





# 1. PRESENTACIÓN

## Introducción

El Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) forma parte del Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM, teniendo como antecedente histórico la creación del Centro de Instrumentos (CI) en 1971. En 2002, el CI cambió su denominación a la de Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, por acuerdo del Consejo Universitario. Este cambio de denominación se sustentó principalmente en el hecho de que la comunidad académica del Centro realizaba tareas de investigación y desarrollo adicionales a las previstas en el acuerdo de creación del CI, que habían sido avaladas por el Consejo Técnico de la Investigación Científica y que lo habían convertido en una entidad universitaria con un alto grado de multidisciplinariedad.

La misión del CCADET consiste en realizar investigación, desarrollo tecnológico, formación de recursos humanos, difusión y divulgación en los campos de instrumentación, micro y nanotecnologías, tecnologías de la información y educación en ciencia y tecnología, con un enfoque multidisciplinario, integrando las actividades de investigación y desarrollo tecnológico.

La visión del CCADET en el mediano plazo es la de convertirse en una entidad académica de excelencia con reconocimiento nacional e internacional por:

- la calidad de sus investigaciones;
- su capacidad para generar, asimilar y transferir tecnología;
- su papel sobresaliente en la promoción de la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico a través de programas y proyectos multidisciplinarios e integradores de ciencia y tecnología, con impacto en la solución de problemas nacionales y globales;
- su compromiso con la formación de recursos humanos de alta calidad en sus áreas de especialidad;
- su compromiso por difundir y divulgar los resultados que genera en los ámbitos de investigación y desarrollo tecnológico.

En el mediano plazo, la visión del CCADET es convertirse en un instituto de investigación, previo aval de los órganos colegiados de la UNAM.

## Los logros más importantes durante 2014

### 1. Creación de Laboratorio Nacional de Manufactura Aditiva, Digitalización 3D y Tomografía

Durante 2014 lo que era el Laboratorio Universitario de Ingeniería de Diseño y Manufactura Aditiva (LUIDIMA) obtuvo el aval y financiamiento por parte del CONACYT para transformarse en el Laboratorio Nacional de Manufactura Aditiva, Digitalización 3D y Tomografía Computarizada (MADiT).

Con los apoyos obtenidos a través del CONACYT y de la UNAM, este laboratorio cuenta actualmente con varios equipos de manufactura aditiva para polímeros termoplásticos, dos equipos para resinas fotopolimerizables y un equipo para "vacuum casting" para resinas, un equipo para impresión en metal, y uno más para biomateriales; escáneres 3D de baja, media y alta resolución, así como uno con capacidad de digitalización de textura y color; un equipo de manufactura aditiva por stereolitografía y un tomógrafo industrial computarizado, entre otros.

Con las facilidades arriba descritas, en breve el MADiT tendrá la capacidad de ofrecer servicios de manufactura aditiva en polímeros, mediante las tecnologías FDM (extrusión de hilo) y resinas fotopolimerizables (PolyJet) y DLP (procesamiento digital de luz). También ofrecerá capacidades de moldeo por vacío con resinas y manufactura aditiva con metales y cerámicos. En el apartado de digitalización 3D, se duplicarán las capacidades de digitalización y se incrementará la velocidad de adquisición con la llegada de nueva infraestructura a este laboratorio además de que contará con capacidades de adquisición de textura y color, lo que lo posicionará como uno de los laboratorios mejor equipado en su tipo en el país.



## PRESENTACIÓN

El MADiT tiene relación con varias dependencias universitarias, entre las que se puede mencionar al Instituto de Biología, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Ingeniería, Instituto de Geología, Instituto de Matemáticas, Centro de Geociencias, Facultad de Ingeniería, Facultad de Medicina y Facultad de Arquitectura (esta última a través del Centro de Investigaciones en Diseño Industrial). Asimismo, ha establecido colaboraciones externas con el Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga”, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey, la Universidad Autónoma de Yucatán, el Centro de Investigación en Materiales Avanzados y Escuela Nacional de Conservación del INAH; se prevé que en el futuro próximo el número de colaboraciones tanto al interior de la UNAM como fuera de ella se siga incrementando.

### 2. El otorgamiento de cuatro patentes

Durante 2014 se logró el otorgamiento de 4 patentes a desarrollos realizados en el Centro; 3 de dichas patentes fueron otorgadas en México y 1 más en Estados Unidos de América. Las áreas de aplicación de estos desarrollos son principalmente la automatización, la electrónica, la energía, la salud y el medio ambiente. Los autores y los títulos de las patentes obtenidas durante el año son:

1. De Luca Pennacchia A., Kussul E., Baydyk T., Método de fabricación de las tarjetas con ranuras para circuitos electrónicos, número de registro: 307903, México.
2. Guadarrama Santana A., García Segundo C., García Valenzuela A., Dispositivo para el sensado capacitivo temporal, número de registro: MX/a/2012/003335, México.
3. Kussul E., Baidyk T., Lara-Rosano F., SanigerBlesa J.M., Ascanio G., Bruce N.C., Method and Device for Mirrors Position Adjustment of a Solar Concentrator, US 8, 631, 995 B2, Estados Unidos de América.
4. Kussul E., Baydyk T., De Luca Pennacchia A., Tarjetas para circuitos electrónicos con ranuras para conexiones, No. de registro: MX 320896 B, México.

Este logro es muy importante si se considera que en toda la historia del CCADET se le habían otorgado un total de 6 patentes, por lo que el número de patentes obtenidas durante 2014 es muy significativo.

### 3. Consolidación de la Unidad de Investigación y Desarrollo Tecnológico del CCADET en el Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga”

La Unidad de Investigación y Desarrollo Tecnológico (UIDT) del CCADET en el Hospital General de México (HGM) “Dr. Eduardo Liceaga” fue inaugurada el 20 de septiembre de 2013 como resultado del convenio de colaboración firmado en 2012 por la UNAM y el HGM.

