIQA, se basan en necesidades detectadas en la sociedad e industria, lo que ha permitido ofrecer en el mediano plazo, desarrollos tecnológicos de alto valor agregado. En el período que se reporta estuvieron en desarrollo 86 proyectos de investigación, de los cuales 53 proyectos de investigación contaron con apoyo del CONACYT a través de sus diversos mecanismos, 17 proyectos más fueron financiados directamente por el sector industrial, y 16 proyectos internos aprobados en las 2 convocatorias que se publicaron en



el 2019, de los cuales 12 proyectos se desarrollaron durante el 2019 y los 4 restantes concluirán durante el primer semestre del 2020.

Como resultado de los proyectos de investigación desarrollados en el período que se reporta, se publicaron 128 artículos en revistas internacionales y nacionales con arbitraje estricto y 12 artículos fueron aceptados para su publicación en este tipo de revistas, además en este mismo período se publicaron 25 artículos en extenso. Así mismo los investigadores del Centro impartieron 130 conferencias científicas en diversos congresos nacionales e internacionales y 8 conferencias de divulgación en eventos organizados por instituciones de educación superior, para difundir sus resultados y las actividades académicas que se realizan en el Centro.

Se implementaron acciones para establecer asociaciones estratégicas con instituciones académicas y de investigación de otros países para identificar posibles áreas de colaboración y posteriormente participar en proyectos conjuntos que puedan ser presentados en las convocatorias de CONACYT, NSF, Comunidad Europea, etc. para acceder a recursos nacionales y del extranjero, y como resultado de estas asociaciones se tuvieron en proceso durante el 2019 algunos proyectos con instituciones en España, Brasil e Inglaterra.

En el área de formación de recursos humanos se continuó con las actividades de los 4 programas de posgrado con que cuenta el CIQA y que se encuentran registrados en el PNPC, en los cuales se atendieron 153 estudiantes durante el 2019, de los cuales 67 fueron estudiantes del Doctorado en Tecnología de Polímeros, 52 estudiantes de la Maestría en Tecnología de Polímeros, 24 estudiantes de la Maestría en Agroplasticultura y 10 estudiantes de la Especialidad en Química Aplicada, de los cuales se graduaron 8 estudiantes de doctorado, 25 estudiantes de maestría, y 9 de especialidad durante el período que se reporta. Además, como parte del programa de Educación Continua se impartieron 53 cursos y talleres a empresas relacionadas con la química y los polímeros. Para continuar apoyando la formación de estudiantes externos de las instituciones de educación superior de la localidad, se atendieron 125 alumnos de licenciatura principalmente de la Universidad Autónoma de Coahuila, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y del Instituto Tecnológico de Saltillo y de los cuales se graduaron 66 estudiantes con su tesis realizada en el CIQA, además se atendieron 15 estudiantes externos de maestría y 10 de doctorado, graduando en el período 12 estudiante de maestría y 7 estudiantes de doctorado.

En cuanto a las actividades de vinculación con el sector productivo, durante el período de enero a diciembre de 2019 se generaron 33.77 millones de pesos por la venta de servicios tecnológicos, y en el caso de los recursos extraordinarios que ingresaron al CIQA para apoyo al desarrollo de los proyectos vigentes, fueron por un total de 24.32 millones de pesos. Los ingresos propios totales generados por el CIQA en el período que se reporta, y que están conformados por los recursos autogenerados y los recursos extraordinarios, fueron por un total de 58.1 millones de pesos, que corresponden a un 58.1% de la meta programada para el 2019.

Para el desarrollo de las actividades sustantivas y administrativas, durante el periodo enero – diciembre de 2019, el Centro contó con una plantilla de 221 personas laborando; 182

como personal científico y tecnológico, 33 como personal administrativo y 6 mandos medios y superiores, como parte del personal científico y tecnológico se contó con la participación de 30 investigadores que fueron comisionados al CIQA como Cátedras CONACYT, quedando al final del primer semestre solo 25 investigadores comisionados, ya que 3 investigadores fueron contratados por el CIQA y 2 más aceptaron posiciones definitivas en otras instituciones.

Durante el 2019 se contó con 84 miembros del Sistema Nacional de Investigadores (S.N.I.): 4 con categoría de Investigador Nacional Nivel III, 16 con categoría de Investigador Nacional Nivel II, 50 con categoría de Investigador Nacional Nivel I y 14 con categoría de Candidato, esta distribución incluye tanto a miembros del personal académico del CIQA como a los investigadores comisionados como Cátedras CONACYT.

5.2 CÉDULA RESUMEN DEL CIQA

Es un concentrado de la información más relevante del CIQA generada en el período enero – diciembre de 2019, haciendo un comparativo con el mismo período del año previo, y se incluye en el Anexo 1.

5.3 DESARROLLO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Durante el año 2019 la actividad de investigación en el Centro de Investigación en Química Aplicada empezó a reflejar el efecto del cambio de políticas y prioridades en ciencia y tecnología definidas por la nueva administración federal. Por el lado positivo, se observó un incremento de los proyectos de ciencia básica aprobados (algunos en una segunda ronda de aprobación) y, gracias a esfuerzos redoblados de vinculación, se incrementó significativamente el número de proyectos financiados directamente por la industria. Finalmente, todavía en la parte positiva, se mantuvo la actividad inercial de los proyectos multianuales que se generaron en años anteriores. Todo ello permitió alcanzar una producción científica similar a la de años anteriores. Por otra parte, en los aspectos desfavorables, se destaca la desaparición del programa de estímulos a la innovación (PEI) y la reducción efectiva del número de convocatorias vigentes durante el 2019, las cuales tuvieron un impacto negativo en la actividad de investigación y vinculación del centro. El programa PEI fue remplazado por el programa PENTA, pero la implementación de éste se dio apenas durante el segundo semestre del año y sus resultados no se habían revelado al cierre del 2019, por lo que sus posibles impactos sólo se verán en el curso de 2020; se anticipa sin embargo que, dada la naturaleza de la convocatoria y de los requisitos para participar en ella, habrá un número reducido de proyectos favorecidos.

Como se muestra en la Tabla 5.3-1, durante el año o parte del mismo se tuvieron vigentes 86 proyectos de investigación, un incremento de 16 % respecto a los proyectos vigentes durante 2018. De ellos, 70 se financiaron con recursos externos y 16 con recursos del centro. De todos los proyectos trabajados en el periodo, 29 con financiamiento externo fueron aprobados en el curso del mismo, lo que representa un ligero incremento en número con respecto al 2018, en el que 27 nuevos proyectos fueron aprobados. A pesar de ello, el monto representado por los proyectos nuevos aprobados durante 2019 fue de sólo 28,666 M\$ (miles de pesos), en comparación con los 74,653 M\$ del año previo. Esto se explica en

parte porque en 2018 estuvieron vigentes fondos que contribuyeron cantidades muy significativas a este monto, tales como FORDECYT y FOMIX (aportación conjunta de más de 40,000 M\$) y PEI (más de 9,000 M\$), y estos fondos virtualmente desaparecieron en 2019.

Con todo, algunos de los indicadores principales de investigación y vinculación tuvieron un avance muy superior al 100 % de la meta, como se observa en la Tabla 5.3-2. En particular, el número de publicaciones por investigador alcanzó un valor de 2.82 vs. 1.9 de la meta, lo que representa un 148 % de la meta. Similarmente, el número de proyectos de investigación financiados externamente por investigador alcanzó un nivel de 1.22 vs. 0.82 comprometido en la meta, lo que representa un avance de 149 %. El único indicador en el que sólo se alcanzó un 89 % de la meta comprometida fue el número de proyectos interinstitucionales por proyectos totales. Algunos factores que explican el buen desempeño en estos indicadores incluyen la actividad inercial en proyectos multianuales aprobados en años anteriores, así como la decisión de diversos grupos de investigación del centro de dedicar más tiempo a actividades de corte académico (como la publicación de artículos) ante la dificultad de convencer a empresas de invertir en proyectos de investigación aplicados.

**TABLA 5.3-1 PROYECTOS VIGENTES Y APROBADOS EN EL PERÍODO ENERO -
DICIEMBRE 2019
(MONTO EN MILES DE PESOS, mdp)**

CONVOCATORIA O PROCEDENCIA DE RECURSOS	VIGENTES EN EL PERÍODO (ENE-DIC 2019)	APROBADOS Y VIGENTES EN EL PERÍODO	MONTO APROBADO EN EL PERÍODO
CIENCIA BÁSICA	26	9	13,098.22
COECYT - Gobierno del Estado de Coahuila	2	2	139.90
Problemas Nacionales	0	0	0.00
SECTOR ENERGÍA	3	0	0.00
FONDOS BILATERALES	6	1	250.00
VINCULACIÓN DIRECTA CON LA INDUSTRIA	17	10	10,081.70
OTROS FONDOS INSTITUCIONALES (FOINS, FORDECYT, NOBI)	5	0	0.00
FONDO MIXTO (Aguascalientes y Tlaxcala)	2	0	0.00
FRONTERAS DE LA CIENCIA	1	0	0.00
FORTALECIMIENTO INFRAESTRUCTURA	5	4	1,846.23
LABORATORIOS NACIONALES	3	3	3,250.00
TOTAL CON FINANCIAMIENTO EXTERNO	70	29	28,666.05
PROYECTOS INTERNOS	16	16	4,500.00
TOTAL	86	45	33,166.05

TABLA 5.3-2. INDICADORES 2019 DEL CAR RELACIONADOS A INVESTIGACIÓN

INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	META 2019	AVANCE A DICIEMBRE 2019
Generación de Conocimiento de Calidad	$\frac{\text{No. de Publicaciones Arbitradas}}{\text{No. de Investigadores del Centro}}$	<u>105</u>	<u>153</u>
		55	54
		1.9	2.83 (148.2 %)
Proyectos externos por investigador	$\frac{\text{No. Proyectos Inv. financiados externamente}}{\text{No. de Investigadores del Centro}}$	<u>45</u>	<u>66</u>
		55	54
		0.82	1.22 (148.8 %)
Proyectos interinstitucionales	$\frac{\text{No. de Proyectos Interinstitucionales}}{\text{No. de Proyectos de Investigación}}$	<u>30</u>	<u>35</u>
		65	86
		0.46	0.41 (89.1 %)

Las categorías más relevantes (por monto y número) de proyectos que se aprobaron en el 2019 incluyen las de ciencia básica, vinculación directa con la industria, laboratorios nacionales e infraestructura. Las temáticas de los proyectos de ciencia básica aprobados se inscriben en la preparación de materiales novedosos para la entrega controlada de fármacos o aplicaciones en medicina en general (4 proyectos), el estudio de propiedades de nanomateriales (2 proyectos), la síntesis de polímeros biodegradables (1 proyecto), así como la preparación de nanopartículas para la biofortificación de plantas, y la síntesis de perovskitas 2D para aplicaciones en optoelectrónica (1 proyecto cada una). Como se puede apreciar, los proyectos caen principalmente en las categorías que CONACYT ha señalado como áreas estratégicas: salud, medio ambiente, seguridad alimentaria y energía. También cabe destacar que fue posible conseguir recursos para la operación de los dos laboratorios nacionales que tienen su sede en CIQA: el Laboratorio Nacional de Materiales Grafénicos, y el LANIAUTO (Laboratorio Nacional en Innovación y Desarrollo de Materiales Ligeros para la Industria Automotriz). Finalmente, los proyectos de infraestructura (4) recibieron fondos relativamente modestos (≈ 460 M\$ en promedio) que se orientaron a mantenimiento de equipo existente, fortalecimiento de un laboratorio de biociencias y agrotecnología y de otros equipos (accesorios). La temática de los proyectos de vinculación con la industria se discute en la sección 5.6.

