



## 1. PRESENTACIÓN

El Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT) es un instituto interdisciplinario que reúne un amplio número de áreas especializadas, tanto en el ámbito de las ciencias como de las ingenierías, y se organiza en cuatro departamentos: Óptica, Microondas y Acústica; Micro y Nanotecnologías; Instrumentación Científica e Industrial; y Tecnologías de la Información y Procesos Educativos. Estos departamentos tienen una organización basada en grupos académicos, en los que se agrupan académicos con objetivos e intereses afines para crear las sinergias que les permitan impulsar la formación de recursos humanos, desarrollar líneas de investigación, así como proyectos y/o desarrollos tecnológicos novedosos. Con el fin de enfocar y dar coherencia a los esfuerzos de investigación y desarrollo de los grupos mencionados, se han definido cinco campos prioritarios del conocimiento, en los que convergen los trabajos del personal académico adscrito; estos campos son: Instrumentación Científica e Industrial, Micro y Nanotecnologías, Tecnologías Fotónicas, Tecnologías de la Información y Educación en Ciencia y Tecnología. Los esfuerzos en investigación, desarrollo e innovación que se realizan en el ICAT están dirigidos a aportar soluciones a problemas relevantes en las áreas de salud, educación, medio ambiente y energía.

### 1.1 Personal académico y administrativo

Durante 2019 laboraron en el ICAT 47 investigadores de tiempo completo, 68 técnicos académicos, 4 catedráticos CONACYT, 19 becarios posdoctorales y 114 empleados de apoyo técnico y administrativo (13 de confianza y 101 de base), además de aproximadamente 70 estudiantes de licenciatura y 125 de posgrado, que colaboran con académicos de los 4 departamentos o en alguna de las secciones o unidades del Instituto. En la Tabla 1 se presenta el grado académico, el nombramiento, el nivel de PRIDE y de SNI de los investigadores del ICAT, mientras que en la Tabla 2 se presenta esta misma información, pero para los técnicos académicos.

TABLA 1. 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
0	0	47	14	10	12	11	0	0	12	16	19	2	4	19	16	6

Como puede observarse en la Tabla 1 el 100 % de los investigadores tiene el grado de doctor; existe equilibrio entre los 3 tipos de nombramientos académicos, aunque dadas las contrataciones recientes de investigadores jóvenes, se observa una mayor proporción de asociados C. En el caso del PRIDE, la mayor parte de los investigadores tienen los niveles C y D, aunque 14 de ellos tienen nivel B, principalmente debido a que varios de ellos cuentan con el estímulo por equivalencia, es decir, que aún no son evaluados para su ingreso al programa. En cuanto al SNI, la mayor parte de los investigadores del ICAT pertenecen a los niveles I y II.

TABLA 2. TÉCNICOS ACADÉMICOS

GRADO				NOMBRAMIENTO					PRIDE					SNI				
Sin	Lic.	Maes.	Doc.	As. B	As. C	Ti. A	Ti. B	Ti. C	Sin	A	B	C	D	Sin	C	I	II	III
2	7	27	32	2	16	7	25	18	2	1	14	38	13	55	4	8	1	0

## PRESENTACIÓN

En el caso de los técnicos académicos, el 87 % tiene estudios de posgrado y 47 % del total tiene estudios de doctorado. En lo que se refiere al nombramiento académico, la mayor parte se encuentra en los niveles más altos (Titular B y C), aunque debido principalmente a la renovación de la planta académica, 18 de ellos (la mayoría jóvenes) cuentan con el nombramiento de técnico académico asociado. 75 % de los técnicos académicos tienen los niveles más altos del PRIDE (C o D) y 13 de ellos (que representa casi el 20 %) pertenece al SNI.

En la Figura 1 se observa la distribución de edades de los académicos que laboran en el ICAT, el promedio global es de 52.5 años. De los 4 académicos con más de 70 años, dos de ellos (un investigador y un técnico académico) decidieron jubilarse a finales de 2019. En la Figura 2 se presenta la distribución de edades desglosada por nombramiento. En el caso de los investigadores, la edad promedio es de 50.4 años, mientras que para los técnicos académicos esta es de 54.2 años. Esta diferencia, que es atípica en el Subsistema de la Investigación Científica, se explica debido a que cuando se creó el Centro de Instrumentos (antecesor del ICAT) solo se contrataron técnicos académicos, ya que dicho centro fue creado como un centro de servicios y no fue hasta 1996 que se convirtió en un centro de investigación. En lo que respecta a la proporción de mujeres respecto a la de hombres, si se toma en cuenta el total de los académicos, 30 % son mujeres (32 % si se toma en cuenta a los catedráticos CONACYT). Si este mismo dato se toma por categoría académica en el caso de los investigadores y catedráticos CONACYT, el 28 % son mujeres; en el caso de los técnicos académicos, 34 % son mujeres.

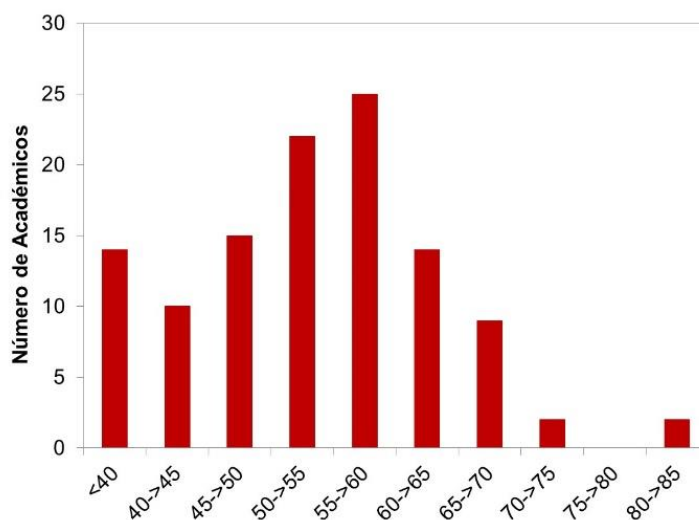


Figura 1. Distribución por rango de edades de los académicos que laboraron en el ICAT durante 2019.