El objetivo principal de la UIDT es el desarrollo de investigación y tecnologías alrededor de nuevos materiales, dispositivos, equipos, *software*, procedimientos de diagnóstico, procedimientos terapéuticos y de apoyo a la práctica profesional y la enseñanza clínica relacionadas con enfermedades que afecten a la salud de la población en general. Actualmente, la UIDT cuenta con un espacio aproximado de 80m<sup>2</sup> ubicados entre el Servicio de Oncología y Medicina Interna en las instalaciones del Hospital, en el que operan 4 áreas de trabajo especializado y un área general de desarrollo. El equipo multidisciplinario de esta unidad trabaja en 4 proyectos de investigación ya protocolizados, 3 que están en proceso de protocolización y 7 propuestas que están siendo estudiadas para su realización. Entre las acciones más importantes que se promovieron este año y que están logrando la consolidación de la Unidad y la mayor presencia del CCADET en el HGM se encuentran la contratación de dos académicos (1 investigador y 1 técnico académico) que están adscritos a la unidad, la incorporación de tiempo parcial de dos académicos recién doctorados, con fuertes intereses académicos en el área de salud. El incremento creciente del número de académicos del CCADET que dedica una parte significativa de su trabajo a proyectos con la UIDT: 16 académicos asociados (8 investigadores y 8 técnicos académicos); y la visibilidad creciente de la UIDT en el ámbito del HGM, que se deduce del acercamiento de personal médico y de investigación así como de residentes del Hospital para conocer la Unidad y presentar solicitudes de apoyo.



#### 4. Aumento en el financiamiento de proyectos

Se logró un financiamiento por proyectos tanto internos como externos superior a 54 millones de pesos, lo que representa casi el doble del monto obtenido durante 2013 y uno de los más altos en la historia del CCADET para un año calendario. Es de destacar que más del 60% del monto obtenido fue en el rubro de infraestructura, destacando los apoyos obtenidos para la creación del Laboratorio Nacional de Manufactura Aditiva, Digitalización 3D y Tomografía así como para el fortalecimiento del Laboratorio Universitario de Fabricación de Equipos Ópticos (LUFABEO).

#### 5. Número record de publicaciones indizadas

Durante 2014 el personal académico del CCADET publicó 93 artículos internacionales en revistas o memorias de congreso indizadas, lo que constituye un record histórico en el Centro. Esta cifra representa 16 publicaciones más que en el año 2013 y 9 publicaciones más que en el año 2008, que era el año en que más publicaciones indizadas se habían generado. La cifra de trabajos publicados equivale a 2.4 artículos publicados por investigador, por año, que es una cifra superior al promedio de artículos publicados por investigador, por año, en el Subsistema de la Investigación Científica. La Figura 1 muestra que la publicación de artículos en el CCADET ha tenido una tendencia creciente durante los últimos 20 años.

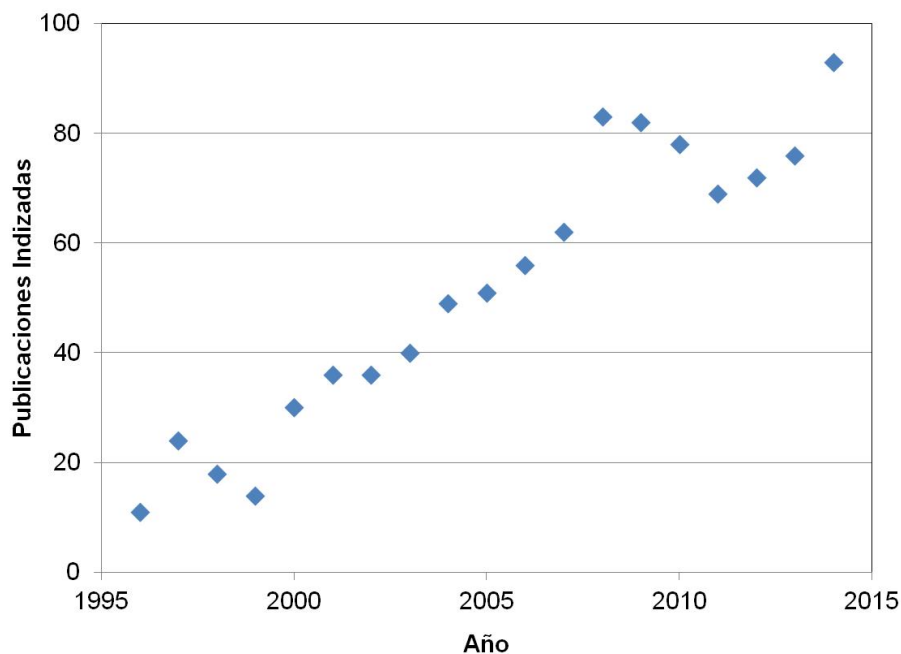


Figura 1. Número de publicaciones indizadas de 1995 a 2015.

#### Plantilla Académica

La plantilla académica del CCADET durante 2014 se vio incrementada por la contratación de 2 investigadores y un técnico académico. Una de las plazas de investigador y la de técnico académico fueron asignadas a la Unidad del CCADET en el Hospital General de México mientras que la segunda plaza de investigador fue asignada al Departamento de Tecnologías de la Información, para cubrir la plaza que liberó el Dr. Francisco Cervantes, por renuncia. Además, una plaza de investigador quedó vacante debido al sensible fallecimiento del Dr. Roberto Ortega Martínez, Investigador Titular C del Departamento de Óptica y Microondas, misma que debería ser ocupada por un joven investigador preferentemente en el primer semestre de 2015. De esta manera, en el periodo, la plantilla académica estuvo constituida por 108 académicos contratados por la UNAM, de los



## PRESENTACIÓN

cuales 39 son investigadores y 69 técnicos académicos, además de 13 becarios posdoctorales. Adicionalmente, en el último trimestre del año se logró la incorporación de una investigadora contratada por el CONACYT y asignada por medio del programa de Cátedras Patrimoniales al CCADET.