Otra estrategia relevante del Centro en 2019 ante la escasez de otros fondos para investigación, fue reforzar su convocatoria de fondos para proyectos internos financiados con los fondos fiscales y propios de la institución. A diferencia de los años anteriores, en el 2019 se generaron internamente dos convocatorias de proyectos internos (normalmente es sólo una): una al inicio del año con un fondo de \$2,000,000 pesos y otra extraordinaria, a mediados de año, con un fondo adicional de \$2,500,000 pesos. La primera dio lugar a 12 proyectos internos en las modalidades de jóvenes investigadores (4), grupos (5) y



maduración de tecnologías (3). La segunda se diseñó para estimular la sinergia entre los grupos de investigación del centro y resultó en cuatro propuestas aprobadas en las temáticas siguientes: i) cultivos sustentables para generar biocompuestos poliméricos; ii) materiales híbridos para almacenamiento y conversión de energía; iii) materiales amigables con el ambiente para producción de energía y iv) materiales poliméricos para aplicación en enfermedades crónico-degenerativas. Dichas propuestas caen en las temáticas generales de agricultura sostenible, medio ambiente, energía y salud, prioritarias a nivel nacional.

Con respecto a la estadística que se implementó desde el 2017 para clasificar los artículos conforme al factor de impacto del JCR (*Journal Citation Report*) de las revistas en que se publicaron, de las 128 publicaciones del 2019 solamente 6 se publicaron en revistas no indexadas, 23 en revistas en los cuartiles 3 y 4 (Q3 y Q4) y 99 en revistas de los cuartiles 1 y 2 (Q1 y Q2). En porcentajes, el 95 % se publicó en revistas indexadas, el 77 % en Q1 y Q2 y el 18 % en Q3 y Q4, lo que ubica al centro por encima de la meta establecida en su Planeación Estratégica 2018-2023 (75 % en revistas en los cuartiles 1 y 2).

5.4 FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO

El CIQA cuenta con 3 programas de posgrado, Maestría en Tecnología de Polímeros, Doctorado en Tecnología de Polímeros y Maestría en Ciencias en Agroplasticultura además de un programa de Especialización en Química Aplicada, todos ellos reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACYT. Estos programas representan la oferta educativa del Centro para la formación de capital humano en los que se reciben estudiantes procedentes de universidades nacionales y del extranjero. Como parte de su formación integral, los estudiantes reciben capacitación relacionada a la ciencia y tecnología de los polímeros y agroplasticultura por investigadores, en su mayoría pertenecientes al S.N.I. (> al 90%), a la vez que realizan actividades de investigación participando en proyectos financiados por diversos organismos y que reditúan en productos académicos de alto valor tales como; publicaciones en revistas de prestigio, participación en congresos, patentes, etc.

Al término del 2019, se contó con una matrícula de 153 estudiantes activos que conforman las diferentes generaciones de todos los programas y el objetivo es, con base en las capacidades del personal e infraestructura del Centro, incrementar la matrícula buscando satisfacer la demanda de egresados por parte del mercado laboral regional, centros de investigación y universidades.

Como resultado de las actividades desarrolladas en los programas de posgrado del CIQA, durante el período que se reporta se graduaron un total de 42 estudiantes en los diferentes programas de posgrado del CIQA: 8 del Doctorado en Tecnología de Polímeros, 18 de la Maestría en Tecnología de Polímeros, 7 de la Maestría en Ciencias en Agroplasticultura y 9 de la Especialidad en Química Aplicada. De los estudiantes graduados en este período 24 fueron mujeres y 18 hombres.

Se tienen dos indicadores relacionados con la **Formación de Recursos Humanos**, el primero de ellos relacionado con la calidad de los posgrados y el segundo con la generación



de recursos humanos, y los resultados obtenidos en el período que se reporta se describen a continuación.

INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	META 2019	META ALCANZADA
Calidad de los posgrados	No. de programas registrados en el PNPC de reciente creación + No. de programas registrados en el PNPC en desarrollo (*2) + No. de programas registrados en el PNPC consolidados (*3) + No. de programas registrados en el PNPC de competencia internacional (*4)	$(0)+(0)+(1*3)+(3*4)=15$	$(0)+(0)+(2*3)+(2*4)=14$
	No. de Programas de Posgrado reconocidos en CONACYT en el PNPC (*4)	$4*4=16$	$4*4=16$
		0.93	0.88

En cuanto al Índice de Calidad de los Posgrados, este indicador no se ha cumplido al 100% ya que dentro de la meta se consideraba que el Programa de Maestría en Ciencias en Agroplasticultura fuera promovido a programa de Competencia Internacional, pero en el año 2018 este programa participó en la Convocatoria PNPC y como resultado de esta evaluación, el programa fue aprobado nuevamente en la categoría de Consolidado para el periodo 2018-2022, por lo que se espera que la promoción se logre al aplicar nuevamente a la Convocatoria PNPC al concluir el periodo de vigencia actual.

Generación de Recursos Humanos Especializados	No. de alumnos graduados en programas de Especialidad del PNPC + No. de alumnos graduados en programas de Maestría del PNPC + No. de alumnos graduados en programas de Doctorado del PNPC No. de Investigadores del Centro	$\frac{10+27+6 = 43}{55}$	$\frac{9+25+8 = 42}{54}$
		0.78	0.77

En cuanto al indicador de Generación de Recursos Humanos Especializados, el avance en la meta planteada al término del año 2019 fue ligeramente menor al esperado, alcanzando un 97% de avance con respecto a la meta programada, ya que se graduaron 42 de los 43 estudiantes programados, con respecto al número de investigadores titulares del Centro, que para el 2019 fueron 54 en lugar de los 55 que se tenía estimado.

Cabe mencionar que los estudiantes realizan su trabajo de investigación participando en proyectos soportados financieramente a través de recursos provenientes del CONACYT en sus diversas modalidades y convocatorias, además de recursos proporcionados directamente por el sector productivo y algunas fuentes de financiamiento internacionales como la Comunidad Económica Europea (CEE) y la Air Force Office of Scientific Research (AFOSR). De esta forma, la adquisición de insumos para el trabajo de investigación, caracterización de materiales, costos de publicación de resultados y participación en congresos son financiados directamente por proyectos a través de sus investigadores responsables.

Entre las principales dificultades que los estudiantes pueden enfrentar durante el desarrollo de su trabajo de investigación, se encuentra la saturación en el uso de algunos de los



equipos necesarios para la preparación de muestras y materiales, así como su caracterización. Cuando esto sucede, el Posgrado negocia directamente con los responsables de las áreas y laboratorios para dar prioridad a las necesidades de los estudiantes a este respecto.

Como complemento a la formación académica de los estudiantes de maestría y doctorado, se promueve la realización de estancias de investigación, de preferencia en instituciones y universidades del extranjero, con el fin de que interactúen con otros grupos de investigación. Durante el transcurso de 2019, 3 estudiantes de doctorado, 5 de maestría y 1 de especialidad participaron en la Convocatoria de Becas Mixtas del CONACYT, ellos acudieron a las siguientes universidades y/o Institutos: Universidad de Jena - Alemania, UNAM, Universidad de Guadalajara, CIDESI - Qro, INECOL y CICATA - Qro. Estas estancias tienen como propósito complementar sus trabajos de investigación, realizando ya sea una etapa de la parte experimental o bien, la caracterización de los materiales obtenidos a través de instrumental analítico no disponible en el Centro. De esta manera, se logra establecer colaboración con importantes instituciones y sus investigadores, fortaleciendo así, las líneas de investigación del Centro a través de sus estudiantes de Posgrado.

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DE LOS GRADUADOS

El Centro tiene establecido un Programa de Seguimiento de los Graduados, cuyos últimos resultados corresponden a los egresados del 2012 al 2017 de los programas de Maestría y Doctorado y a egresados del 2015-2019 del programa de Especialidad. Este seguimiento se lleva cabo al menos cada 2 años, tiempo en el cual se tiene una masa crítica de estudiantes egresados para así realizar las encuestas en línea que tienen como propósito:

- Dar seguimiento a los egresados y conocer su situación actual: factores personales, académicos y profesionales.
- Conocer la satisfacción, inquietudes y sugerencias de los egresados hacia el CIQA y sus programas de posgrado.
- Permite conocer las fortalezas, oportunidades y debilidades del CIQA y sus programas de posgrado.

El seguimiento se llevó a cabo en el mes de mayo del 2018 (para maestría y doctorado) y en el mes de noviembre de 2019 (para especialidad) y el resultado de la encuesta menciona lo siguiente:

- 1) Doctorado en Tecnología de Polímeros, el 85% de los egresados está trabajando, ya sea en labores académicas o en alguna industria o bien haciendo una estancia de investigación/posdoctorado, el restante 15% está buscando empleo.
- 2) Maestría en Tecnología de Polímeros, el 97% de los egresados está trabajando o estudiando un doctorado y el 3% restante está en busca de empleo.
- 3) Maestría en Ciencias en Agroplasticultura, en este caso el 93% de los egresados cuenta ya con un trabajo o están estudiando doctorado, el 7% está en búsqueda de un empleo.



4) Especialidad en Química Aplicada, el 82% de los egresados está estudiando o bien tienen ya un empleo, el 18% está en la búsqueda de un trabajo.

De manera global se puede mencionar que aproximadamente el 90% de nuestros egresados se desarrolla ya sea en el campo laboral o en la academia y el restante 10% estaba en la búsqueda de un empleo al momento de la encuesta. Se planea actualizar estos datos en el primer semestre del 2021 como parte del seguimiento a egresados que hace el Centro.

5.5 DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

Durante el 2019 se realizaron diversas actividades de difusión y divulgación del conocimiento que se genera en el Centro, y que están relacionados con la difusión del conocimiento científico generado como resultado del desarrollo de proyectos de investigación, y con las actividades de divulgación que se realizan hacia la comunidad (estudiantes de nivel básico, medio y superior, así como público en general) para promover las vocaciones científicas. Esta actividad de divulgación de la ciencia se realiza a través de conferencias científicas impartidas en foros nacionales e internacionales, conferencias de divulgación impartidas en eventos especiales, además de talleres extramuros, visitas guiadas y comunicados de prensa dirigidos al público en general, realizados tanto en las instalaciones del CIQA como en otras instituciones y en diferentes eventos tales como la Feria Internacional del Libro Coahuila 2019, el 2° Simposio de Cátedras CONACYT, la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología-CIQA Open House, y la Noche de Estrellas 2019.

Para cumplir con la responsabilidad de divulgar a la sociedad los beneficios y resultados de la investigación que se realiza en el CIQA, en el período enero – diciembre de 2019, se publicaron 128 artículos en revistas internacionales y nacionales con arbitraje estricto, además se publicaron 25 Artículos en Extenso. En este mismo período los investigadores del Centro impartieron 130 conferencias científicas en diversos congresos nacionales e internacionales y 8 en eventos organizados por instituciones de educación superior, para difundir sus resultados y las actividades académicas que se realizan en el Centro, además de 13 conferencias de difusión que se impartieron en los eventos de la FILC2019 y la SNCT-Open House 2019.

Durante el 2019 se realizaron diferentes actividades de divulgación con las cuales se dio a conocer al personal del Centro y a la sociedad en general las actividades de investigación, de formación de recursos humanos y de vinculación, así como las actividades sociales y culturales que se llevan a cabo en el CIQA, todo esto a través de la difusión en medios electrónicos e impresos (radio, televisión y prensa). Adicionalmente se pretende llevar a los niños y jóvenes las experiencias de los investigadores con la intención de motivarlos y despertar su interés en la ciencia y la tecnología, por lo que se organizan visitas guiadas, talleres extramuros, conferencias y charlas en colaboración con la Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Coahuila.