En lo que se refiere a los movimientos de altas durante 2019, se incorporaron 2 nuevos Investigadores Asociados C, la Dra. Verena Margitta Mook, al Departamento de Instrumentación Científica e Industrial, y el Dr. Ricardo Adán Salas Rueda, al Departamento de Tecnologías de la Información y Procesos Educativos. Asimismo, se incorporó la Dra. Isadora Martínez Arellano con el nombramiento de Técnico Académico Asociado C al Departamento de Instrumentación Científica e Industrial. Todos ellos en la modalidad de obra determinada. En lo que se refiere a las bajas, dos académicos decidieron jubilarse: el Dr. Felipe de Jesús Lara Rosano, quien ocupaba una plaza de Investigador Titular C, y el Dr. José Sánchez Vizcaíno, quien ocupaba una plaza de Técnico Académico Titular C. Las dos plazas, de investigador y técnico académico, que se liberaron ya se encuentran en proceso de ser ocupadas en las áreas de química computacional y cromatografía de



## INFORME DE ACTIVIDADES 2019

líquidos y gases, según la priorización que realizó el Consejo Interno del ICAT, tomando en cuenta las solicitudes que presentaron los departamentos del Instituto y que tendrá vigencia hasta mayo de 2022. Se espera que en el primer semestre de 2020 ambas plazas sean ocupadas.

### 1.2 Financiamiento recibido por proyectos y otros apoyos durante 2019

En la Figura 3 se muestra el número de proyectos financiados desarrollados en el ICAT de 2014 a 2019. Como puede observarse, el número de proyectos muestra un máximo en 2017, pero si se analiza la tendencia de los últimos 6 años, el número de proyectos es aproximadamente constante. Durante 2019 se trabajó en 69 proyectos. De estos, 48 fueron proyectos financiados por la UNAM (principalmente a través de las convocatorias PAPIIT y PAPIME emitidas por la DGAPA), 12 financiados por el CONACYT, 7 de ellos en las convocatorias de investigación científica básica y el resto fueron proyectos de servicios. Es de notar que durante 2019 no se recibieron fondos de ningún proyecto proveniente del sector público (excepto los provenientes de CONACYT), si bien se trabajó en 2 proyectos financiados por la antigua Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México, estos proyectos no recibieron recursos adicionales durante 2019, ya que los recursos para la realización de dichos proyectos se asignaron en años previos.



Figura 3. Número de proyectos financiados realizados en el periodo 2014-2019.

En la Figura 4 se muestran los montos financiados en relación con los proyectos realizados de 2014 a 2019, según la fuente de financiamiento. Es muy notable la caída en el monto de los recursos obtenidos por proyectos durante 2019 respecto a años previos, sobre todo respecto a 2014 y 2017, en los que se había logrado captar recursos por arriba de 50 millones de pesos anuales. Esta tendencia ya comenzaba a observarse desde 2018, pero lejos de revertirse en 2019, la disminución en el monto de los financiamientos obtenidos se acentuó. El monto total de los recursos obtenidos por proyectos durante 2019 fue de 23,267,738.05 pesos.

PRESENTACIÓN

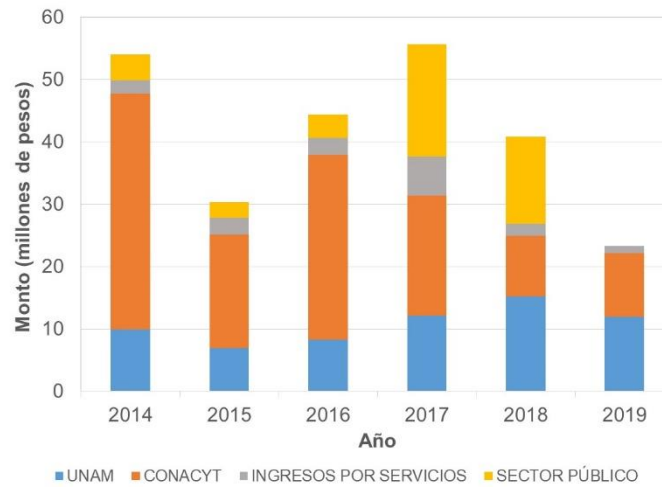


Figura 4. Montos financiados en relación con los proyectos realizados en 2019 y su comparación con los proyectos realizados entre 2014 y 2018.

En la Tabla 3 se presenta el desglose de los proyectos desarrollados durante 2019, su fuente de financiamiento y el monto de recursos obtenidos durante 2019. Como puede observarse, la mayor parte de los recursos provinieron de la UNAM, seguido por el CONACYT y una pequeña proporción de ingresos por recursos extraordinarios a través del cobro de algunos servicios, sobre todo los que prestan el Laboratorio Universitario de Nanotecnología Ambiental (LUNA), el Laboratorio Universitario de Caracterización Espectroscópica (LUCE), el Laboratorio Nacional de Manufactura Aditiva y Digital (MADiT) y la Sección de Desarrollos de Prototipos.

Tabla 3. Proyectos desarrollados durante 2019 con base en su fuente de financiamiento.

Fuente de financiamiento	Número de Proyectos	Monto ejercido en 2018
UNAM-PAPIIT	29	6,534,289.00
UNAM-PAPIME	19	2,034,661.00
UNAM-Apoyos Especiales	14	3,317,900.00
CONACYT (Ciencia Básica)	7	6,028,086.00
CONACYT (Fondo Institucional)	1	800,000.00
CONACYT (Laboratorios Nacionales)	2	1,560,000.00
CONACYT (Infraestructura)	1	1,387,798.00
CONACYT (Sectoriales)	2	507,000.00
Ingresos Extraordinarios (Servicios)	1	1,098,004.05
<b>Gran total</b>		<b>\$ 23,267,738.05</b>



### 1.3 Publicaciones y desarrollos

A lo largo de 2019 se generaron 147 publicaciones indizadas, cifra récord en la historia de la dependencia (Figura 5). Los dos años anteriores se había observado una disminución en el número de publicaciones indizadas, por lo que el importante incremento observado en este rubro en 2019 pudiera explicarse por el hecho de que hubiera artículos que no habían podido publicarse en años previos, por diferentes motivos, y que finalmente fueron publicados en 2019. Independientemente de los motivos por los que se observa este importante incremento en el número de publicaciones indizadas, lo que es importante es que la tendencia general en este rubro es al alza, inclusive tomando en cuenta el decremento considerable en el financiamiento por proyectos que se observa desde 2018.