A continuación se presenta el desglose de los académicos del Centro por categorías y niveles incluyendo sus niveles en el PRIDE y SIN

INVESTIGADORES																
GRADO			NOMBRAMIENTO				PRIDE				SNI					
Lic.	Maes.	Doc.	As.C	Ti.A	Ti.B	Ti.C	Sin	A	B	C	D	Sin	C	I	II	III
1	0	38	5	11	10	13	0	1	7	17	14	3	2	14	15	5

92% de los investigadores pertenecen al SNI: 5% en el nivel candidato, 36 % en el nivel I, 38% en el nivel II y 13% en el nivel III. En cuanto a los becarios posdoctorales, la mayoría de ellos (8) se encuentran realizando proyectos en el Departamento de Instrumentación y Medición, 4 en el Departamento de Tecnociencias y 2 en el Departamento de Óptica y Microondas, mientras que el Departamento de Tecnologías de la Información actualmente no cuenta con ningún becario posdoctoral, por lo que sería deseable que en el corto plazo se incorporaran becarios posdoctorales a dicho departamento.

TÉCNICOS ACADÉMICOS																			
GRADO				NOMBRAMIENTO							PRIDE					SNI			
Sin	Lic.	Maes.	Doc.	As.A	As.B	As.C	Ti.A	Ti.B	Ti.C	Sin	A	B	C	D	Sin	C	I	II	III
2	15	24	28	2	1	12	8	28	18	3	2	12	42	10	53	4	10	2	0

Respecto a los Técnicos Académicos, es importante hacer notar que más del 75% cuenta con estudios de posgrado y cerca del 25% pertenece al SNI. También es importante destacar que más de la mitad de ellos se desempeñan como tecnólogos o técnicos académicos de desarrollo, teniendo como su actividad principal el desarrollo tecnológico y el resto realizan tareas de apoyo a la investigación o labores de apoyo general como servicios de cómputo y telecomunicaciones y servicios bibliotecarios.

La edad promedio de los académicos en general es de 52 años: 51.6 años en el caso de los investigadores y 52.2 en el caso de los técnicos académicos.

En cuanto a la distribución por género del personal académico, el 27% lo compone mujeres, lo que supone un total de 29 mujeres (11 investigadoras y 18 técnicas académicas).

## Proyectos

Durante el 2014 se desarrollaron un total de 56 proyectos financiados. En la Tabla 1 se presenta un resumen de dichos proyectos, desglosados por el origen de su financiamiento y especificando el monto ejercido durante el año para cada grupo de proyectos. El monto total de los financiamientos externos al CCADET es claramente superior al de 2013, siendo uno de los más altos en su historia, solo superado por el financiamiento obtenido en 2010 que fue del orden de 59 millones de pesos. Como puede observarse en la Tabla 1, más del 50 % de los recursos obtenidos durante 2014 provienen de convocatorias emitidas por CONACYT en el rubro de infraestructura, en las convocatorias tanto de apoyo al fortalecimiento y desarrollo de la infraestructura científica y tecnológica como en la de apoyos complementarios para el establecimiento de laboratorios nacionales. Las siguientes dos fuentes de financiamiento fueron los proyectos PAPIIT de la DGAPA y los Fondos Sectoriales del CONACYT. Cabe destacar que de los ingresos adicionales obtenidos durante el año, el monto proveniente de



## INFORME DE ACTIVIDADES 2014

agencias federales y estatales sumado al de ingresos externos es 5.5 veces superior al proveniente de la UNAM. Por otro lado, es también de destacar el bajo financiamiento obtenido en este año de proyectos de Investigación en Ciencia Básica de CONACYT, los que habían sido, en años anteriores, una de las principales fuentes de financiamiento de las actividades de investigación en el CCADET. Esta es una tendencia que se observa en la mayoría de los centros de investigación y de las universidades del país debido a la amplia demanda por este tipo de proyectos y el bajo nivel de financiamiento por parte del CONACYT para dicho programa, lo que genera que la tasa de aprobación sea extremadamente baja por lo que es urgente buscar fuentes de financiamiento alternas que permitan continuar realizando las actividades de investigación que se financiaban con ese tipo de proyectos.

Fuente del Financiamiento	Número de Proyectos	Monto Ejercido en 2014
UNAM (Institucionales)	2	3,570,000.00
UNAM-PAPIIT	23	5,890,815.00
UNAM-PAPIME	4	497,400.00
CONACYT (Ciencia Básica)	6	1,701,475.00
CONACYT (Sectoriales)	5	5,807,438.00
CONACYT (Innovación)	2	525,000.00
CONACYT (Bilaterales)	1	26,200.00
CONACYT (Infraestructura)	2	15,000,000.00
CONACYT (Laboratorios Nacionales)	1	14,700,000.00
Externos (Sector Privado)	5	2,204,124.52
Externos (Sector Gubernamental)	7	4,079,268.17
<b>Gran Total</b>		<b>54,001,720.69</b>

Tabla 1. Proyectos de Investigación y Desarrollo, clasificados por su fuente de financiamiento.



## PRESENTACIÓN

En la Tabla 2 se presenta la distribución de los proyectos financiados según el campo del conocimiento y el área de aplicación. Como puede observarse, la mayor parte de los proyectos financiados provienen del campo de instrumentación (que concentra casi el 50% de los proyectos), seguidos por micro y nanotecnología, enseñanza en ciencia y tecnología y al final, con solo un 11%, el campo de tecnologías de la información. En lo que respecta a los proyectos por áreas de aplicación se observa un mayor equilibrio entre las 4 áreas, mostrando una distribución mucho más homogénea.

CAMPOS DE CONOCIMIENTO		ÁREAS DE APLICACIÓN	
INSTRUMENTACIÓN	49%	EDUCACIÓN	23%
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN	11%	SALUD	28%
MICRO Y NANO TECNOLOGÍA	24%	ENERGÍA	22%
ENSEÑANZA CIENCIA/TECNOLOGÍA	16%	MEDIO AMBIENTE	20%
		OTRAS	7%

Tabla 2. Distribución de proyectos según los campos de conocimiento y las áreas de aplicación.

## Publicaciones

La multiplicidad de los trabajos académicos que se desarrollan en el CCADET se refleja en la diversidad de las publicaciones generadas históricamente en el Centro y este año no es la excepción. El conjunto de publicaciones durante 2014 estuvo integrado fundamentalmente por artículos en revistas indizadas de difusión internacional, trabajos en extenso publicados en memorias de congreso indizadas, trabajos en extenso publicados en memorias de congreso no indizadas, artículos publicados en revistas de difusión o de divulgación (no indizadas), libros y capítulos en libros especializados, libros de texto, informes tanto internos como externos y manuales (Tabla 3).