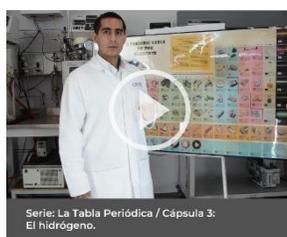
En la siguiente tabla se incluyen las principales actividades realizadas y el número de personas atendidas.

ACTIVIDAD	PERSONAS ATENDIDAS
22 Talleres extramuros dirigidos a estudiantes de escuelas de nivel básico de la región	3330
32 visitas guiadas en las instalaciones del CIQA para estudiantes de diferentes instituciones y niveles escolares (primaria, secundaria, preparatoria y licenciatura)	1514
13 conferencias de divulgación impartidas a estudiantes de instituciones de educación media superior y superior	1538

Como parte de la comunicación hacia el público en general de las actividades que se realizan en el CIQA, durante el período que se reporta se publicaron 19 boletines de prensa, se realizaron 14 entrevistas, 3 coberturas de medios y declaraciones espontáneas y/o de terceros que generaron 199 impactos: 42 en medios regionales (Coahuila), 152 en medios nacionales y de otras entidades del país y 5 en medios internacionales. Se continúa colaborando con la revista *Plastics Technology* versión en español, enviando para su publicación 11 artículos de divulgación, y la publicación de una columna relacionada con el reciclado de plásticos, además se colabora con artículos de divulgación en las revistas *Ambiente Plástico* y *Mundo Plástico*.

La comunicación externa también se realiza a través de los medios electrónicos, y en el caso de la página web del CIQA se cuenta con una Sala de Prensa en la que se publicaron algunos eventos que se realizaron por parte del Centro, tales como:

- Feria Internacional del Libro Coahuila 2019
- 2° Simposio de Cátedras CONACYT en el CIQA
- Semana Nacional de Ciencia y Tecnología – Open House 2019
- Serie: La Tabla Periódica – Producción y emisión de cápsulas informativas



Durante los últimos años las actividades de difusión y divulgación de la ciencia y la tecnología han sido realizadas por el personal académico del CIQA, quienes han preparado actividades dirigidas tanto a niños como a jóvenes de las instituciones educativas de la región, las cuales han sido muy bien recibidas lo que motiva al personal a hacerlo cada vez mejor. La difusión que se ha dado a estas actividades ha permitido que cada año se aumente el número de actividades y asistentes, aumentando la interacción que se tiene con las instituciones de educación básica, media y superior del Estado.



5.6 ACTIVIDADES DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN

Como se comentó en el apartado 5.3, en 2019 se suspendió el Programa de Estímulos a la Innovación (PEI), el cual había sido un motor efectivo para impulsar los proyectos de innovación de las empresas y por ende la vinculación de éstas con CIQA y otros centros, y se remplazó por el programa PENTA. Desafortunadamente, éste tuvo un inicio gradual y al finalizar el año aún no se tenían resultados de su primera convocatoria. En vista de ello, el Centro decidió reforzar sus actividades de promoción y vinculación con el sector productivo a fin de incrementar la contratación de proyectos de investigación directa y totalmente financiados por la industria. Estos esfuerzos dieron fruto y se lograron 10 nuevos proyectos en esta categoría aprobados en el 2019, por un monto total de 10,081 M\$.

Los temas dominantes en estos proyectos financiados por la industria son los relacionados con la generación de materiales reciclables o biodegradables, así como con el reciclado terciario (químico). Estos proyectos incluyen, en forma ilustrativa, la formulación de materiales poliméricos reciclables o biodegradables, tales como biocompuestos que incorporan fibras de origen vegetal o compuestos a base de plásticos reciclados, así como la pirólisis de plásticos de desecho (reciclado químico) para recuperar monómeros. Otras temáticas en estos proyectos comprenden el desarrollo de un compuesto aislante para recubrimiento de cables (Conдумex), apoyo técnico integral para el uso de materiales plásticos en la industria de refrigeración (Whirlpool) y el desarrollo de procesos de polimerización para producir polímeros estirénicos avanzados.

Con respecto a los indicadores del CAR relacionados a transferencia tecnológica y vinculación, la Tabla 5.6-1 muestra los resultados alcanzados en el 2019 en esos indicadores. El primer indicador es el que cuenta los contratos de transferencia de conocimiento o innovación firmados con respecto a los del año anterior. En este indicador sólo se alcanzó el 80 % de la meta, lo que se atribuye principalmente a la desaparición del programa PEI y a la velocidad más lenta con la que se han generado nuevas convocatorias para proyectos de investigación. Los indicadores planeados en el CAR estaban basados en la inercia positiva que se había generado con el programa PEI y con otras convocatorias de proyectos los cuales, al desaparecer o aparecer con lentitud, detuvieron o afectaron negativamente dicha inercia. Sólo a partir de redoblados esfuerzos de vinculación se ha recuperado parte del terreno perdido, pero esta recuperación no ha sido suficiente para alcanzar la meta.

Los otros tres indicadores mostrados en la tabla tienen que ver con propiedad intelectual. En la parte de generación de propiedad intelectual (patentes y derechos de autor) se alcanzó o rebasó la meta establecida en el CAR (136 y 100 %, respectivamente), mientras que en el caso de patentes licenciadas no fue posible alcanzar la meta establecida de una



patente licenciada. Cabe señalar que aunque esta meta parece baja, resulta siempre difícil de alcanzar, aun en instituciones con alta tradición en investigación aplicada en el mundo. Durante el 2019 se hicieron esfuerzos considerables por cerrar un contrato de licenciamiento de una tecnología con la empresa Multiceras, con la cual actualmente se sigue colaborando para determinar un par de aplicaciones de la tecnología. Para impulsar esta transferencia se le ha proporcionado a la empresa muestra del producto, así como también se le han presentado un par de productos mínimos viable. Asimismo, se estuvo en negociaciones para validar en campo una tecnología con la empresa Extrisa, con el potencial de posteriormente proceder al proceso de licenciamiento. Sin embargo, la empresa al no encontrar fondos públicos que apoyaran su iniciativa declinó realizar el proyecto.

Por lo que respecta a ingresos y considerando todos los recursos facturados por el centro en el 2019 y no sólo los derivados de nuevos proyectos, se tuvo un ingreso de 33,780 M\$, lo que representó un 58 % de los recursos propios del centro en el año (ver Figura 5.6-1).

TABLA 5.6-1. INDICADORES 2019 DEL CAR RELACIONADOS A INVESTIGACIÓN

INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	META 2019	AVANCE A DICIEMBRE 2019
Transferencia de conocimiento	No. de contratos o convenios de transferencia de conocimiento, Innovación Tecnológica, Social, Económica o Ambiental firmados vigentes alineados al PECITI en el año n / Lo realizado en el año anterior	$\frac{45}{37}$	$\frac{36}{37}$
		1.22	0.97 (79.5 %)
Propiedad industrial solicitada	No. de solicitudes de patentes, modelos de utilidad y/o diseño industrial en el año n / No. de solicitudes de patentes, modelos de utilidad y/o diseño industrial en el año n-1	$\frac{22}{36}$	$\frac{30}{36}$
		0.61	0.83 (136.1 %)
Propiedad industrial licenciada	No. de patentes licenciadas / No. de patentes registradas	$\frac{1}{45}$	$\frac{0}{55}$
		0.02	0 (0 %)
Propiedad intelectual	No. de derechos de autor en el año n / No. de derechos de autor en el año n-1	$\frac{27}{27}$	$\frac{27}{27}$
		1.0	1.0 (100 %)



Figura 5.6-1. Desglose de recursos propios en CIQA en el 2019

5.7 PARTICIPACIÓN DEL CENTRO EN LAS ESTRATEGIAS DE INTEGRACIÓN DEL SISTEMA

Durante la administración federal anterior los principales esfuerzos de integración de nuestro Centro se encauzaron vía la participación de CIQA en la creación y consolidación de consorcios, incluso en una posición de liderazgo. Por otra parte, las actividades que alguna vez se tuvieron en las ECATIs se dirigieron a los consorcios, debido a que los recursos para estas actividades provinieron cada vez en mayor medida de apoyos de los gobiernos estatales que se orientaron a esta forma de integración y no a las ECATIs que fueron más de carácter sectorial en lugar de regional.

En 2019 CIQA mantuvo su participación en varios consorcios y en este periodo se siguió analizando cómo transitar de éstos a otras formas de colaboración, ya que algunos de estos consorcios desaparecerán y sus esfuerzos se trasladarán a otras figuras. El panorama detallado de la situación de cada uno de ellos se incluye líneas abajo, en el informe integral sobre consorcios.

Es importante mencionar que a través de la figura de consorcios nuestro Centro ha logrado captar un número importante de jóvenes investigadores catedráticos. Apoyándose en buena medida en la estructura de los consorcios se ha logrado captar para nuestro Centro 12 cátedras en diversos proyectos, algunos sometidos directamente por el CIQA y otros por consorcios en los que participa el CIQA. Estos investigadores de cátedra se han integrado a los consorcios de Tlaxcala (CITLAX, área textil), y el COITTEC (3 catedráticos, agricultura moderna), y a las áreas de polímeros degradables y reciclables (2 catedráticos), materiales para dispositivos médicos (2) y materiales para el sector automotriz (2). Esta base de personal será fundamental para transitar a otras formas de integración que están por definirse.

Conorcios en los que participa CIQA

- CENTA.** Centro Nacional de Tecnología Aeronáutica.
Otros centros participantes: CIATEC, CIATEQ, CIDESI, CIDETEQ, CIMAV, COMIMSA e INAOE.
- CIIDZA.** Consorcio de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico en Zonas Áridas del País.
Otros participantes: CIAD, CIATEJ, CIBNOR, El Colegio de San Luis e IPICYT.

- CITLAX.** Consorcio de Investigación y de Innovación del Estado de Tlaxcala, liderado por CIQA.
Otros centros participantes: CIDETEQ, COMIMSA e INAOE.
- CITTA.** Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de Aguascalientes para el Sector Automotriz. Otros centros que participan: CIATEC, CIATEQ, CIDESI, CIDETEQ, CIMAT, CIMAV, CIO, INFOTEC, COMIMSA, INAOE e IPICYT.
- COITTEC.** Consorcio para la Innovación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Agroalimentario del Estado de Aguascalientes.
Participantes adicionales: CIATEJ, CIBNOR y CIO.
- Consorcio de Hidrocarburos de Ciudad del Carmen.**
Otros participantes: CIATEQ, CIDESI y COMIMSA.
- CITMA.** Consorcio Textil y de Manufactura 4.0 del Estado de Hidalgo.
Otros participantes: CIATEQ, CIATEC

A continuación, se incluyen fichas para cada uno de los consorcios con la información general de los mismos.

1. CENTA. Centro Nacional de Tecnología Aeronáutica.

Dirección: Carretera Estatal 200 Querétaro-Tequisquiapan km 23, No. 22547 Localidad Galeras C. P. 76270, Colón, Qro. (Parque Aeroespacial Querétaro)
Gerente del consorcio: Dr. Felipe Alejandro Rubio Castillo.
Centros participantes: CIQA, CIATEC, CIATEQ, CIDESI, CIDETEQ, CIMAV, COMIMSA e INAOE
Responsable técnico en CIQA: Dr. Florentino Soriano Corral

Apoyos recibidos en 2019

En 2019 el CIQA no recibió apoyos relacionados con este consorcio.