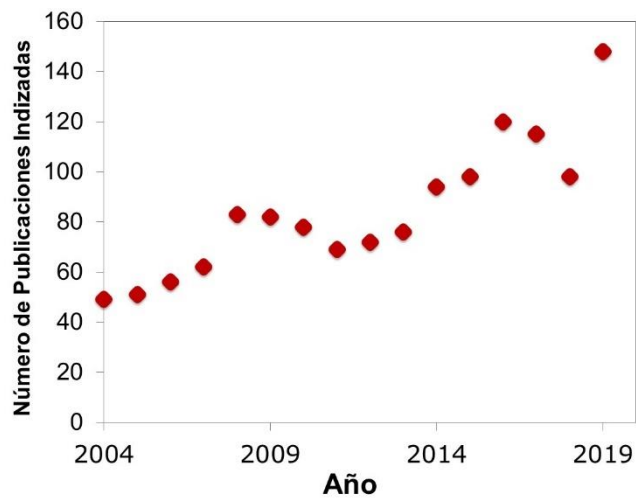


Figura 5. Publicaciones indizadas en el periodo de 2004 a 2019.

El factor de impacto promedio de las revistas en las que se publicaron artículos en 2019 es de 2.61, que es prácticamente el mismo valor que el de 2018 (Figura 6A), además de que continuó incrementándose el número de citas recibidas anualmente a los artículos publicados en el Instituto, como puede observarse en la Figura 6B. Es importante destacar que los criterios de búsqueda en Scopus se modificaron respecto a los de años previos, con el fin de evitar contabilizar artículos que no hubieran sido publicados por académicos de la dependencia. Esto disminuyó ligeramente los valores respecto a los que se habían reportado en 2018; sin embargo, en esta ocasión, estos son más confiables y se tiene la certeza de que se han reportado únicamente citas de artículos que fueron publicados en el ICAT o sus antecesores. El promedio de publicaciones indizadas por investigador por año fue de 3.1 publicaciones indizadas/investigador durante 2019, que también representa la cifra más alta en la historia del Instituto.

PRESENTACIÓN

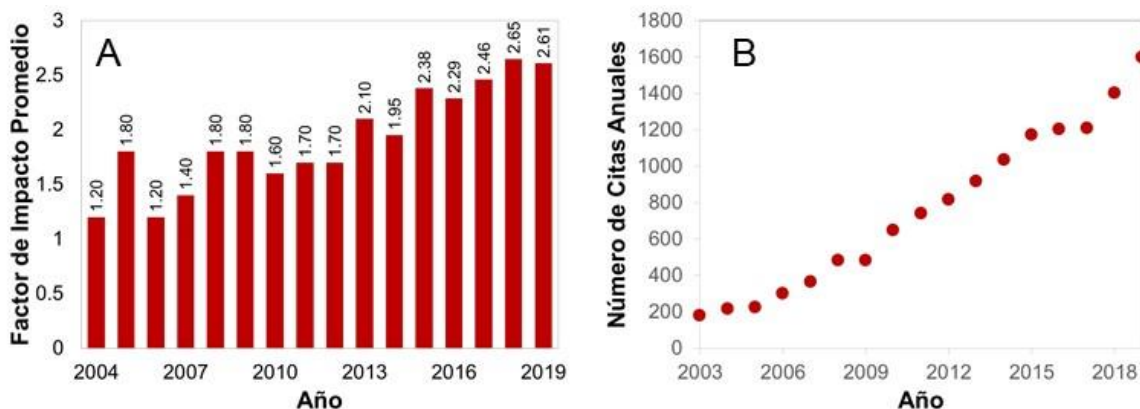


Figura 6. (A) Factor de impacto promedio de las revistas donde se han publicado los artículos producidos en el ICAT de 2004 a 2019, y (B) número de citas anuales (no el acumulado) recibidas por los artículos generados por el ICAT de 2003 a 2019.

En la Tabla 4 se realiza un desglose de las revistas indizadas en las que se publicó durante 2019, su factor de impacto y el cuartil al que pertenecen. En la Figura 7 se grafica el porcentaje de artículos en función del cuartil al que pertenece la revista en la que fueron publicados. Como puede observarse en esta figura, el porcentaje de revistas en el cuartil 4 disminuyó considerablemente respecto a años previos y la suma de publicaciones en revistas de los cuartiles 1 y 2 se mantuvo prácticamente constante (67 % del total) respecto a 2018, aunque disminuyó el porcentaje de artículos que fueron publicados en revistas del cuartil 1.

REVISTA	INDICE	QUARTIL	FACTOR DE IMPACTO
Applied Catalysis A: General	WOS	1	4.63
Applied Nanoscience	WOS	2	3.198
Applied Optics	WOS	2	1.973
Applied Sciences	WOS	2	2.217
Applied Surface Science	WOS	1	5.155
Biochimica et Biophysica Acta – Biomembranes	WOS	1	3.79
Biomedical Physics & Engineering Express	SCOPUS		1.15
Biosensors	SCOPUS		3.57
BMC Genomics	WOS	2	3.501
Canadian Journal of Chemical Engineering	WOS	3	1.61
Canadian Journal of Physics	WOS	3	1.016
Catalysis Letters	WOS	3	2.372
ChemCatChem	WOS	2	4.495
Chemistry Select	SCOPUS		1.7
Crystal Growth and Design	WOS	1	4.153
Cultural Studies of Science Education	SCOPUS		0.88
Desalination and Water Treatment	WOS	3	1.234