Tipo de Publicación	Número	Porcentaje Respecto al Total
Artículos en Revistas Internacionales Indizadas	93	33.1
Artículos en Revistas Nacionales	8	2.8
Libros Publicados	3	1.1
Capítulos en Libros	9	3.2
Memorias en Extenso en Congresos Internacionales	39	13.7
Memorias en Extenso en Congresos nacionales	48	16.9
Informes Técnicos Internos	27	9.5
Informes Técnicos Externos	45	15.8



## INFORME DE ACTIVIDADES 2014

Manuales	11	3.9
<b>Total de Publicaciones</b>	<b>284</b>	<b>100.0</b>

Tabla 3. Publicaciones generadas en 2014 clasificadas según su tipo.

### Artículos publicados en revistas y memorias en extenso arbitradas e indizadas

En el periodo se publicaron 93 artículos en revistas o memorias de congreso internacionales indizadas, de los cuales 65 fueron artículos en revista y 28 fueron trabajos en extenso en memorias indizadas, lo que representa un promedio de 2.4 artículos indizados por investigador y por año. Adicionalmente, se publicaron 8 artículos en revistas arbitradas de circulación nacional. Como puede observarse en la Tabla 3, la tercera parte de las publicaciones que se generan en el CCADET son artículos indizados.

En la Tabla 4 se presenta la distribución de publicaciones indizadas según el campo de conocimiento y las áreas de aplicación que se han definido en el CCADET. Como puede observarse, el grueso de las publicaciones indizadas se concentran en los campos de instrumentación y micro y nanotecnologías, mientras que en el área de enseñanza de la ciencias y/o tecnología y tecnologías de la información, la proporción es más pequeña debido a que en estas áreas los productos principales que se generan no son artículos en revistas indizadas sino otro tipo de productos. En lo que se refiere a las 4 áreas de aplicación que se han definido en el Centro (educación, salud, energía y medio ambiente), se encuentra una distribución más homogénea del número de publicaciones en las 4 áreas.

CAMPOS DE CONOCIMIENTO		ÁREAS DE APLICACIÓN	
Instrumentación	45%	Educación	15%
Tecnologías de la Información	2%	Salud	22%
Micro y Nano Tecnologías	38%	Energía	22%
Enseñanza de la Ciencia/Tecnología	15%	Medio Ambiente	22%
		Otras	19%

Tabla 4. Distribución de publicaciones según el campo de conocimiento y las áreas de aplicación.

El factor de impacto promedio de las revistas internacionales en las que se publicó durante 2014 fue de 1.95. En la Tabla 4 se presenta el listado de las revistas en las que se publicó y los factores de impacto correspondientes.

No.	Revista	No. Artículos	Índice	Factor de Impacto
1	Advanced Materials Research	1	SCOPUS	0.198
2	Advances in Materials Science and Engineering	1	ISI	0.897
3	Advances in Space Research	1	ISI	1.238
4	Applied Acoustics	1	ISI	1.068





## PRESENTACIÓN

5	Applied Optics	4	ISI	1.649
6	Applied Physics Letters	1	ISI	3.515
7	Applied Surface Science	1	ISI	2.538
8	Biochemical Engineering Journal	1	ISI	2.368
9	Catalysis Communications	1	ISI	3.32
10	Ceramics International	1	ISI	2.086
11	Chemical Engineering Journal	1	ISI	4.058
12	Dalton Transactions	1	ISI	4.097
13	Informática	1	ISI	0.901
14	<u>Intelligent Decision Technologies</u>	2	SCOPUS	0.77
15	<u>Intelligent Systems Reference Library</u>	2	SCOPUS	0.175
16	Int. J. of Information Technologies and Systems Approach	2	SCOPUS	0.538
17	Journal of Advanced Oxidation Technologies	1	ISI	1.106
18	Journal of Alloys and Compounds	2	ISI	2.726
19	Journal of Hazardous Materials	1	ISI	4.331
20	Journal of Luminescence	1	ISI	2.367
21	Journal of Magnetism and Magnetic Materials	1	ISI	2.002
22	Journal of Nano Research	1	ISI	0.515
23	Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics	1	ISI	0.369
24	Journal of Nanoscience and Nanotechnology	1	ISI	1.339
25	Journal of Organometallic Chemistry	1	ISI	2.302
26	Journal of Physical Chemistry B	1	ISI	3.377
27	Journal of Superconductivity and Novel Magnetism	1	ISI	0.93
28	Journal of Technology management and Innovation	1	SCOPUS	0.735
29	Journal of Texture Studies	1	ISI	1.677
30	Journal of the Optical Society of America A	4	ISI	1.448



## INFORME DE ACTIVIDADES 2014

31	Labon a Chip	1	ISI	5.748
32	Macromolecular Bioscience	1	ISI	3.65
33	Materials Chemistry and Physics	1	ISI	2.129
34	Measurement Science and Technology	2	SCOPUS	1.21
35	Optical Engineering	3	ISI	0.958
36	Optics Letters	2	ISI	3.179
37	Optik	1	ISI	0.769
38	Presence: Teleoperators and Virtual Environments	1	ISI	0.912
39	Progress in Organic Coatings	1	ISI	2.302
40	Recent Patents on Nanotechnology	1	ISI	1.667
41	Research in Science Education	1	ISI	1.268
42	Review of Scientific Instruments	2	ISI	1.584
43	Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica	1	ISI	1.07
44	Revista Mexicana de Física	4	ISI	0.328
45	RSC Advances	1	ISI	3.708
46	Science of the Total Environment	1	ISI	3.163
47	Sensors	1	ISI	2.048
48	Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy	1	ISI	3.15

Tabla 4. Factor de impacto de las revistas en las que se publicó durante 2014.

En la Figura 2 se presenta la evolución del número de citas anuales entre 2005 y 2014. Durante 2014 se recibieron cerca de 900 citas, lo que supone un número ligeramente inferior a las del año 2013. Es importante hacer mención que dado que los datos se obtuvieron a mediados de diciembre de 2014 y que hay un cierto retraso en la actualización de la información por parte de buscadores y/o las casas editoriales, se prevé que el número de citas obtenidas en 2014 iguale o supere las obtenidas en años anteriores. Es importante hacer notar que las palabras claves que se utilizaron para realizar la búsqueda fueron "Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico" y "Centro de Instrumentos". El índice H del CCADET es de 34.