Situación de infraestructura

La infraestructura en cuanto a obra pública está terminada. El equipo de laboratorio y otros equipos están prácticamente instalados en su totalidad. Tomógrafo adquirido en 2017, actualmente funcionando y dando servicio.

2. CIIDZA. Consorcio de investigación, innovación y desarrollo para las zonas áridas

Gerente del consorcio: Dr. Abraham Escobedo Moratilla
Centros participantes: IPICYT, CIBNOR, CIQA, COLSAN, CIATEJ, CIAD.
Responsable técnico en CIQA: Dr. Oussama Mounzer

Datos generales

El CIIDZA tiene por objetivo generar investigación multidisciplinaria, basada en la inclusión justa de las comunidades locales y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales de las zonas áridas del país, para así generar innovación de alto valor agregado alineado con las demandas del mercado, produciendo riqueza de beneficio social.

Apoyos recibidos en 2019

El CIIDZA recibió un monto total de 3, 940,898 de pesos.



Situación de infraestructura

Actualmente los investigadores comisionados del programa de cátedras al consorcio cuentan con la infraestructura disponible en el IPICYT.

3. CITLAX Consorcio de Investigación y de Innovación del Estado de Tlaxcala

Gerente del consorcio: Dr. Rolando Luna García

Instituciones participantes: CIQA, CIDETEQ, COMIMSA, INAOE y CIATEC

Responsable técnico en CIQA: Dr. Carlos Alberto Ávila Orta

Objetivo

El objetivo de CITLAX es fortalecer la ciencia y tecnología en el Estado de Tlaxcala para impulsar el nivel socioeconómico de la región. Con la misión de coadyuvar a los sectores estratégicos en la mejora de sus capacidades y condiciones productivas, operativas y rendimiento de forma que impacten en las condiciones socio-económicas y ambientales de la población a través de soluciones integrales basadas en nuestras capacidades en ciencia básica y tecnológica. CITLAX es un consorcio centrado en el desarrollo de las personas mediante la capacitación y los servicios de vanguardia; es reconocido por la sociedad en la consecución de mejoras de las condiciones socio-económicas a través de soluciones tecnológicas, sustentables, incluyentes y accesibles para las comunidades de la región.

Apoyos recibidos

Los montos totales a recibir provienen de dos fondos:

FORDECYT: Se recibirá un total de \$14,745,405.00.

FOMIX: Se recibirá un total de \$21.000.000,00

Sin embargo, los fondos recibidos durante 2019 se muestran en la Tabla 5.9-1.

Tabla 5.9-1. Apoyos otorgados para el Consorcio (CITLAX)			
Proyecto	Número de proyecto	Título de Proyecto	Monto recibido en 2019
FORDECYT	296356	Consolidación del Consorcio de Investigación y de Innovación del Estado de Tlaxcala (CITLAX).	\$6,168,468.44
FOMIX	TLAX-2018-01-01-43129	Diseño, construcción, equipamiento y puesta en marcha del Consorcio de Investigación Científica, Tecnológica y de Innovación del Estado de Tlaxcala (CITLAX).	No se recibió ministración durante este periodo
<p>Proyecto FORDECYT: 296356, se entregó el reporte final de la primera etapa en el mes de febrero del 2019 y se dio respuesta en el mes de agosto 2019; así mismo en ese mes se inició la segunda etapa. Se recibió la segunda ministración de \$6,168,468.44 en agosto del 2019. En agosto del 2020 finalizará la segunda etapa en curso.</p> <p>Proyecto FOMIX: TLAX-2018-01-01-43129, se encuentra en etapa de ejecución con el reforzamiento de la obra civil en el edificio 2 y la remoción del edificio 1. Se estará sometiendo la demanda FOMIX TLAX 2020-01 para obtener recurso y continuar con la adecuación del edificio 2.</p>			
Cambios de infraestructura			
<p>Se realizó la licitación de la obra, la cual fue ganada por el grupo constructor Davos, S.A de C.V. representada por el Arq. Óscar Dávila Hernández y se entregó el sitio el 26 de noviembre del 2019, dando inicio a la primera etapa, la cual consta de la demolición del edificio 1, espacio asignado para laboratorios, actividad que ya fue realizada y a la adecuación del edificio 2 de oficinas. De igual manera, asignó como supervisor de obra al Ing. Jonathan Montiel Díaz.</p>			



Inicio

Intermedio

Final

El edificio 2, asignado al uso de oficinas, actualmente tiene un avance del 45%, en el concepto de reforzamiento, como parte de la primera etapa.



Inicio



Intermedio

Los trabajos realizados con el presupuesto asignado en el proyecto FOMIX, se están aplicando para el reforzamiento de la infraestructura, ya que representa un riesgo medio-alto, así como para la protección de la estructura actual con la instalación de un domo para evitar el deterioro por lluvias o vandalismo. Para dar cumplimiento a la propuesta del proyecto de adecuación en el edificio 2, se espera que en los próximos meses se lance una demanda nuevamente del FOMIX para cubrir parte de las necesidades de la obra y de operación del CITLAX.



Edificio 2

Edificio 1

4. CITTA. Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de Aguascalientes para el Sector Automotriz

Datos generales

Centros participantes: CIQA, CIATEC, CIATEQ, CIDESI, CIDETE, CIMAT, CIMAV, CIO, INFOTEC, COMIMSA, INAOE e IPICYT.

Responsable técnico en CIQA: Dr. Ernesto Hernández Hernández



Objetivo

El proyecto CITTAА plantea el fortalecimiento de la infraestructura de alta especialización, física y humana, para el fortalecimiento de la cadena de proveeduría del sector Automotriz y Autopartes, que impactará de forma significativa al estado de Aguascalientes al incrementar el valor agregado de las industrias locales. Ofrecer una amplia gama de servicios (muchos de ellos acreditados) y generar capital humano altamente capacitado para el sector mencionado, con lo que se impulsará la innovación y competitividad de las empresas del sector a través de soluciones tecnológicas innovadoras y servicios especializados.

Apoyos recibidos e Infraestructura

Ninguno reportado en adición a los \$74,000,000.00 originalmente recibidos. Durante 2019 se evaluó el avance del proyecto de infraestructura después de la supervisión técnica FORDECYT del consorcio que se llevó a cabo el 19 de agosto pasado en las instalaciones del INFOTEC. El plan actualizado de trabajo se muestra en la Figura 5.9-1.

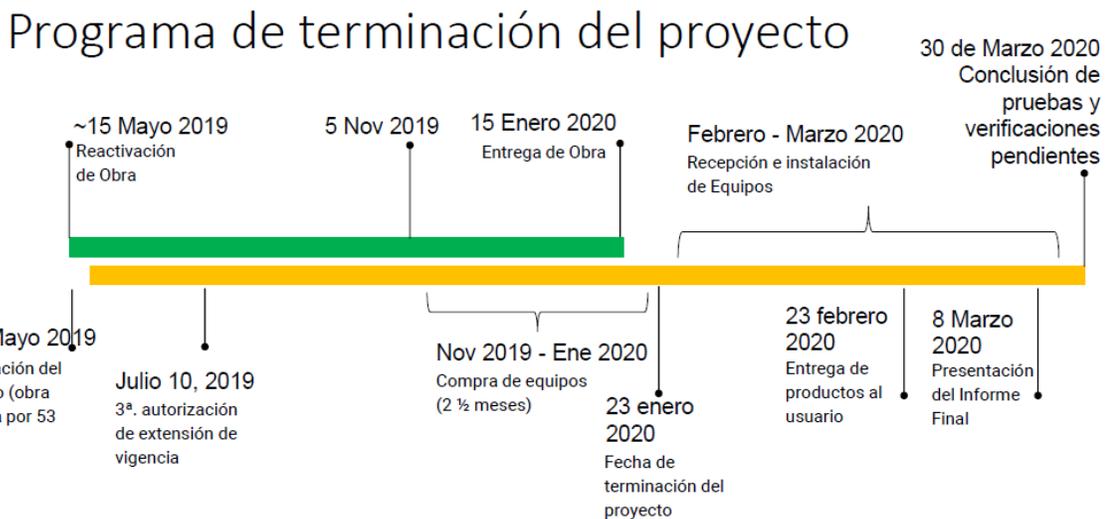


Figura 5.9-1. Programa de terminación del proyecto de infraestructura.

5. COITTEC Consorcio de Innovación y Transferencia de Tecnología para el Desarrollo Agroalimentario del Estado de Aguascalientes.

Centros CONACYT miembros del consorcio: CIATEJ, CIBNOR, CIQA, CIO.

Responsable técnico en CIQA: Dr. Oussama Mounzer

Datos generales

El COITTEC fue creado en noviembre de 2016 como respuesta a una demanda FOMIX-AGUASCALIENTES para la creación de un consorcio de Innovación y Transferencia de Tecnología para el Desarrollo Agroalimentario. El núcleo de investigación del COITTEC se formó por investigadores de 4 centros CONACYT que son el CIATEJ, El CIQA, El CIBNOR y el CIO.

Apoyos recibidos en 2019

En el 2019 el consorcio no recibió ningún apoyo económico y, después de la revisión por parte de CONACYT de los proyectos que fueron apoyados en el FORDECYT y FOMIX para la creación del



consorcio, el CONACYT decidió **cancelarlo**, según nos informó la Directora General del CIATEJ, Dra. Eugenia Lugo, vía videoconferencia en diciembre de 2019.

Situación de infraestructura

El COITTEC no generó infraestructura propia durante su existencia.

6. Consorcio de Hidrocarburos de Ciudad del Carmen

Datos generales

Gerente del consorcio: Cirilo Noguera Silva

Instituciones participantes: CIDESI, COMIMSA, CIQA y CIATEQ

Responsable técnico en CIQA: Dr. Enrique Saldívar Guerra

Apoyos recibidos

Se tienen apoyos negociados mediante dos proyectos:

a) Proyecto: FORDECYT 296327: APOYO A LA CONSOLIDACIÓN DE CONSORCIOS Y REDES DE CENTROS PÚBLICOS DE INVESTIGACIÓN EN EL PAÍS. Durante 2019 se recibieron \$8,969,270.00 correspondientes a la 2ª etapa del proyecto, de acuerdo al desglose mostrado en la Tabla 5.9-2 (parte del Anexo 1 del CAR).

Tabla 5.9-2 Desglose de aportaciones al Consorcio de Hidrocarburos, etapas 1 y 2.

Anexo 1: Desglose Financiero

a) Aportaciones solicitadas al Fondo

Rubros a Financiar	Etapa 001	Etapa 002
Gasto corriente		
329 Public. edic e impresiones	300.000,00	312.000,00
340 Gastos de operación	6.183.880,00	5.286.840,00
323 Investigadores asociados	50.000,00	50.000,00
333 Servicios externos	0.00	300.000,00
336 Pasajes y viáticos	800.000,00	716.000,00
319 Gastos de capacitación	300.000,00	200.000,00
313 Documentos y servicios de inf.	300.000,00	200.000,00
337 Actividades de difusión de res	420.000,00	436.800,00
346 Gastos de coordinacion general	947.160,00	947.160,00
345 Estudiantes incorpor. al proye	100.000,00	104.000,00
335 Software y consumibles	69.110,00	69.110,00
320 Trabajo de Campo	347.360,00	347.360,00
Total gasto corriente	9.817.510,00	8.969.270,00
Total gasto corriente + gasto inversión:	9.817.510,00	8.969.270,00

b) Proyecto: Fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica de la Sede Campeche del Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial, para el impulso de la industria petrolera de los estados de Campeche, Tabasco y Veracruz.