INFORME DE ACTIVIDADES 2019

REVISTA	INDICE	QUARTIL	FACTOR DE IMPACTO
Diamond and Related Materials	WOS	2	2.29
Digital Education Review	SCOPUS		1.05
Energy Science and Engineering	WOS	3	2.893
Environmental Science: Nano	SCOPUS		7.42
Europhysics Letters (EPL)	WOS	2	1.886
Experimental Cell Research	WOS	2	3.329
Frontiers in Genetics	WOS	2	3.517
Frontiers in Neuroscience	WOS	2	3.648
Fuel	WOS	1	5.128
Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures	WOS	3	1.411
Geochimica et Cosmochimica Acta	WOS	1	4.258
IEEE Sensors Journal	WOS	1	3.076
IEEE Transactions on Nanobioscience	WOS	3	1.927
IEEE Transactions on Plasma Science	WOS	4	1.325
Infancia y Aprendizaje	WOS	4	0.72
International Journal of Advanced Manufacturing Technology	WOS	2	2.496
International Journal of Heat and Fluid Flow	WOS	2	2
International Journal of Hydrogen Energy	WOS	2	4.084
Journal of Agricultural and Food Chemistry	WOS	1	3.571
Journal of Applied Physics	WOS	2	2.328
Journal of Applied Toxicology	WOS	2	3.065
Journal of Archaeological Science: Reports	WOS	2	3.03
Journal of Food Process Engineering	WOS	3	1.448
Journal of Hazardous Materials	WOS	1	7.65
Journal of Materials Science	WOS	2	3.442
Journal of Molecular Structure	WOS	3	2.12
Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics	WOS	2	2.27
Journal of Optics	WOS	2	2.753
Journal of Petroleum Science and Engineering	WOS	1	2.886
Journal of Raman Spectroscopy	WOS		2.809
Journal of Rare Earths	WOS	2	2.846
Journal of Solid-State Chemistry	WOS	2	2.291
Journal of Superconductivity and Novel Magnetism	WOS	2	1.13
Journal of the Optical Society of America A	WOS	3	1.861
Journal of Thermal Analysis and Calorimetry	WOS	3	2.471
Journal of Visualized Experiments	WOS	2	1.108





PRESENTACIÓN

REVISTA	INDICE	QUARTIL	FACTOR DE IMPACTO
Journal on Computing and Cultural Heritage	WOS	3	1.467
Madera y Bosques	WOS	3	0.583
Materials Research Bulletin	WOS	4	3.355
Materials Research Express	WOS	2	1.449
Materials Science and Engineering C	WOS	3	4.959
Materials Science in Semiconductor Processing	WOS	1	2.722
Mathematical Problems in Engineering	WOS	2	1.179
Measurement	WOS	3	2.791
Meta: Avaliacao	SCOPUS	2	0.13
Microporous and Mesoporous Materials	WOS		4.182
Neurochemistry International	WOS	1	3.994
New Journal of Chemistry	WOS	2	3.069
Open Physics	WOS	2	1.005
Optics and Laser Technology	WOS	3	3.319
Optics Express	WOS	1	3.561
Optik	WOS	1	1.914
Petroleum Science and Technology	WOS	3	1.07
PLOS Neglected Tropical Diseases	WOS		4.487
Review of Scientific Instruments	WOS	3	1.587
Revista Iberoamericana de Educación Superior	SCOPUS	1	0.28
Revista Mexicana de Ingeniería Química	SCOPUS	3	0.97
Rheologica Acta	WOS		2.531
RSC Advances	WOS		3.049
Scientific Reports	WOS	2	4.011
Soil Research	WOS	2	1.569
Spectrochimica Acta - Part B	WOS	1	3.101
Surgical Education	WOS	3	1.472
Sustainability	WOS	1	2.592
Thin Solid Films	WOS	3	1.888
Topics in Catalysis	WOS	2	2.226

INFORME DE ACTIVIDADES 2019

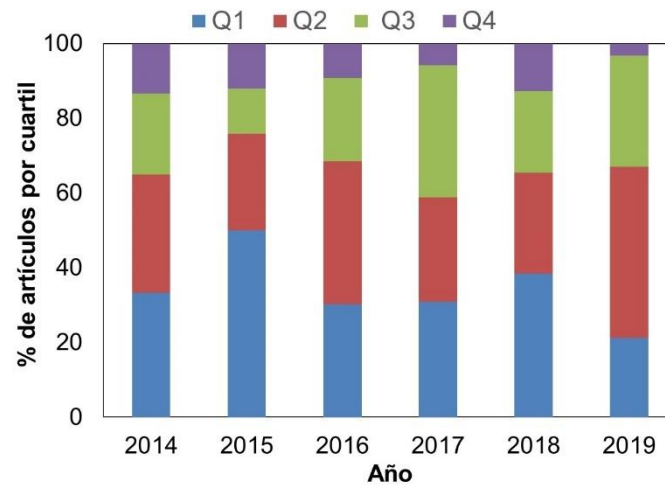


Figura 7. Porcentaje de artículos publicados, por cuartil en que aparece la revista en el Web of Science, de 2014 a 2019.

En 2019, al igual que en años previos, además de las publicaciones en revistas indizadas, también se generaron productos en los que los académicos documentaron su labor académica. Entre estos productos se puede destacar la publicación de 14 artículos en revistas que, aunque no están indizadas en JCR o Scopus, sí se encuentran en otros índices; además, se publicaron 7 libros, mientras que 2 más están ya aceptados y en proceso de edición; se publicaron 13 capítulos de libro; 7 informes técnicos internos; 1 manual interno; 4 notas de curso; 12 informes técnicos externos; 4 manuales externos; y 3 notas de curso externas; lo que se ve reflejado en cerca de 300 productos académicos generados en 2019 (Figura 8).

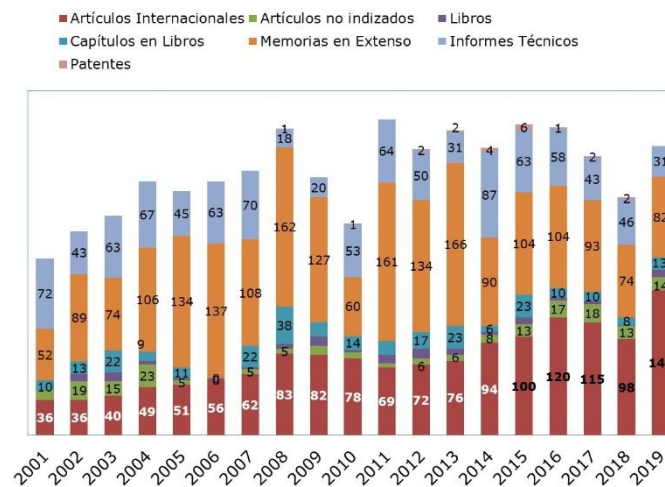


Figura 8. Producción global en el periodo 2001 a 2019.