## PRESENTACIÓN

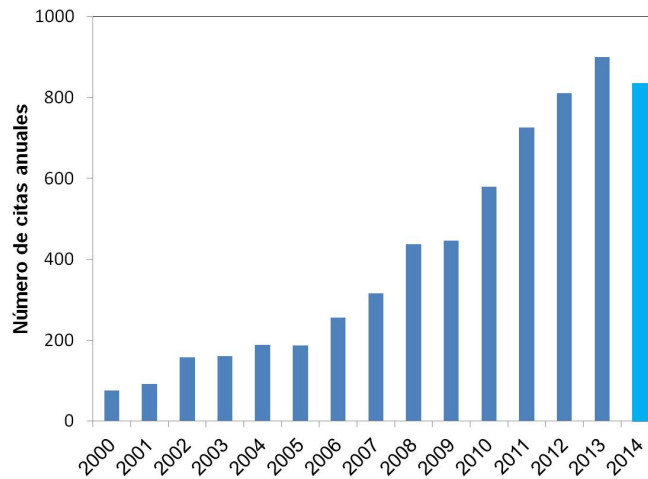


Tabla 4. Citas anuales a los trabajos publicados por el CCADET de 2000 a 2014.

### Libros y Capítulos en Libro

En 2014 se publicaron 3 libros y hay 2 más aceptados, de los cuales 4 son libros especializados y uno es un libro de texto, además de que se publicaron 9 capítulos en libro y hay 14 capítulos más que fueron aceptados durante 2014 y se publicarán en fecha próxima. Los libros y capítulos en libros versan sobre temas diversos. Prácticamente la totalidad de estos libros o capítulos en libro fueron publicados por académicos de los departamentos de Tecnociencias y de Tecnologías de la Información, por lo que el personal de los departamentos de Instrumentación y Medición así como Óptica y Microondas tienen un campo de oportunidad importante en este tipo de materiales. La producción de libros y capítulos en libro representó durante 2014 un poco más del 4% de la producción total del CCADET.

### Memorias en Extenso en Congresos Nacionales e Internacionales

En el periodo se publicaron 39 memorias en extenso en congresos internacionales y 48 memorias en extenso en congresos nacionales, entre las que destacan principalmente las memorias publicadas en los congresos de la Sociedad Mexicana de Instrumentación, IEEE e Iberoamericano de Catálisis. La producción de memorias en extenso en congresos representó aproximadamente el 30% del total de la producción del CCADET durante 2014.

### Informes Técnicos y Manuales

Los informes técnicos y manuales son un tipo de publicación importante en un centro que tiene al desarrollo tecnológico como parte de su misión y objetivos, ya que en ellos se resguarda la información relativa a los productos de corte tecnológico. En el periodo se generaron 27 informes técnicos internos, que están relacionados con proyectos de dicha naturaleza y 45 informes externos, que están relacionados con proyectos contratados por algún patrocinador, generalmente externo a la Universidad. Además, se produjeron 11 manuales de los cuales 4 fueron internos y 7 externos. Los informes técnicos y manuales internos son sometidos a un proceso de evaluación por el Comité Editorial del CCADET, en tanto que para la evaluación de los informes y manuales externos se toma como base la opinión de los patrocinadores. En todos los casos, el Centro a través del Comité Editorial conserva la memoria técnica de los trabajos realizados, como parte del acervo de conocimiento.

Este año se implementó un sistema de consulta a los informes técnicos y manuales internos a través del internet. Los académicos del CCADET tienen libre acceso al texto completo de los informes y los usuarios externos al CCADET a los resúmenes de los trabajos, con una liga a la Coordinación de Vinculación del CCADET para obtener más información.



## Productos Tecnológicos

El CCADET tiene una vertiente tecnológica importante que se refleja no solo en la publicación de informes técnicos sino también en la generación de productos tales como prototipos; productos informáticos, como software y paquetes multimedia; e instrumentos de protección intelectual, como patentes, registros de marca, diseños industriales, marcas y modelos de utilidad. Por lo anterior, para tener un panorama más completo y detallado del trabajo tecnológico en el Centro es necesario tomar en cuenta estos productos.

Durante 2014, como se mencionó al inicio de esta presentación, se logró obtener 4 patentes, 3 en México y una en Estados Unidos de América, lo que es un número muy significativo, si se considera que durante toda su historia al CCADET se le habían concedido un total de 6 patentes.

En lo que se refiere a prototipos, durante 2014 se trabajó en 9 prototipos de instrumentación científica y 1 prototipo para instrumentación industrial, 3 prototipos relacionados con aplicaciones en energía, 2 con aplicaciones en educación y 4 con aplicaciones en salud. Asimismo, se desarrollaron o actualizaron 9 productos de software que fueron validados por el usuario y se concluyó un desarrollo multimedia sobre diálogos de ciencia.

A continuación se describen los avances durante 2014 de algunos de los prototipos y desarrollos que están en curso en el CCADET:

1. Proyecto multidisciplinario para el desarrollo de un topógrafo corneal (TOCO). a) Se realizó una investigación de campo sobre los requerimientos de diseño del topógrafo corneal. b) Se llevó a cabo el proceso de diseño, incluyendo bocetos, modelos volumétricos y simuladores. c) Se realizó el modelado CAD en Solid Works de la propuesta inicial. Se trasladó el modelo matemático del diseño de la pantalla nula a un modelado CAD (en Solid Works) que permitiera construir esta pantalla con alta precisión en el Laboratorio Nacional MADiT del CCADET. d) Se desarrollaron 3 prototipos funcionales (simuladores) que permitieron evaluar las propuestas de diseño con diferentes perfiles de usuarios e identificar la propuesta y las características más acertadas para la operación eficiente del instrumento. e) Se realizaron pruebas de usabilidad con 31 usuarios en las siguientes instituciones: Instituto de Oftalmología Fundación Conde de Valenciana, Hospital General de México y Hospital Infantil.