Situación de la infraestructura: La Infraestructura física ha sido puesta a disposición por parte de las instancias involucradas para ejecutar las actividades del proyecto.



7. Consorcio CITMA. Consorcio Textil y de Manufactura 4.0 del Estado de Hidalgo

Gerente del Consorcio: Ángel Jiménez Pérez

Centros participantes: CIATEQ (Líder), CIQA Y CIATEC.

Líder técnico: Dr. Carlos Agustín Poblano Salas

Responsable técnico por CIQA: Dr. Carlos Alberto Ávila Orta

Objetivo general: Diseñar, construir, equipar y poner en operación un consorcio que desarrolle investigación aplicada, innovación y formación de recursos humanos especializados en las áreas de diseño y desarrollo de filamentos y textiles de alta ingeniería, ingeniería de diseño y construcción de prototipos físicos y virtuales, y desarrollo de procesos de manufactura 4.0, que permita el desarrollo de los sectores productivos del Estado de Hidalgo. Se aprobó un Proyecto FOMIX-Hidalgo por 48 millones de pesos para el consorcio.

Apoyos recibidos

El CITMA ha sido apoyado mediante un proyecto FOMIX del Estado de Hidalgo para la adecuación de la infraestructura en la Ciudad del Conocimiento de Pachuca durante 2018-2019, así como de un proyecto FORDECYT para su operación durante 2018-2020. Sin embargo, no se recibieron fondos durante el 2019.

Situación de infraestructura: Se recibió en comodato un terreno con construcción en obra negra ubicado en la Ciudad del Conocimiento en Pachuca Hidalgo. Los trabajos de adecuación a las instalaciones se han concluido.

Estrategias para transitar del esquema de consorcios a uno de articulación integral con el Sistema de Centros Públicos de Investigación.

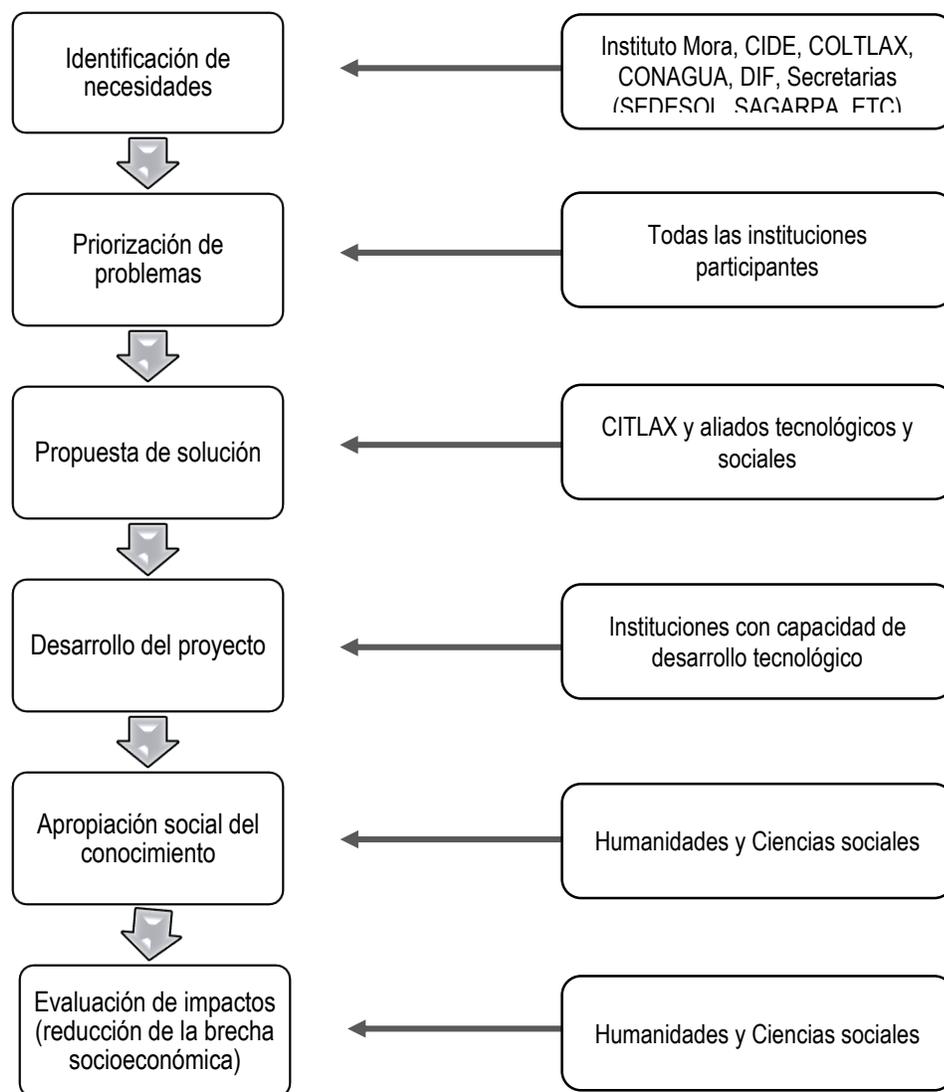
Actualmente, se han presentado cambios importantes en el planteamiento de proyectos para generar un mayor impacto social con las actividades de investigación y los desarrollos tecnológicos. Los requerimientos de la vida cotidiana hacen necesario tomar en cuenta 5 factores (conocidos como la penta hélice): la industria (empresas), el gobierno, la academia, el medio ambiente y la sociedad. Hoy en día, es común la inclusión de las primeras 4 "hélices". Sin embargo, la inclusión de la sociedad se vuelve necesaria debido a la carencia para visualizar nuevos caminos y valorar el quehacer científico. Aunque estos factores estarán presentes en todas las transiciones de consorcios a otras formas de articulación integral con el Sistema de CPI's, en lo sucesivo nos referiremos exclusivamente al CITLAX, ya que este consorcio es liderado por el CIQA y en los otros consorcios CIQA sólo es participante y no es responsable de definir las estrategias de transición.

En este contexto, el centro CITLAX replantea su propuesta de valor, visión y misión como un centro transdisciplinario para la resolución de problemas prioritarios regionales y nacionales. La propuesta de valor del centro CITLAX consiste en brindar soluciones sustentables en temas estratégicos como seguridad alimentaria, salud, energía, medio ambiente y sectores como el automotriz, textil, químico y de seguridad, que mejoren el bienestar social y/o reduzcan la brecha socioeconómica, siendo su misión mejorar el bienestar de la sociedad y/o reducir esa brecha a través de soluciones sustentables a problemas prioritarios regionales y nacionales basadas en la ciencia, tecnología e innovación. Se tiene como visión ser un centro líder en la solución transdisciplinaria de



problemas prioritarios regionales y nacionales, reconocido por la sociedad en la consecución de mejoras de las condiciones socio-económicas a través de soluciones tecnológicas, sustentables, incluyentes y accesibles.

El esquema de trabajo propuesto es el siguiente:



Se pueden observar en el diagrama los siguientes puntos importantes:

- Diversas instituciones, privadas y gubernamentales, detectarán los problemas más recurrentes en la región, permitiendo orientar el desarrollo y los avances tecnológicos y científicos hacia la resolución de problemas que acontecen en nuestra sociedad, además de fortalecer redes de colaboración interinstitucionales.



- Las propuestas de solución se apoyan en aliados sociales que nos permiten entender el contexto y la complejidad de los fenómenos que son de interés para la ciencia, la tecnología y la sociedad.
- La evaluación del impacto del desarrollo tecnológico/científico sobre una población, será de vital importancia para determinar el grado del aporte para la reducción de la brecha socioeconómica.

Por otra parte, contemplando la conversión del consorcio en una subsele del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), donde se propone el nombre de CIQA en CITLAX (Centro de Investigación y de Innovación del Estado de Tlaxcala), a continuación, se presenta un plan de sostenibilidad a mediano plazo (5 años).

El primer año será sostenible por ingresos extraordinarios (en un 100%), los cuales, vienen de los proyectos mostrados con anterioridad y que actualmente se encuentran en desarrollo. El segundo, tercer y cuarto año será necesario depender en un 90% del ingreso fiscal y 10% del ingreso extraordinario. Durante este periodo de tiempo se buscará consolidar y fortalecer las vinculaciones con el sector empresarial y con diversas secretarías para incrementar la cartera de clientes del centro. Finalmente, una vez que el centro cuente con un mayor desarrollo y difusión de sus proyectos desarrollados y los impactos socioeconómicos de los mismos, dependerá en un 15% del ingreso extraordinario, un 5% del ingreso autogenerado y un 80% del ingreso fiscal. Se contará con 5 investigadores, 10 técnicos y 10 becarios.

5.8 INDICADORES DEL ANEXO III DEL CONVENIO DE ADMINISTRACIÓN POR RESULTADOS (CAR) CORRESPONDIENTES AL PERÍODO ENERO-DICIEMBRE 2019

Las acciones realizadas en el CIQA para ayudar a potenciar la productividad y competitividad de la economía mexicana y así lograr un crecimiento económico sostenido y la creación de empleos, están relacionadas con los procesos de investigación científica, innovación y desarrollo tecnológico. El CIQA participa de forma activa en la generación de conocimiento científico, tecnológico y de innovación, principalmente en el área de los materiales plásticos, que son estratégicos para el desarrollo social y económico del país, los cuales eventualmente son transferidos a la industria, contribuyendo así a la obtención de nuevos productos y procesos y también a la mejora y aumento de la eficiencia de los ya existentes.

Adicionalmente el CIQA participa de manera activa en la formación de capital humano que se puede integrar a los sectores productivo y académico. A través de sus programas de posgrado y de su programa de educación continua brinda conocimientos y desarrolla habilidades en el campo de los polímeros y materiales avanzados.

Considerando los resultados obtenidos por las actividades sustantivas desarrolladas en el CIQA, se puede decir que el desempeño del CIQA durante el 2019 en términos de los indicadores del CAR fue satisfactorio. Algunas de las metas establecidas para los indicadores de desempeño fueron alcanzadas o superadas al concluir el período que se reporta, y 6 de los 11 indicadores presentaron un porcentaje de avance menor al 100%, es decir, presentan una diferencia en el resultado obtenido respecto al programado, aunque



no necesariamente por no alcanzar la meta, como sucedió con los indicadores 5 (No. de proyectos interinstitucionales) y 10 (No. de actividades de divulgación dirigidas al público en general) en los que se superó la meta comprometida pero al aumentar también el denominador (No. de proyectos de investigación y No. de personal CyT) el resultado final es menor, lo que significa una reducción en el porcentaje de avance. Por lo anterior, solo en 4 de los 11 indicadores no se alcanzó la meta programada para el 2019.

Del comportamiento de los indicadores de desempeño durante el período que se reporta podemos mencionar lo siguiente:

En cuanto a los indicadores considerados en el Programa de **Investigación Científica**, se puede mencionar que la generación de conocimiento de calidad que se difunde a través de la publicación de artículos científicos en revistas con reconocimiento nacional e internacional y arbitraje estricto, así como el desarrollo de proyectos de investigación financiados con recursos externos se realiza por los investigadores del Centro en las áreas de especialidad del CIQA, han mantenido un buen ritmo logrando un cumplimiento mayor al 100% en la meta establecida para el 2019.