## PRESENTACIÓN

En lo que se refiere a protección de propiedad intelectual, se solicitó una patente, se logró el otorgamiento de 1 modelo industrial, un certificado de invención y 7 derechos de autor, además de que se validaron 22 prototipos con el usuario y otros 8 se encuentran en desarrollo; asimismo, se cuenta con 10 programas de *software* validados con el usuario, se desarrollaron 9 multimedios y se revisó una norma.

Aunado a lo anteriormente mencionado, en 2019 se realizó el lanzamiento de la Red de Aulas del Futuro. El Aula del Futuro es un proyecto que se ha desarrollado en el ICAT desde el 2005, dedicado a estudiar y evaluar estrategias educativas activas, capaces de generar en los estudiantes nuevos aprendizajes, así como a diseñar y desarrollar las tecnologías interactivas que las habiliten dentro del aula de manera viable y sustentable. Los resultados obtenidos en el proyecto han llamado la atención a nivel internacional, logrando instalar, en los últimos cuatro años, aulas en Francia, Chile y México. Un primer resultado notable de estas colaboraciones ha sido la validación hecha por terceros sobre el impacto que tiene la propuesta en el aprendizaje de los estudiantes. En 2019, gracias al apoyo del PAPIIME, se instalaron en la UNAM aulas en la Facultad de Filosofía y Letras, en la Facultad de Psicología y en la Escuela Nacional Preparatoria 7. Este apoyo fue tan defensorio que alentó a la Facultad de Artes y Diseño y a la Escuela Nacional de Trabajo Social a sumarse al esfuerzo, para así conformar una primera red de seis Aulas del Futuro en la UNAM, incluyendo la que ya existía en el ICAT. Esta primera red alentó la idea de conformar una red más amplia, que integrara el resto de las aulas instaladas en México (Instituto Lux A.C. [2]; Benemérita Universidad Autónoma de Puebla [2]; Comisión de Derechos Humanos de la Ciudad de México [2]; UAM-Azcapotzalco [1]) con las de Chile (UTEM [6]) y Francia (Universidad de Poitiers [1]), para dar paso a la Red Internacional de Aulas del Futuro, presentada oficialmente la mañana del 8 de noviembre. Así, se coordinó y conformó una red a partir de 20 aulas instaladas en siete instituciones educativas americanas y europeas. La Red pone en comunicación a más de 800 profesores que han seguido los programas de formación desarrollados en el ICAT, generando un espacio de intercambio entre pares con las mismas inquietudes; un mecanismo probado para mantener y alentar el interés y el cambio. La Red incluye también una red de investigación, a la que se suman el *Open Education Consortium* (EUA), La Universidad de la Rioja (España), El Tecnológico de Monterrey, La Universidad de Guadalajara, la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la Universidad de Poitiers. Esta red tiene como objetivo analizar, bajo diferentes metodologías y marcos referenciales, los diferentes fenómenos asociados a la introducción de las TIC en la educación. Como primeras acciones para 2020, la Red está organizando un diplomado internacional sobre innovación docente, un seminario internacional sobre innovación en educación y estará participando en diferentes convocatorias europeas y nacionales para concursar por fondos que permitan su consolidación y crecimiento.

Otro logro importante durante 2019 fue el lanzamiento del sistema EMIDSS-1 (*Experimental Module for Iterative Design for Satellite Subsystems* - versión 1), que fue integrado en el Laboratorio de Modelado y Simulación de Procesos como parte de una colaboración entre el ICAT-UNAM y el CDA-IPN, que tiene como objetivo desarrollar instrumentación para la integración de misiones aeroespaciales científicas. Este módulo experimental está orientado a la evaluación y validación de esquemas operacionales a nivel componente y a nivel sistema en condiciones de espacio cercano, como medio de aproximación iterativa para el diseño de instrumentación espacial y subsistemas satelitales. El sistema electrónico del EMIDSS-1 está formado por una computadora de abordo (OBC), memoria interna para almacenamiento de datos, sensor de navegación inercial de 9 grados de libertad (acelerómetro, giróscopo, magnetómetro), magnetómetro triaxial, 6 sensores de temperatura, GPS, sensor de presión barométrica, sensor de humedad y el sistema de potencia. El diseño del sistema fue propuesto a la NASA para ser integrado en un vuelo suborbital estratosférico, el cual fue evaluado y aceptado para ser volado dentro de la campaña de vuelos suborbitales FY-19. El lanzamiento a la estratosfera del EMIDSS-1 se realizó desde la base del programa CSBF (*Columbia Scientific Balloon Facility*) de la NASA, en Fort Sumner, Nuevo México, Estados Unidos, el miércoles 4 de septiembre de 2019. En este vuelo, cuya duración total fue de poco menos de 5 horas, se alcanzó una altura máxima que superó los 38.5 km snm



## INFORME DE ACTIVIDADES 2019

y se registraron temperaturas por debajo de los  $-52^{\circ}\text{C}$ ; durante el mismo, el sistema operó tal como estaba previsto, lo que permitió validar su funcionamiento en una misión real en condiciones de espacio cercano, pudiendo recuperarse la totalidad de los datos registrados por los sensores abordo, mismos que fueron compartidos con la NASA. Los datos obtenidos proporcionan información valiosa para continuar con el desarrollo de instrumentación espacial que pueda operar como carga útil en misiones espaciales, lo cual es de particular importancia para los objetivos científicos y tecnológicos del grupo académico del ICAT participante en el proyecto, y que permitirá seguir avanzando rumbo al objetivo de poner en órbita instrumentación científica de diseño propio en el mediano plazo.