2. Medición de una superficie parabólica fuera de eje por deflectometría láser. Se mejoró el algoritmo de captura de datos de los haces reflejados por la superficie de prueba. Se realizaron adecuaciones al dispositivo experimental, ya que el barrido con el haz láser no se podía realizar sobre toda la superficie porque había obstrucciones entre las componentes y desplazadores mecánicos. Se determinó la superficie generatriz de la superficie de prueba que será usada como superficie de referencia al realizar la integración de los datos.

3. Se desarrolló un algoritmo para determinar el radio de curvatura paraxial  $R$  y la constante de conicidad  $k$  de una superficie óptica, a partir de un conjunto de imágenes tipo Hartmann, cuando la superficie bajo prueba se encuentra en diferente posición axial al obtener cada imagen; se han obtenido excelentes resultados con simulaciones numéricas, mientras que los resultados experimentales son menos precisos debido a los errores experimentales.

4. Se inició la propuesta de probar espejos planos (helióstatos) con el método de pantallas nulas; se utilizó este método para probar colectores solares de canal parabólico.

5. En colaboración con académicos de la UNITSMO y de la UTM, se realizan estudios sobre diseño, construcción y prueba de concentradores solares de canal parabólico que se fabrican en la UNITSMO. Se han diseñado nuevos esquemas de pantallas nulas planas para probar las superficies asféricas de estos concentradores solares.

6. Se concluyó un prototipo de levitador ultrasónico de 29 kHz, del cual se tiene un prototipo funcionando; sin embargo, se siguen haciendo algunas mejoras y optimización general. Asimismo, se concluyó un prototipo de levitador de fluidos.



## PRESENTACIÓN

7. Se creó y se gestionó una plataforma webcasting para la transmisión de eventos académicos en tiempo real vía internet. Mediante esta plataforma se han apoyado actividades de difusión del CCADET y del Congreso de Instrumentación.

8. Durante 2014, las tecnologías desarrolladas en el Aula del Futuro, desarrollada en el CCADET, encontraron eco con instituciones externas a la UNAM, fundamentalmente con el Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa, la Oficina de Estrategia Digital de la Presidencia de la República, la escuela Christel House, la Secretaría de Educación, la Coordinación Académica del Bachillerato de la UNAM y con Fundación UNAM. Con todas estas instituciones se han estado diseñando los proyectos que permitirán que otras dependencias aprovechen el trabajo desarrollado en el Centro. Adicionalmente, el Aula del Futuro apareció referenciada en el reporte de la UNESCO como una de las mejores cinco prácticas del uso de tecnología en el aula en México. Asimismo, el proyecto fue seleccionado por Microsoft Educación, de entre más de mil propuestas de la región, para asistir en abril de 2015 a Redmond, EU, a concursar por la final mundial.

### Docencia y formación de recursos humanos

En el CCADET una gran mayoría de los académicos, tanto investigadores como técnicos académicos, están claramente comprometidos con labores de docencia y formación de recursos humanos, ya sea impartiendo clases frente a grupo, dirigiendo tesis de grado y posgrado, participando en comités tutorales y jurados, atendiendo prácticas profesionales y servicios sociales, brindando asesorías, participando en la creación y actualización de planes de estudio y en la elaboración y aplicación de exámenes de admisión, entre otras actividades.

Durante el periodo, se impartieron 173 cursos curriculares frente a grupo, de los cuales 74 fueron de licenciatura y 99 de posgrado; además, se impartieron 60 cursos de capacitación y actualización cubriendo los niveles de bachillerato licenciatura y posgrado. Adicionalmente, los académicos del CCADET participaron en 18 actividades enfocadas a procesos de admisión de alumnos, evaluación de profesores así como elaboración y/o revisión de planes de estudio.

Como en los años anteriores, la mayor parte de los cursos a nivel licenciatura se imparten en las facultades de Ciencias, Química e Ingeniería y en menor proporción en las facultades de Contaduría y Administración y Filosofía y Letras.

En lo que se refiere a estudios de posgrado, el CCADET es entidad participante de los programas de posgrado en Ingeniería, Ciencia e Ingeniería de los Materiales, Física, Ciencia e Ingeniería de la Computación y Música. Además, diversos académicos del CCADET participan en otros 2 programas de posgrados: el de Ciencias Químicas y el de Pedagogía. Así, la formación de recursos humanos en el periodo se refleja en 27 tesis de licenciatura, 27 tesis de maestría y 8 tesis de doctorado; es decir que se concluyeron un total de 62 tesis, además de que están en proceso alrededor de 140 tesis más.

Las tesis de licenciatura concluidas fueron 12 en la Facultad de Ingeniería, 6 en la Facultad de Ciencias, 3 en la Facultad de Química y 2 en otras universidades nacionales. En lo que respecta a las tesis de maestría, 16 fueron en el Posgrado en Ingeniería, 1 en el Posgrado en Computación, 2 en el Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, 1 en el Posgrado en Música, 2 en el Posgrado en Administración, 1 en el Posgrado en Estudios Latinoamericanos y 2 más en Posgrados de universidades extranjeras (en el área de computación). En el caso de las tesis de doctorado, 4 fueron en el Posgrado en Ingeniería, 2 en el Posgrado en Pedagogía, 1 en el Posgrado en Ciencias Físicas y 1 en el Posgrado en Economía.

Adicionalmente, se graduaron 9 estudiantes de licenciatura y 1 estudiante de maestría por otros métodos de titulación asesorado por académicos del CCADET; los estudiantes de licenciatura se graduaron principalmente por el método de titulación por servicio social, y el estudiante de maestría se graduó por actividades de investigación.