Respecto a los indicadores relacionados con el Programa de **Formación de Recursos Humanos**, el índice de Calidad de los Posgrados no se ha cumplido al 100% ya que dentro de la meta se consideraba que el Programa de Maestría en Ciencias en Agroplasticultura fuera promovido a programa de Competencia Internacional, pero en el año 2018 este programa participó en la Convocatoria PNPC y como resultado de esta evaluación, el programa fue aprobado nuevamente en la categoría de Consolidado para el periodo 2018-2022, por lo que se espera que la promoción se logre al aplicar nuevamente a la Convocatoria PNPC al concluir el período de vigencia actual. Al obtener un resultado positivo en la evaluación 2019, se tienen 2 programas registrados en el PNPC como Consolidado (Maestría en Ciencias en Agroplasticultura y Especialidad en Química Aplicada) y 2 registrados como de Nivel Internacional (Maestría y Doctorado en Tecnología de Polímeros) por lo que no se pudo cumplir con la meta de este indicador. En cuanto al indicador de Generación de Recursos Humanos Especializados, el avance en la meta planteada al término del año 2019 fue ligeramente menor al esperado, alcanzando un 97% de avance con respecto a la meta programada, ya que se graduaron 42 de los 43 estudiantes programados, con respecto al número de investigadores titulares del Centro, que para el 2019 fueron 54 en lugar de los 55 que se tenía estimado.

De las actividades relacionadas con la **Vinculación y Transferencia del Conocimiento e Innovación**, podemos mencionar que todos los indicadores que miden el desempeño del Centro en la generación de proyectos de investigación interinstitucionales, contratos o convenios de transferencia de conocimiento, así como la propiedad industrial solicitada y licenciada, están siendo monitoreados para garantizar que los productos que están en proceso sean concluidos y registrados para lograr el 100% de cumplimiento. Siendo relevante la mención del impacto que el desarrollo de tecnología, así como la protección de la propiedad intelectual significan tanto para el CIQA como para las empresas participantes.

De los 6 indicadores relacionados con las actividades de Vinculación y Transferencia del Conocimiento, solo dos de ellos no se cumplieron al 100%. El indicador de Contratos o Convenios de transferencia de conocimiento, alcanzó al final del 2019 un avance del 80%, al haber logrado formalizar 36 de los 45 contratos o convenios comprometidos, lo cual se debió principalmente a la reducción en el número de proyectos que se convinieron con

instituciones y empresas a consecuencia de la falta de aprobación de proyectos y la reducción en el número de convocatorias del CONACYT, así como a la disminución en la venta de proyectos al sector productivo, esto último atribuible principalmente a reducción en la inversión de las empresas a proyectos de investigación y desarrollo. En el caso del indicador de patentes licenciadas, no fue posible alcanzar la meta establecida de una patente licenciada, durante el 2019 se hicieron esfuerzos considerables por cerrar un contrato de licenciamiento de una tecnología con la empresa Multiceras, S.A. de C.V. el cual no pudo concretarse en el período que se reporta, y se continuará la negociación durante el 2020.

En cuanto al compromiso de cumplir con los indicadores relacionados con la **Gestión Presupuestal**, podemos mencionar que las metas establecidas para el 2019 de los indicadores relacionados con la generación de recursos externos obtenidos para el financiamiento de proyectos, están relacionado con la venta de servicios tecnológicos al sector productivo, así como la participación y aprobación de financiamiento de proyectos por parte del CONACYT a través de sus diferentes fondos. En los 2 indicadores relacionados con esta actividad no se logró un cumplimiento del 100% de la meta, debido a que no se logró la aprobación de proyectos de investigación y servicios tecnológicos que permitieran un ingreso mayor de recursos externos.

Como soporte a la información antes comentada se incluye como parte de este informe el Reporte de Avance de Metas proporcionado por el Sistema de Indicadores CAR.

5.9 CASOS DE ÉXITO

Durante el 2019 se tuvieron en proceso 86 proyectos de investigación, de los cuales 22 se concluyeron en el período. Algunos de estos proyectos dieron como resultado nuevas tecnologías que serán aplicadas por las empresas o los sectores a los que se dirigió la investigación, por lo que son considerados como proyectos de alto impacto o casos de éxito. Los cinco proyectos concluidos y que consideramos de mayor relevancia son los siguientes:

Proyecto 1: TEXTILES ANTIMICROBIALES PARA EL SECTOR SALUD (ACTIN)

Desarrollado en la Unidad o Subsede: Saltillo

Empresa: México: CIQA, Uniformes Sharyl y Universidad de Guanajuato. Reino Unido: NWTEXNT, Mexar, TWI, BMC y Promethean Particles

Monto: \$7,316,770.00

Línea de Investigación que atiende: Salud. Combate a las infecciones intrahospitalarias

Zona de Influencia: Mundial

Objetivo: Desarrollar textiles antimicrobiales de uso hospitalario.

1. Proporcionar un método de bajo costo y respetuoso con el medio ambiente basado en materiales inorgánicos nanoestructurados para el tratamiento de textiles para la obtención de actividad antimicrobiana y durabilidad a largo plazo.
2. Desarrollar tecnología que utiliza nanopartículas de cobre y/o nanopartícula base sílica para las tintas con propiedades antimicrobianas.

3. Validar la tasa de rendimiento de eliminación de los microorganismos patógenos causantes de las infecciones nosocomiales (*S. aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *C. albicans*) en textiles utilizados en la industria del sector salud (algodón y telas sintéticas como nylon y poliéster).

4. Asegurar que el tratamiento a las telas no signifique una deterioración significativa en la calidad de las mismas y que la actividad antimicrobiana permanezca aún después de varios ciclos de lavado. (Los criterios de éxito se definen más adelante en la pregunta 5 del apéndice B y se irán refinando durante la propuesta).

Descripción: El proyecto ACTin, financiado por parte de InnovateUK y CONACYT, permitió a los miembros del consorcio desarrollar un nuevo producto textil de alto valor agregado el cual responde a una necesidad importante del mercado del sector salud. El proyecto fortaleció las relaciones entre Inglaterra y México ya obtenidas en el proyecto CuVito, (financiado dentro del Programa Marco 7 de la Comisión Europea y CONACYT) y al mismo tiempo se fortalecieron aún más las redes de innovación y de negocios de ambos países. Hubo un progreso significativo en el objetivo del proyecto, que es determinar la viabilidad de las fibras textiles antimicrobianas de dos componentes, por lo tanto, siguiendo las recomendaciones de expertos en el campo, con el fin de aumentar las propiedades antimicrobianas y mecánicas, las fibras antimicrobianas se texturizaron. Además, se volvió a producir cinta, pero ahora con fibra antimicrobiana texturizada y en una proporción del 57%. Esto aseguró que la cinta fabricada tuviera excelentes propiedades antimicrobianas y mecánicas. Estas cintas se incorporaron a un uniforme para uso hospitalario con el fin de tener un prototipo, que se presentó junto con el Protocolo de Investigación al Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío, donde se realizaron las pruebas de campo finales. Se concluyó que las infecciones bacterianas dependen de la acción concertada de diferentes factores, como el estado de salud de la persona y el tiempo de exposición y la carga bacteriana, entre otros factores, de modo que podría disminuir la viabilidad bacteriana con el uso de uniformes con cintas antimicrobianas representan una disminución significativa de infecciones intrahospitalarias.

Impactos:

Científico: El desarrollo científico del proyecto permitió a las empresas obtener información para la difusión en diversos medios científicos nacionales e internacionales, igualmente permitió la formación de capital humano altamente capacitado en el área de nanopartículas y tratamiento de textiles. Además, de que se tuvo la oportunidad de dar continuación a las investigaciones ya desarrolladas en proyectos anteriores como es el CuVito, esto recayendo en la determinación de un gran impacto científico, tanto para los investigadores, como para las instituciones involucradas en el proyecto.

Tecnológico: La puesta en marcha de este proyecto dio como resultado el desarrollo científico y tecnológico de un nuevo proyecto, esto se logró mediante un nuevo proceso para la producción de fibras textiles con nanopartículas de cobre embebidas, con alta eficiencia antimicrobiana, con los que se busca brindar una protección antimicrobiana a los trabajadores del sector salud.

Social: El impacto de los textiles antimicrobianos en el sector salud de la población tiene una profunda influencia en la economía y en las consecuencias sociales vía la prevención de la contaminación cruzada, infecciones y la oportunidad de evitar miles de muertes humanas cada año. Se estima que en el Reino Unido, 1 de cada 10 pacientes admitidos en hospitales adquieren una infección nosocomial, resultando en 5,000 muertes y anualmente le cuesta billones de libras al Servicio Nacional de Salud (NHS, por sus siglas en inglés). El porcentaje de pacientes que adquieren estas enfermedades en México podría ser de un 26% comparado con un 10-15% en otros países. La población de México es un 1/5 de la población de la Unión Europea, lo que significa que el número de pacientes con infecciones nosocomiales en México puede ser de 900,000 con aproximadamente 7,400 muertes cada año. Por tanto, el desarrollo de tratamientos con alta durabilidad en textiles puede prevenir el esparcimiento de las infecciones nosocomiales de manera significativa además de



presentar un ahorro económico en los costos del sector salud, así como representar un gran impacto social.

Económico: El coste del cobre es 100 veces más barato que el de la plata (\$16/oz para la plata contra \$0.15/oz para el cobre en el 2015) por consiguiente, incluso aunque se requiera un nivel de carga de cobre en comparación a la requerida de plata, el costo-beneficio es mayor al del uso de la plata en el tratamiento de los textiles. En promedio, un paciente con una infección nosocomial pasa de 2-5 veces más de tiempo en el hospital, lo que representa un costo de £3000 más que un paciente que no ha sido infectado. De manera similar, en Estados Unidos, la CDC estima que 1 de cada 25 pacientes tienen una infección nosocomial mientras reciben algún tratamiento en hospitales de USA, al final estas infecciones nosocomiales resultan en un costo de \$33 billones más cada año. Más de la mitad de las infecciones nosocomiales ocurren fuera del área de cuidados intensivos de las instituciones de salud. Por tanto, el desarrollo de tratamientos con alta durabilidad en textiles pueden prevenir el esparcimiento de las infecciones nosocomiales de manera significativa además de presentar un ahorro económico en los costos por lo que implica un gran impacto económico.

Ambiental: El desarrollo de un material con bajos impactos medioambientales y que no tengan efectos adversos en humanos es un aspecto clave en todos los sectores industriales en estos días, pero sobretodo en el sector salud. Sin embargo, algunos aditivos antimicrobianos son peligrosos para el medioambiente, así como la salud del ser humano cuando la exposición es demasiada y de manera incontrolada. Desde un punto de vista toxicológico y medioambiental, el cobre tiene ciertas ventajas que lo distinguen de los biocidas orgánicos como el triclosán y la plata. El alto coeficiente superficie-volumen y alta eficacia a bajas cargas de nanopartículas base cobre y sílica, tendrá ventajas en términos de impactos medioambientales y en la salud. De manera general, la carga más pesada de exposición y persistencia en el medioambiente, incluyendo aguas residuales o bioacumulación en el medioambiente se espera sea bajo con los tratamientos en textiles utilizando dichas nanopartículas. Sin embargo el cambio de las regulaciones de la Unión Europea en la seguridad y salud fue monitoreado continuamente por los miembros del consorcio y de este manera entender los impactos en la comercialización de este producto en los mercados de Reino Unido/Unión Europea y México/América.

Proyecto 2: ALTERNATIVAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOPOLÍMEROS A PARTIR DE BIOMASA RESIDUAL UTILIZANDO MICROORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS. INVESTIGACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA PURIFICACIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO A PARTIR DE BIOMASA RESIDUAL Y EL POSTERIOR DESARROLLO DE UN PROCESO DE POLIMERIZACIÓN PARA PRODUCIR POLI(ÁCIDO LÁCTICO).

Convocatoria: Contratación directa con la empresa Innovación y Desarrollo de Energía Alfa Sustentable, S.A. DE C.V. (sin apoyo de CONACyT u otra institución).