Otros prototipos en los que se trabajó en el ICAT durante 2019 son un simulador para adiestramiento de bloqueo de nervio trigémino; un simulador híbrido de alta fidelidad por realidad virtual de procedimientos en neurocirugía "*Brain Advanced Computer Simulator*"; un instrumento para registro de variables para estudio de suelos; un amplificador lock-in analógico y una fuente conmutada; una transmisión mecánica con relación de 21:1 para auto eléctrico de la competencia Shell Eco-Marathon; un sistema automuestreador de pH a temperatura controlada; una fuente sonora de excitación con respuesta en frecuencias bajas; un maniquí del torso humano para el adiestramiento de intervención central de subclavia; el diseño e integración del sistema electrónico embebido para el módulo "Pegasus-4"; una secuenciadora de sonidos; el diseño y desarrollo de soportes de montaje para un radiómetro de cavidad; un seguidor solar de dos ejes, utilizando manufactura aditiva; el desarrollo de una plataforma para medición de radiación solar global en planos verticales con orientación múltiple; y varios prototipos para la enseñanza de las ciencias, entre otros.

### 1.4 Docencia y formación de recursos humanos

Durante 2019 se impartieron un total de 233 cursos (Figura 8), de los cuales 206 fueron cursos curriculares y 27 fueron cursos de capacitación. El número de cursos totales impartidos fue ligeramente mayor que el impartido en 2018, que figuraba como el año en que más cursos se habían impartido en la historia de la dependencia. De igual forma si se toman en cuenta sólo los cursos curriculares (bachillerato, licenciatura y posgrado) este número es el mayor en la historia del instituto, el más alto había sido en 2018 con 198 cursos curriculares impartidos. El mayor número de cursos a nivel licenciatura se impartieron en las facultades de Ingeniería (41), Ciencias (36), Química (7), Contaduría y Administración (5) y además de algunos cursos en las facultades de Filosofía y Letras, Arquitectura y Medicina. Hacia el exterior se impartió un curso en el Claustro de Sor Juana y uno en el Instituto Tecnológico de Comitán, instituciones con las que el ICAT tiene firmados convenios de colaboración. En lo que respecta al posgrado, el mayor número de cursos se impartieron en el Posgrado en Ingeniería, seguido por los de Ciencia e Ingeniería de la Computación, Ciencias Químicas, MADEMS, Pedagogía, Ciencias Físicas, Ciencia e Ingeniería de Materiales, Música, y en menor medida, en los posgrados de Ciencias de la Administración, Bioquímica y Medicina, todos ellos de la UNAM.

PRESENTACIÓN

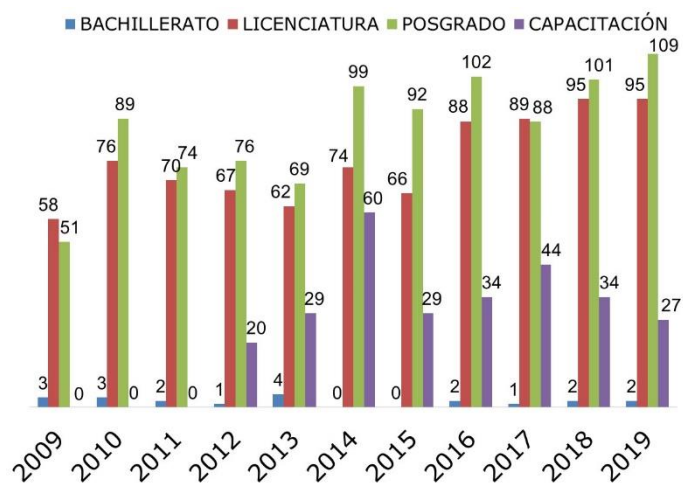


Figura 8. Cursos impartidos a lo largo de los últimos años por académicos del ICAT.

En lo que respecta a tesis concluidas, durante 2019 se tuvo un número alto de tesis de licenciatura (41), además de 6 alumnos del mismo nivel graduados en otras modalidades; este constituye el más alto en los últimos años, como puede observarse en la Figura 9. Las tesis de licenciatura que se dirigieron fueron principalmente de las facultades de Química y de Ingeniería con 13 tesis en cada una de ellas, seguidas por la Facultad de Ciencias con 7 tesis, además de que se dirigieron tesis en las facultades de Artes y Diseño y de Estudios Superiores Cuautitlán y en la Escuela Nacional de Trabajo Social, todas de la UNAM; además de un número menor de tesis que fueron dirigidas en el Instituto Tecnológico de Tehuacán (3), en el Claustro de Sor Juana (2) y en el Instituto Tecnológico de Comitán (1). En lo que respecta a las tesis concluidas de posgrado, se concluyeron 29 de maestría y 10 de doctorado. Estas tesis se dirigieron principalmente en los posgrados en Ingeniería, Ciencias Químicas, Ciencia e Ingeniería de la Computación, Ciencias Físicas y Música, y en menor medida, en otros posgrados de la UNAM como el posgrado de Administración, Informática Administrativa y MADEMS, además de un número pequeños de tesis dirigidas en posgrados fuera de la UNAM.

Adicionalmente, como parte de las actividades de formación de recursos humanos, el personal del ICAT participó en 138 comités tutoriales de posgrado y en 201 jurados de tesis de grado y posgrado.

INFORME DE ACTIVIDADES 2019

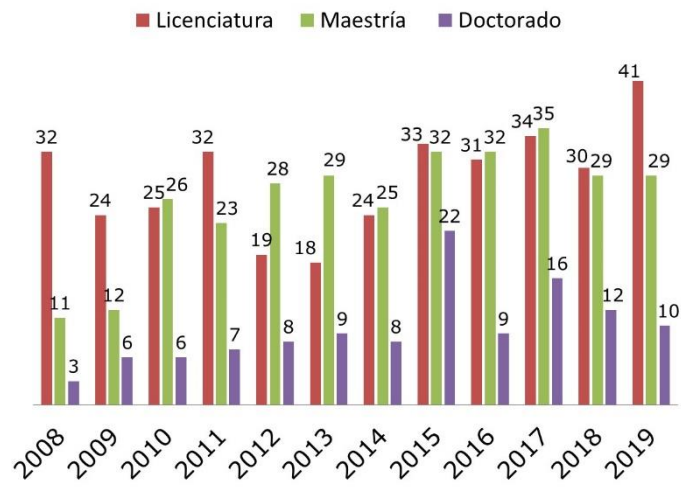


Figura 9. Tesis totales dirigidas de 2008 a 2019.