## Proyección y Vinculación del CCADET

El CCADET es un centro que está abierto a colaborar y vincularse con otras dependencias de la UNAM, con instituciones y universidades tanto nacionales como extranjeras, con el sistema productivo nacional y con la sociedad en general, contribuyendo así al mejor cumplimiento de las funciones sustantivas de nuestra Universidad. Durante 2014 el CCADET continuó impulsando el funcionamiento y proyección de los Laboratorios Universitarios de Nanotecnología Ambiental (LUNA), de Caracterización Espectroscópica (LUCE), de Fabricación de Equipos Ópticos (LUFABEO) y logró la transformación del Laboratorio Universitario de Ingeniería de Diseño y Manufactura Aditiva (LUIDIMA) en el Laboratorio Nacional de Manufactura Aditiva, Digitalización 3D y Tomografía (MADIT), con el aval y financiamiento del CONACYT. Estos laboratorios tienen como objetivo brindar servicios altamente especializados en apoyo a proyectos de investigación y desarrollo tecnológico a entidades de la UNAM y de otras universidades públicas y privadas, apoyar a la docencia y a la formación de recursos humanos a nivel de grado y de posgrado y prestar servicios de alta especialización a sectores externos público y privado.

Durante el año 2014, los laboratorios LUNA y LUCE consolidaron su presencia en el CCADET y en la UNAM, ampliando sus colaboraciones con diferentes entidades de la Universidad y de otras universidades y comenzaron a generar productos de investigación (principalmente artículos, capítulos en libro y memorias en extenso) además de que actualmente se encuentran en curso un buen número de tesis de grado y posgrado tanto en el CCADET como en las entidades universitarias e IES con las que colaboran dichos laboratorios. En ambos laboratorios, desde su inauguración formal en 2013, se ha trabajado en la puesta en operación de los equipos experimentales y en la administración de los mismos para apoyar las solicitudes de uso tanto internas como externas. Como resultado de ello, durante 2014 en el LUCE se atendieron solicitudes de apoyo de 21 proyectos de I+D de diez entidades de la UNAM (incluyendo al CCADET) y tres entidades externas. Mientras que en el LUNA se atendieron solicitudes de 13 proyectos de ocho entidades de la UNAM y de 4 entidades externas y se analizaron más de 2000 muestras en los diferentes equipos con los que cuenta dicho laboratorio.

Por su parte el LUFABEO logró un financiamiento de 10 millones de pesos con los que se adquirió una máquina de pulido de superficies ópticas de control numérica de la marca Zeeko, con lo cual el CCADET se pondrá a la vanguardia en el pulido de superficies ópticas tanto esféricas como asféricas y de forma libre ("freeform"), para los cuales se está encontrando cada vez más aplicaciones, particularmente para reducir las aberraciones en sistemas ópticos utilizando un menor número de elementos, simplificando así la construcción y prueba de estos sistemas.

Por otro lado, en febrero de 2012 se firmó un convenio para crear la Unidad de Investigación y Desarrollo Tecnológico (UIDT) del CCADET en el Hospital General de México (HGM), la que comenzó a operar formalmente en octubre de 2013. En enero de 2014 se creó la Coordinación de la UIDT del CCADET en el HGM. Las principales actividades de dicha coordinación durante 2014 fue el seguimiento de los proyectos en desarrollo en la UIDT (protocolizados y en proceso de protocolización) así como de las nuevas propuestas de proyectos que surgieron en el año, lo cual involucró un número significativo de reuniones con los académicos del CCADET que participan en dichos proyectos y con la contraparte del HGM. Un hecho que dio un impulso muy importante a la UIDT fue la incorporación de tiempo completo de dos nuevos académicos a la misma, un investigador Asociado C y un Técnico Académico Titular A. A partir de esta incorporación y la presencia continua de los dos académicos en la Unidad se dio un importante acercamiento de miembros de la comunidad médica del Hospital presentando propuestas de colaboración que están siendo analizadas en estos momentos. La creación de estas dos plazas se logró gracias al apoyo y aval de la Coordinación de la Investigación Científica, la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, la Secretaría General y de la Coordinación de Planeación, Presupuestación y Evaluación de la UNAM. Adicionalmente a estas nuevas plazas, dos académicos del CCADET que se reincorporaron al término de sus estudios de doctorado manifestaron su interés por incorporarse de tiempo parcial a la UIDT, lo que significó un reforzamiento importante no sólo en términos numéricos sino también por la aportación de nuevas capacidades de I+D. A finales de este año se cuenta con 15 académicos del Centro colaborando con la UIDT, 6 proyectos en desarrollo (4 protocolizados y 2 en proceso de protocolización) y 7 propuestas de proyectos en estudio, en los que al menos en tres de ellas se iniciará la etapa de protocolización en el 2015. Las perspectivas de consolidación de la UIDT son cada vez más viables y con base en los resultados obtenidos hasta ahora se está considerando, por parte de la Dirección General del Hospital, la ampliación de los actuales espacios de la UIDT.



## PRESENTACIÓN

En el marco del Centro de Ciencias de la Complejidad, académicos del CCADET que forman parte del mismo participaron en la organización de un seminario permanente semanal sobre teorías, métodos y modelos de la complejidad social, con el fin de formar recursos humanos que puedan aplicar las nuevas teorías y metodologías derivadas de las ciencias de la complejidad al análisis y solución de problemas sociales desde una perspectiva transdisciplinaria. Para ello se contó con un colectivo de estudiantes de diversas disciplinas entre las que podemos mencionar ingeniería de sistemas, ciencias de la educación, comunicación, ciencia e ingeniería de la computación, economía, sociología, antropología y música.

El seminario tuvo tres temáticas:

- 1) El campo de los sistemas complejos con todos sus distintos enfoques.
- 2) El campo del análisis social con base en enfoques críticos de teoría social basados en la interacción de sus elementos, la auto-organización y la emergencia social.
- 3) El campo de las técnicas de modelado y simulación aplicables a sistemas sociales.

En lo que respecta a instrumentos legales de colaboración con otras dependencias de la UNAM, otras universidades y con el sector empresarial, durante 2014 se firmaron 14 convenios generales de colaboración, 5 bases de colaboración interinstitucionales, un contrato de servicios, una carta de intención y un convenio de transferencia de tecnología.

En lo que se refiere a las relaciones con el exterior, durante 2014 se recibieron 21 profesores visitantes, 11 nacionales y 10 extranjeros y los académicos del CCADET realizaron 19 estancias de investigación, 16 de las cuales fueron en el extranjero, principalmente en Estados Unidos, en países de Europa y Latinoamérica y, las restantes 3, en México.