Desarrollado en la unidad o subse: Centro de Investigación en Química Aplicada.

Monto autorizado: \$1,200,000.00

Línea de investigación que atiende: Desarrollo de polímeros de origen sustentable.

Zona de influencia: Empresas relacionadas con el desarrollo de polímeros biodegradables de origen sustentable.

Objetivo: Realizar un estudio experimental para la obtención de poli(ácido láctico) o polilactida (PLA) a partir del ácido láctico proveniente de la fermentación de azúcares (obtenidos mediante procesos de sacarificación de biomasa lignocelulósicas).



Breve descripción: Para lograr altos pesos moleculares en el polímero, se requiere convertir el ácido láctico en un dímero cíclico denominado lactida y posteriormente polimerizar este intermediario por una técnica llamada polimerización en masa (o en fundido) por apertura de anillo (ROP). Este prepolímero (la lactida) se produce por la policondensación del ácido láctico y la deshidratación bajo vacío a alta temperatura. Después de la purificación, que se puede lograr por destilación o por precipitación, la lactida se utiliza para la producción de PLA y copolímeros de lactida por ROP, que se lleva a cabo en masa (en estado fundido) a temperaturas por encima del punto de fusión de la lactida y por debajo de temperaturas que causan degradación del PLA formado.

Se hizo un diseño experimental en el que se estudiaron tres variables en dos niveles cada una. Éstas fueron: catalizador, concentración de catalizador y temperatura. Se seleccionaron dos catalizadores: Octoato de estaño y óxido de estaño. Como se encontró que el óxido de estaño tuvo desempeño pobre, se probó otro catalizador, el hidruro de diisobutil aluminio (DIBAH). Sin embargo, este último no produjo pesos moleculares aceptables en el PLA, por lo que el octoato de estaño fue el mejor catalizador. Se encontró también que hay una buena correlación entre el peso molecular del PLA y su índice de fundido (MFI), por lo que el control del avance de la polimerización se puede seguir con la medición del MFI, si no se dispone de un equipo de cromatografía (GPC). También se visualizó la utilización de la espectrometría RAMAN para dar seguimiento al avance de la polimerización.

Impacto Científico, Social, Ambiental y/o Económico:

Científico: Se encontraron las condiciones adecuadas para purificar el ácido láctico, convertirlo en lactida y convertir ésta en PLA, por una polimerización por apertura de anillo. Se plantean técnicas sencillas para el seguimiento de la polimerización.

Social: El empleo de estos productos (el PLA), con propiedades atractivas y de utilidad en la sociedad, le permitirá a ésta, satisfacer algunas necesidades y resolver problemas de generación de basura y de disposición de residuos.

Económico: Aunque el PLA se produjo en un principio para aplicaciones especiales a un alto costo, el desarrollo de procesos más eficientes ha permitido que los precios de estos productos vayan bajando cada vez más y, eventualmente, lleguen a un precio más competitivo con los polímeros provenientes del petróleo.

Ambiental: La obtención de polímeros biodegradables a partir de materias primas sustentables, constituye una solución al problema de generación de basura de plásticos y a la sustitución del petróleo, que no es renovable.

Proyecto 3: CRISTALES LÍQUIDOS POLIMÉRICOS FOTSENSIBLES AUTO-ENSAMBLADOS POR PUENTES DE HALÓGENO

Convocatoria: Investigación Científica Básica 2013-2014

Desarrollado en la unidad o subsede: Departamento de Materiales Avanzados del Centro de Investigación en Química Aplicada

Monto autorizado: 1 544 200 pesos

Línea de investigación que atiende: Energía y Tecnologías Avanzadas. También tiene potencial en el campo de la Medicina.

Zona de influencia: Industrias relacionadas con la energía, óptica, sensores, actuadores (medicina)

Objetivo: Sintetizar, vía puentes de halógeno, una serie de cristales líquidos fotoactivos, en los cuales la unidad mesogénica es altamente anisotrópica (yodotetrafluorofenilenazobenceno y yodotetra-fluorofenilenazotolano) y determinar sus propiedades de cristal líquido y ópticas foto-inducidas.

Breve descripción: La gran mayoría de los cristales líquidos fotoactivos a base de grupos azobenceno son de tipo covalente. Este tipo de materiales han demostrado buenas propiedades foto-inducidas que permiten inducir dicroísmo y birrefringencia en películas delgadas, así como grabar patrones de superficie regulares comúnmente llamadas rejillas de relieve de superficie. Recientemente se descubrió que la unión de dos unidades no-mesogénicas a través de puentes de halógeno permite obtener materiales con propiedades de cristal líquido. El puente de halógeno es un enlace débil de transferencia de carga, el cual se caracteriza por su alta direccionalidad (cerca a los 180°) y su alta reversibilidad. Estas dos características son de interés para el diseño de estructuras líquido-cristalinas supramoleculares (o poliméricas) con propiedades específicas, particularmente de propiedades ópticas foto-inducidas. Por su reciente descubrimiento, son escasos los trabajos reportados sobre cristales líquidos fotoactivos obtenidos vía puente de halógeno, por lo cual se considera un campo virgen y de alto interés para la exploración de nuevos cromóforos (azobencenos) mesogénicos. La *originalidad* de la presente propuesta consiste en utilizar cromóforos altamente anisotrópicos de tipo fenilazobenceno y fenilazotolano yodoperfluorados para la obtención, vía puentes de halógeno, de cristales líquidos poliméricos supramoleculares, de los cuales se esperan amplios intervalos mesomórficos y buena respuesta foto-inducida.

Impacto Científico, Social, Ambiental y/o Económico: La *relevancia* de este proyecto radica en que las propiedades de mesomorfismo y respuesta foto-inducida hacen sinergia, lo cual propicia mejores respuestas a estímulos ópticos. Esto permite mayor eficiencia en diversos dispositivos tecnológicos avanzados. Por ejemplo, se pueden inducir propiedades de birrefringencia y dicroísmo en películas delgadas, y foto-grabar patrones topológicos regulares con alta eficiencia de difracción. Esta última propiedad es de interés para el micro-grabado de patrones regulares (*micro-patterning*), así como para el registro holográfico de información en memorias ópticas de alta densidad (terabytes). Los cristales líquidos con respuesta foto-inducida también son de interés en el campo de los foto-actuadores y en muchos laboratorios están siendo explorados por su potencial uso en músculos artificiales (campo médico). Otro campo de aplicación es en el almacenamiento de energía solar, el cual pudiera permitir almacenar energía química con capacidad similar o superior a las actuales baterías de litio. Con este trabajo se contribuyó al desarrollo de nuevos cristales líquidos fotoactivos auto-ensamblados por puentes de halógeno, los cuales son novedosos y tienen potencial aplicación en las áreas antes mencionadas.

Proyecto 4: SÍNTESIS DE NANOCOMPUESTOS Y NANOHÍBRIDOS POLIMÉRICOS DE GRAFENO MEDIANTE QUÍMICA VERDE: MICROONDAS.

Convocatoria: Investigación Científica Básica 2013-2014, Número 241960.

Desarrollado en la unidad o subsede: Centro de Investigación en Química Aplicada

Monto autorizado: 1,396,200.00

Línea de investigación que atiende: Síntesis de nanocompuestos poliméricos híbridos.

Zona de influencia: Empresas y centros de investigación que requieran procesos y tecnologías para la fabricación o síntesis de nanocompuestos poliméricos con un bajo nivel de migración de nanopartículas hacia el medio ambiente y con altas propiedades como conductividad eléctrica.

Objetivo: Desarrollar nuevas tecnologías que permitan obtener nanocompuestos poliméricos híbridos mediante procesos libres de solventes, eficientando los tiempos de reacción y la energía requerida; en donde se asegure la reacción de hibridación entre las moléculas del polímero y la superficie de las nanopartículas, sin reducir significativamente su conductividad eléctrica.

Breve descripción: En el presente proyecto se estudió como sistema ideal el proceso de polimerización *in-situ* asistida por microondas del nanocompuesto polimérico híbrido de Nylon-6 con óxido de grafito (GrO), empleando los monómeros *e-caprolactama* y *ácido-6-aminocaproico*. Para

analizar este proceso, se estudiaron diferentes variables de proceso: potencia de irradiación (100-50 W), tiempos de reacción (5-40 min), morfología de GrO (polvo, película y una combinación de estos); así como su efecto sobre el proceso de polimerización (rendimiento, peso molecular, velocidad de calentamiento), calentamiento dieléctrico de la mezcla de reacción y la reacción de hibridación de GrO con moléculas de Nylon-6.

Con estos estudios se determinó que el GrO se exfolia, reduce y reacciona con las moléculas del Nylon-6 (hibridación) durante los primeros 60 segundos del proceso de calentamiento de reacción; estos procesos de exfoliación, reducción e hibridación son generados y controlados por el calentamiento dieléctrico (CD) del GrO. La reacción de hibridación entre el polímero y el GrO es tan significativa que incrementa el rendimiento del polímero, ya que la hibridación rompe el equilibrio químico de la reacción de polimerización de la e-caprolactama, consumiendo más monómero para reponer el polímero que se injertó sobre el GrO; además, esta reacción de hibridación es constante durante el tiempo de reacción, por lo que las cadenas de polímero continúan reaccionando con el extremo de la cadena del Nylon-6 que queda libre de la superficie del GrO.

Impacto Científico, Social, Ambiental y/o Económico:

Científico: Se contribuyó con un proceso único e innovador, en el que se reducen significativamente tiempos de reacción, etapas de procesos, uso de disolventes en la reacción de polimerización; además, permitió generar conocimiento para entender este nuevo proceso de síntesis, lo que resultó en dos registros de patente y un otorgamiento, así como la publicación de 4 artículos científicos:

Social: El impacto social del proyecto son los recursos humanos que se formaron con apoyo económico y trabajos de tesis para obtener los grados de licenciatura ya finalizados y de doctorado que están en proceso. Es importante considerar que un 50% de los estudiantes de licenciatura que se formaron con este proyecto continuaron con sus estudios de posgrado. Se graduaron 2 estudiantes de maestría y una está en proceso. Por lo que se considera que el proyecto generó recursos humanos con una potencial formación científica y tecnológica.

Económico: Se espera que la propiedad intelectual generada en el proyecto, sea una oportunidad para que las empresas se interesen en el desarrollo y potenciales aplicaciones de los nanocompuestos poliméricos híbridos generados en el proyecto.

Ambiental: El desarrollo de tecnologías basadas en los procesos de química verde, permite reducir el impacto negativo al medio ambiente. De igual manera, el proceso es libre de solventes, ya que la polimerización es en masa, lo que reduce la generación de residuos acuosos o líquidos. Además, permite obtener resultados que no son posible de alcanzar con los procesos convencionales, ya que en 60 segundos se obtiene la exfoliación, reducción e hibridación del GrO, mientras que con otras tecnologías se necesitan otras etapas del proceso para producir la exfoliación o reducción del GrO.

Proyecto 5: “Ichahuipilli”

Desarrollado en la Unidad o Subsede: CIQA-Salttillo

Empresa: ABSPRO S.A. de C.V.

Monto: \$807,360.00 M.N.

Línea de Investigación que atiende: Recubrimientos funcionales y nanotecnología

Zona de Influencia: Equipo de protección para seguridad

Objetivo: El objetivo de este proyecto fue desarrollar una tecnología para realizar recubrimientos nanoestructurados de carbono sobre telas de poliaramida para incrementar su desempeño balístico.