### 1.5 Vinculación

Durante 2019 se firmaron 11 convenios de colaboración, entre los que se pueden mencionar los siguientes: 1) con el Instituto Tecnológico de Comitán en Chiapas, con el objeto de llevar a cabo el proyecto: “Data Science aplicado al análisis de datos de plataformas Aero-espaciales”; 2) con la Universidad Tecnológica Metropolitana del Estado de Chile, para la realización conjunta de actividades académicas relacionadas con la formación de recursos humanos en los niveles de licenciatura y posgrado, el desarrollo conjunto de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, así como con acciones de intercambio académico y de movilidad estudiantil; 3) con la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), con el objeto de que la UNAM, a través de su personal académico, imparta a los miembros del personal académico de la División de Ciencias y Artes para el diseño “CYAD” de la UAM-A el Diplomado en Enseñanza Activa en el Aula del Futuro; 4) con el Instituto de Electricidad y Energías Limpias (INEEL), con el objeto de crear un marco general de colaboración con el INEEL para el desarrollo de materiales y la Impartición de Diplomado denominado: “Diagnóstico, conexión a tierra del neutro y protecciones de los equipos eléctricos principales de plantas de procesos petroquímicos y refinación”; 5) convenios por separado con el Centro de Diseño y Comunicación, S.C (Centro), Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, la Universidad Autónoma de Nuevo León y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, para establecer las bases de la colaboración y compromisos entre las partes para el desarrollo del proyecto “Apoyos Complementarios CONACYT para la Consolidación del Laboratorio Nacional de Manufactura Aditiva y Digital”; 6) con la Universidad Tecnológica del Centro de la Ciudad de Izamal en el estado de Yucatán, con el objeto de crear un marco general de colaboración para realizar conjuntamente las actividades institucionales en materia de investigación, docencia, desarrollo tecnológico y transferencia de tecnología, formación de recursos humanos, intercambio de información, asesoría técnica y académica, servicios tecnológicos y publicaciones conjuntas en el campo de la metrología y otros campos afines de interés para ambas instituciones; 7) con el Centro de Investigaciones en Óptica (CIO), para establecer las bases de la colaboración y compromisos entre las partes para el desarrollo del proyecto “Apoyos Complementarios CONACYT para la Consolidación del Laboratorio Nacional de Óptica de la Visión”; y 8) con la empresa Proyectos e Ingeniería Energética S.A. de C.V. (PIESA), con el objeto de llevar a cabo el proyecto: “Diseño y Construcción de un Concentrador Parabólico Solar”. Además, se firmaron tres convenios modificatorios con el Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga”, con la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y con el Instituto de Geología de la UNAM.



## PRESENTACIÓN

Asimismo, se firmaron 9 bases de colaboración interinstitucionales con el Instituto de Investigaciones Biomédicas, con el fin de realizar el proyecto: “Obtención de Mucílago de Nopal *Opuntia Ficus-Indica* para su Utilización como Agente Estabilizante en Diferentes Aplicaciones”; con las facultades de Artes y Diseño (FAD), Filosofía y Letras, Facultad de Psicología, Escuela Nacional de Trabajo Social, Escuela Nacional Preparatoria (en específico, la Preparatoria No. 7) con el objeto de que dichas entidades académicas cuenten con un espacio de exploración e innovación docente a partir de la propuesta tecno pedagógica de “El Aula del Futuro”, así como la formación de un grupo de profesores y personal técnico asociado en el diseño de estrategias educativas innovadoras enriquecidas con tecnología; con el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades y el Centro de Nanociencia y Nanotecnología para la coedición electrónica de *Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria de Nanociencias y Nanotecnología*; con la Facultad de Química, con el fin de realizar el proyecto: “Estudio Técnico y Evaluación Económica del Proyecto de Inversión del Mucílago de Nopal *Opuntia Ficus-Indica* como Agente Estabilizante”; con el Instituto de Geofísica, con el fin de desarrollar una plataforma como sistema de monturas para medición de radiación solar global en planos verticales múltiples, para la evaluación de cargas energéticas que servirán para el diseño de las estructuras arquitectónicas que sean más amigables con el ambiente y para la evaluación del recurso solar y generación de energía, entre otras aplicaciones.

Para mayor referencia sobre las acciones de vinculación y los registros de propiedad intelectual tramitados por el ICAT durante 2019, el lector se puede referir a los anexos 3 y 4 de este documento.

### 1.6 Relaciones con el exterior

Durante 2019, un académico realizó una estancia sabática nacional en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y 2 realizaron estancias sabáticas internacionales en la Universidad de Cambridge y en la Universidad del Valle, en Cali, Colombia. Además, 1 académico estuvo comisionado por un año en la Universidad de California Riverside, para participar en un proyecto relacionado con estudios del cerebro relacionados con el campo de aplicación de salud. Asimismo, los académicos del ICAT realizaron 12 estancias de investigación de más corta duración en el Instituto de Microelectrónica, Electromagnetismo y Fotónica en Francia; en la Universidad Técnica de Eindhoven, Holanda; en la Universidad de Padua, Italia; en la Universidad de Extremadura en España; en la Universidad Nacional de Ucrania; en la Universidad Estatal Hidrometeorológica de Rusia; en la Universidad de Kumamoto, Japón; en la Universidad Tecnológica Metropolitana del Estado de Chile y en la Universidad de la Serena en Chile; en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en Colombia; en la Universidad del Sur de California; en la Universidad de Ottawa; y en el Instituto Nacional de Investigaciones en Ingeniería Rural, Aguas y Bosques en Túnez.