### Actividades de Difusión y de Divulgación

Como lo ha venido haciendo desde su creación, el Centro continuó editando el Journal of Applied Research and Technology (JART), indizada desde 2007 en el Science Citation Index Expanded (SCIE) y en Scopus, el que continuó incrementando su factor de impacto. Además, varios académicos del CCADET participan como editores asociados de otras revistas tanto nacionales como internacionales. Adicionalmente, el Centro participó en la organización de diferentes congresos como el Congreso de la Sociedad Mexicana de Instrumentación (SOMI XIX), el International Multidisciplinary Joint Meeting 2014, el 3rd Latin-American Congress on Photocatalysis, el V Congreso Nacional de Tecnología Aplicada a Ciencias de la Salud, el EMN (Energy, Materials, Nanotechnology) Summer 2014, el 2nd International Conference on Design and PROCesses for MEDical Devices y el MEXCAS 2014 XV Simposio Mexicano de Computación y Robótica en Medicina.

El Colegio del Personal Académico del CCADET organizó coloquios semanales sobre temas de avanzada en Ciencia y Tecnología, presentado por expertos nacionales e internacionales. Se continuó también con el seminario Diálogos de Ciencia, en el que se tratan temas de ciencia, humanidades y tecnología y que se difunden por videoconferencia en tiempo real a través de webcasts y que quedan registrados a través de podcasts y videos educativos para apoyo a la enseñanza media superior y superior.

A principios de 2014, se creó la Coordinación de Divulgación de las Actividades Científicas y Tecnológicas del CCADET, lo que está posicionando a la divulgación como una actividad continua y de importancia entre los académicos del centro. Entre las principales actividades de la Coordinación de Divulgación durante 2014, se puede destacar la participación, como en años anteriores, en la serie Mirador Universitario de la CUAED, en el que se participó en un total de 6 programas, cuya serie llevó por título "Integrando Ciencia y Tecnología, parte 3" adicionalmente los académicos del CCADET participaron en diversas ocasiones en entrevistas de radio, televisión, medios impresos (diarios de circulación nacional y gaceta UNAM principalmente), sumando durante 2014 un total de 43 acciones de divulgación. Durante 2014 se rediseñó la página de inicio de sitio web del CCADET y se está trabajando para rediseñar el sitio completo, se reactivó la presencia del Centro en redes sociales como Facebook y Twitter y se participó en varias ferias y eventos de divulgación de la ciencia y la tecnología.

En el rubro de difusión los académicos del CCADET participaron en 58 actividades como pláticas invitadas, exposiciones, charlas, coloquios, y mesas redondas, además de la participación en 130 presentaciones en



## INFORME DE ACTIVIDADES 2014

congreso internacionales, de las cuales 39 fueron presentaciones con trabajo en extenso y 91 fueron presentaciones sin trabajo en extenso, así como 88 presentaciones en congresos nacionales de las cuales 48 fueron presentaciones con trabajo en extenso y 40 fueron presentaciones sin trabajo en extenso.

## Conclusión

El año 2014 estuvo marcado por varios aspectos importantes como i) la creación de Laboratorio Nacional de Manufactura Aditiva, Digitalización 3D y Tomografía Computarizada (MADiT), la consolidación de los laboratorios universitarios LUNA y LUCE, y un impulso importante al LUFABEO por medio de la adquisición de nueva infraestructura para que durante 2015 comience a operar de manera formal; ii) la consolidación de la Unidad de Investigación y Desarrollo Tecnológico (UIDT) del CCADET en el Hospital General de México (HGM) mediante la creación de una coordinación y la incorporación de 2 académicos de tiempo completo adscritos a la Unidad y que tienen una presencia permanente en la misma, así como la incorporación de varios académicos del CCADET a proyectos que se desarrollan en la Unidad, lo que le ha dado un impulso muy fuerte y ha permitido estrechar los lazos de colaboración entre el Centro y los médicos del HGM; iii) la consolidación del trabajo de varios años de académicos del CCADET en el ámbito de la propiedad intelectual, mediante el otorgamiento de 4 patentes durante 2014, que aunado al incremento en el número de publicaciones indizadas y al incremento en el financiamiento a proyectos (principalmente de infraestructura) coloca el CCADET en una posición muy propicia para cumplir con su visión y su misión dentro de la Universidad.

Adicionalmente, en 2014 se creó la Coordinación de Divulgación, con lo que se espera que en el corto plazo se incremente la proyección del CCADET y que se siga impulsando la participación de académicos del CCADET en actividades de divulgación y extensión, que si bien se ha venido realizando de manera sistemática, está aún por debajo de la meta planteada y que consiste en que se realice al menos una actividad de divulgación por académico y por año. Por su parte el Journal of Applied Research and Technology (JART), editado en el CCADET, continuó incrementando su factor de impacto, aunque éste aún es relativamente bajo en comparación con la media de las revistas en el área de ingeniería, éste ha aumentado de manera sostenida durante los últimos años.

En lo que se refiere al factor de impacto promedio de las revistas en las que se publicó durante 2014, éste fue cercano a 2.0, ligeramente por abajo del de 2013, que fue de 2.1, por lo que se insta a la comunidad a publicar sus trabajos en revistas con mayores factores de impacto.

En lo que se refiere a docencia y formación de recursos humanos, en el caso de docencia hubo un incremento en el número de cursos frente a grupo y en el número de cursos de capacitación y actualización respecto al año 2013. En cuanto a formación de recursos humanos, en lo que respecta a licenciatura, hubo un aumento en el número de tesis concluidas, en el caso de tesis de posgrado hubo una ligera disminución del número de tesis concluidas pasando de 40, en 2013, a 35, en 2014. Se espera que esta disminución sea solo una cuestión coyuntural y que en 2015 el número de tesis concluidas de posgrado retome su tendencia a la alza.

El trabajo que se resume en este informe es el fruto del esfuerzo conjunto de la comunidad del CCADET por lo que solo resta agradecer su esfuerzo, reconocer sus logros y conminarlos a continuar trabajando para lograr la mejora continua de todas las actividades que se realizan en el Centro para contribuir así a su engrandecimiento y al de la Universidad y cumplir de mejor manera los fines sustantivos de esta casa de estudios.