Descripción: Se desarrolló una tecnología para depositar nanopartículas de carbono sobre telas de Poliaramida usadas en aplicaciones balísticas. Se combinaron dos tecnologías para lograr depositar



las nanopartículas siendo así la primera vez a nivel global en lograr estos nanorecubrimientos sobre telas de poliaramida. En este proyecto también se realizaron recubrimientos sobre las telas a escala real para luego fabricar un chaleco balístico que posteriormente la empresa lo evaluó en sus laboratorios de balística. Durante el desarrollo del proyecto se probaron diversos agentes químicos para promover el depósito y anclado de las nanopartículas sobre las telas de poliaramida y se encontró uno que funcionó bien y que se produce a nivel industrial. Con estos resultados la empresa tiene planeado realizar en la siguiente etapa la maduración de la tecnología para fabricar prototipos a una escala piloto y validar que dichos prototipos cumplen con las pruebas balísticas estandarizadas de acuerdo a las normas respectivas. Derivado de este desarrollo tecnológico la empresa ha manifestado su interés en seguir trabajando con el CIQA para madurar esta tecnología a niveles de TRL que lleven posteriormente a comercializarlo. A la par, la empresa tiene interés en buscar nuevos desarrollos tecnológicos implementando y/o asimilando nuevas tecnologías para hacer más eficientes y competitivos sus productos.

Impacto científico, social, ambiental y económico:

En el **ámbito científico** se encontró una manera de realizar depósitos nanoestructurados de carbono sobre poliaramidas que no se había logrado previamente a nivel mundial. Esto abre una nueva línea de investigación para el desarrollo de materiales funcionales balísticos y con aplicaciones de alto valor de estos materiales. El **impacto social** que representa haber desarrollado esta tecnología es que la empresa tiene un activo intangible que le permite mostrar su capacidad de innovación y atender necesidades específicas a sus clientes; por lo cual le permite ser más competitiva y así mantener e incluso incrementar el personal que emplea en sus procesos de manufactura. En el **aspecto ambiental**, una de las tecnologías utilizadas para desarrollar estos recubrimientos es ambientalmente amigable, lo que implica no utilizar agentes contaminantes para el agua, aire, y suelo. Finalmente, respecto al **impacto económico**, al ser más competitiva la empresa mediante este activo intangible le permitirá seguir ganando contratos con sus clientes, lo cual representará un incremento en sus ganancias que también representa un mayor incremento en los ingresos de sus trabajadores.

5.10 COMPORTAMIENTO FINANCIERO Y PROGRAMÁTICO PRESUPUESTAL 2019

La información de los siguientes apartados se incluye en anexos

5.10.1 Análisis presupuestal

5.10.2 Situación financiera del CIQA al 31 de diciembre de 2019

5.10.3 Informe sobre el cumplimiento en la implementación de la Ley General de Contabilidad Gubernamental (Armonización Contable)

5.11 PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE A LA CORRUPCIÓN Y A LA IMPUNIDAD Y DE MEJORA DE LA GESTIÓN PÚBLICA 2019-2024.

La información de este apartado se incluye en anexos

5.12 REFLEXIÓN AUTOCRÍTICA

Después de analizar los resultados obtenidos en el período enero-diciembre 2019 por el desarrollo de las actividades de Investigación Científica, Formación de Recursos Humanos, Vinculación, Transferencia del Conocimiento e Innovación, así como la Difusión y Divulgación, se puede decir que el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) participa de forma activa en la generación de conocimiento científico y tecnológico que impacta directamente en el bienestar de la sociedad y la productividad de las empresas relacionadas principalmente con el área de los materiales plásticos. Todas las acciones realizadas por el CIQA para el cumplimiento de sus objetivos están alineadas a lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología, en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024 y a las estrategias planteadas por el CONACYT.

Al hacer una revisión detallada de las acciones emprendidas para cada una de las actividades sustantivas que permitirán al CIQA cumplir con sus objetivos y metas, podemos mencionar los aciertos y las dificultades que se tuvieron durante el 2019 y las estrategias que se tienen que implementar para superar los retos, enfrentar las amenazas y cumplir con las metas establecidas en el PAT 2019.

En el caso de las actividades de Investigación y Desarrollo, la principal fuente de proyectos de investigación proviene de la participación en las convocatorias del CONACYT y de los organismos internacionales que financian este tipo de actividades, y aunque algunas políticas de Conacyt para el apoyo a proyectos científicos y tecnológicos se han modificado dando mayor apoyo a las propuestas enfocadas a la investigación básica, se ha promovido entre los investigadores la importancia de presentar propuestas de investigación a diferentes fondos para contar con recursos que les permitan desarrollar sus ideas pero buscando principalmente que la investigación se enfoque en la resolución de los problemas nacionales en beneficio de la sociedad y del desarrollo del país. Durante el año 2019 se tuvieron vigentes 86 proyectos de investigación, un incremento de 16% respecto a los proyectos vigentes durante 2018, de los cuales 29 fueron aprobados en el mismo período para contar con financiamiento externo, aunque el monto aprobado fue un poco menor al que se aprobó en el 2018. Se continuó trabajando en los proyectos que fueron aprobados en años previos en diferentes convocatorias y/o fuentes de financiamiento. y se redoblaron los esfuerzos para conseguir proyectos de investigación financiados por la industria, con lo que se ha logrado mantener en el 2019 un nivel de producción científica similar al de años anteriores

En cuanto a la Formación de Recursos Humanos, sigue siendo un reto el mantener la matrícula de los programas de posgrado del CIQA, así como la eficiencia terminal, ya que se requiere mejorar las actividades de difusión para atraer candidatos. Para esto es necesario promover los programas de posgrado que ofrece el CIQA y realizar una selección adecuada que permita que los estudiantes inscritos tengan el perfil adecuado para realizar estudios de Especialidad, Maestría y Doctorado. Aunque en el 2019 se contó con un buen número de estudiantes de licenciatura y posgrado de instituciones de la región interesados en realizar sus estudios de posgrado en el CIQA, se ha realizado un gran esfuerzo para atraer estudiantes extranjeros que se incorporen a los programas de maestría y doctorado, y con el apoyo de la Secretaría de Relaciones Exteriores se realizan los procesos de selección. En cuanto a la graduación de estudiantes de los posgrados del Centro, el avance



en la meta planteada al término del año 2019 fue ligeramente menor al esperado, alcanzando un 97% de avance con respecto a la meta programada, ya que se graduaron 42 de los 43 estudiantes programados, con respecto al número de investigadores titulares del Centro.

Desde hace algunos años se implementaron acciones para apoyar a los estudiantes de Maestría y Doctorado en el desarrollo de su trabajo experimental para minimizar las dificultades que enfrentan en su investigación, y con esto mejorar la eficiencia terminal de los estudiantes inscritos, con estas acciones se pretende que se vaya regularizando la duración de los programas de estudio para cumplir con los criterios establecidos por el CONACYT, tanto para la eficiencia terminal como para la duración de las becas que reciben los estudiantes, permitiendo con esto también cumplir con las metas establecidas en el PEMP en los próximos años.

En cuanto a las actividades de Vinculación con el sector productivo, en los últimos años se habían tenido buenos resultados en la generación de recursos facturados por la venta de los servicios tecnológicos que ofrece el Centro, principalmente por la creciente participación de los investigadores en proyectos de desarrollo de tecnología que eran sometidos a las convocatorias del PEI, por lo que su suspensión provocó una falta de continuidad y retrasos en la consecución de fondos para vinculación con la industria. Durante el primer semestre del 2019 se reforzaron las estrategias y medidas orientadas a generar proyectos de vinculación directamente financiados por empresas, además de la venta de servicios de asistencia técnica, análisis y pruebas y capacitación. Considerando que la situación económica que enfrenta el país redujo la inversión de las empresas en investigación y desarrollo de tecnología, se realizó un gran esfuerzo para formalizar proyectos y servicios que permitieron la generación de recursos facturados al concluir el 2019, aunque no fue suficiente para cumplir con la meta programada.

Consideramos importante mantener el ritmo de generación de proyectos con el sector productivo, lo que permitirá mantener los ingresos facturados en un buen nivel, y cumplir con las metas establecidas para los siguientes años. Esto implica contar con mecanismos que incentiven la participación de los investigadores en las actividades sustantivas que permitirán al Centro cumplir con su misión de generar conocimiento que pueda ser transferido a la sociedad para su beneficio.

Adicionalmente el CIQA continúa su participación, en alianza con otros Centros del sistema CONACYT, en la generación de proyectos conjuntos para resolver problemáticas nacionales en forma integral para atender los sectores de la industria automotriz, textil, y ambiental en el estado de Tlaxcala, en temas ambientales en el estado de Jalisco y para el sector automotriz, participando de manera activa con la creación del Laboratorio Nacional en Innovación y Desarrollo de Materiales Ligeros para la Industria Automotriz (LANIAUTO). Lo que permitirá al CIQA ampliar su horizonte de actuación e interactuar con otras instituciones y tener acceso a más infraestructura científica, que permita enriquecer las aportaciones que pueda hacer el CIQA en los temas de interés nacional.

Una estrategia implementada desde hace algunos años para lograr el cumplimiento de los compromisos establecidos en el Programa Anual de Trabajo, es la de realizar al inicio de cada año la asignación de metas y compromisos para cada departamento de investigación y para los laboratorios de servicios, así como el presupuesto de que dispondrán para ejecutar las acciones necesarias para el cumplimiento de sus metas. Y para dar



seguimiento al avance en el logro de las metas se realizan reuniones periódicas con los responsables de cada una de las áreas, lo que ha permitido tener un panorama general del avance y definir las estrategias que permitirán cumplir con lo establecido en el Programa Anual de Trabajo.

La información de los siguientes apartados se incluye como anexos al Informe de Autoevaluación 2018.

- 5.13 ESTRUCTURA ORGÁNICA AUTORIZADA Y OCUPADA AL 31 DE DICIEMBRE DE 2019**
- 5.14 ESTADO QUE GUARDAN LOS PASIVOS LABORALES CONTINGENTES Y ASUNTOS CONTENCIOSOS RELEVANTES**
- 5.15 AVANCE EN LA ATENCIÓN A OBSERVACIONES DE INSTANCIAS FISCALIZADORAS**
- 5.16 CUMPLIMIENTO DEL PND, A LOS PROGRAMAS DE MEDIANO PLAZO, SECTORIALES, INSTITUCIONALES (CRITERIOS, METAS E INDICADORES)**
- 5.17 CUMPLIMIENTO AL PEF PARA EL EJERCICIO 2019 Y CUMPLIMIENTO A LAS DISPOSICIONES DE AUSTERIDAD, AJUSTE DE GASTO CORRIENTE, MEJORA Y MODERNIZACIÓN DE LA GESTIÓN PÚBLICA.**
- 5.18 LEY FEDERAL DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA GUBERNAMENTAL.**
- 5.19 CUADROS DE CÁLCULO Y DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DEL 30% A QUE SE REFIERE LA LAASSP Y LA LOPSRM**
- 5.20 CUADROS DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO (SED)**
- 5.21 CUMPLIMIENTO A LOS COMPROMISOS DE GOBIERNO**
- 5.22 PROGRAMA DE CADENAS PRODUCTIVAS**
- 5.23 INFORMACIÓN DE FONDOS INSTITUCIONALES, MIXTOS, SECTORIALES Y TRANSFERENCIAS DEL CONACYT, ASÍ COMO OTRAS INSTITUCIONES PÚBLICAS O PRIVADAS, NACIONALES O EXTRANJERAS, PARA CONVENIOS Y PROYECTOS ESPECÍFICOS REALIZADOS DURANTE EL EJERCICIO, COMPARADO CON LO RECIBIDO EN EL AÑO ANTERIOR.**