Se recibieron 20 profesores visitantes provenientes de la Universidad McGill, la Escuela Politécnica de Montreal y del Consejo Nacional de Investigaciones, todos de Canadá; del Instituto de Ciencias Analíticas y Físicoquímica para el Ambiente y Materiales de Francia; del Instituto de Tecnologías Físicas y de la Información y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, ambos de España; de la Universidad de Padua y del Consejo Nacional de Investigaciones, ambos de Italia; del Instituto Max Planck en Alemania; de la Universidad Nacional de Irlanda; de la Universidad Tecnológica Metropolitana del Estado de Chile y de la Universidad Católica de Temuco, de Chile; de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno y de la Universidad de Huancavelica, ambas de Perú. Además, realizaron estancias en el ICAT profesores del Instituto Tecnológico de Comitán, perteneciente al Tecnológico Nacional de México, y de la Escuela Nacional Preparatoria, plantel número 6, así como del CCH-Naucalpan, estos últimos para realizar estancias sabáticas.



### 1.7 Organización de eventos académicos

Como cada año, los académicos del ICAT fueron muy activos en la organización de eventos académicos, principalmente de congresos y seminarios. Durante 2019 los académicos del ICAT participaron en la organización de 18 eventos entre los que se pueden mencionar los siguientes: el 41st *Colloquium Spectroscopicum Internationale* (CSI XLI), que se realizó junto con la *1st Latin American Meeting on Laser Induced Breakdown Spectroscopy* (I LAMLIBS), en Ciudad Universitaria; el *International Materials Research Congress 2019*; el XXXII SOMI Congreso de Instrumentación; las reuniones XIII *Latinamerican Meeting on Optics*, X *Latinamerican Meeting RIAO-OPTILAS-MOPM-2019* y el *Laser and Applications – Mexican Optics and Photonics Meeting*; el X Congreso Nacional de Tecnología Aplicada a Ciencias de la Salud; el VII Congreso Internacional y XVI Congreso Mexicano de Catálisis; el 8° Congreso Iberoamericano en Investigación Cualitativa (CIAIQ2019) y 4th *International Symposium on Qualitative Research*; XXXII Simposio Internacional de Computación en la Educación; XVIII Congreso Latino - Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC 2019; el Simposio Internacional de TIC en la Educación SOMECE 2019: “Edutecnología y Aprendizaje 4.0”; el 10° Coloquio sobre Riqueza Natural y Sociedad: Inventarios ilustrados de la Hepertonía de México; el 38° Congreso Nacional de Educación Química; el X Congreso Nacional de Tecnologías Aplicadas a Ciencias de la Salud; el Simposio Mexicano de Computación y Robótica en Medicina 2019, entre otros.

### 1.8 Actividades editoriales

Los editores en jefe de las revistas *Journal of Applied Research and Technology (JART)* y *Mundo Nano*. Revista Interdisciplinaria en Nanociencias y Nanotecnología son académicos del ICAT. El JART se edita totalmente en el ICAT, mientras que *Mundo Nano* es una coedición entre el ICAT, el CEIICH y el CNYN, todos de la UNAM. Asimismo, varios miembros de la plantilla académica del Instituto participan como editores asociados en revistas como *Applied Optics*, *Journal of Vibroengineering* y *Polibits*, además de que los académicos del ICAT participaron, durante 2019, en más de 200 revisiones de artículos y otros productos académicos como libros, capítulos en libro, memorias en congresos, entre otras.

### 1.9 Actividades de difusión y de divulgación

Las principales actividades de difusión y divulgación durante 2019 consistieron en entrevistas en medios varios, a partir de lo cual se generaron 87 publicaciones en medios impresos, digitales, televisión y radio; a través de estas, los especialistas del ICAT dieron a conocer sus proyectos y actividades de educación continua, divulgaron información relativa a temas varios sobre ciencia y tecnología, así como acerca de temas diversos de interés para el público nacional. Las actividades de diversa índole en las que participaron los académicos del ICAT fueron también difundidas en la Agenda UNAM y en medios tales como la página y redes sociales de Posgrado UNAM, página de DGAPA, página UNAM, entre otros. De igual forma, los académicos del ICAT participaron en 59 charlas de difusión en diferentes foros, talleres, seminarios, coloquios, exposiciones y otros eventos.

El ICAT participó durante 2019 en los siguientes eventos: la Fiesta de las Ciencias y las Humanidades 2019 en Universum; el 7° Encuentro con la Tierra; la Noche de las Estrellas 2019. Asimismo, se vinculó con la Biblioteca de México, a través de la Galería Entre Ríos, de lo cual se generó la primera participación del ICAT en la Semana de la Ciencia y la Tecnología, del programa Mis Vacaciones en La Biblioteca, que organiza la biblioteca anteriormente mencionada. Como cada año se organizó el Día de Puertas Abiertas del ICAT en el que se recibieron cientos de visitantes que tuvieron oportunidad de conocer de cerca los laboratorios, grupos académicos y muchas de las actividades que se realizan en el Instituto.





## PRESENTACIÓN

Adicionalmente, se trabajó continuamente en la actualización de los contenidos de la página web del ICAT. La Coordinación de Difusión y Divulgación estuvo a cargo de la administración de las redes sociales del ICAT, lo cual involucró actividades tales como búsqueda de contenidos relacionados con temas de interés para los seguidores del ICAT en esta red; publicaciones diversas y elaboración de material gráfico para la difusión de actividades académicas y educación continua e información sobre proyectos, entre otras. Para Facebook, la Coordinación realizó 394 publicaciones; en el caso de Twitter efectuó 632; 148 para Instagram; 61 para LinkedIn; y publicó 52 videos en YouTube.

En relación con el número de seguidores de las redes sociales del ICAT, los incrementos más significativos logrados fueron en Facebook y Twitter, que son las redes que más emplea por tener las características que más se ajustan al perfil del público meta del Instituto: En diciembre de 2019, el número de seguidores para Facebook resultó ser de 6,470 (en el mismo mes en 2018 fue de 4,699), mientras que para Twitter fue de 6,132 (habiendo sido 5,291 en diciembre 2018). En el caso de Instagram, se registraron 148 seguidores (el año anterior, el número de seguidores en esta red fue de 79) y para LinkedIn, 284 (siendo 240 en el 2018).

La Coordinación de Difusión y Divulgación generó nuevas secciones tales como Mujeres que Hacen Ciencia y Tecnología en el ICAT y Cápsulas Electrónicas, esta última en colaboración con el Dr. Miguel Ángel Bañuelos, así como la sección Efemérides y el ICAT. En colaboración con la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC), se generaron infografías relacionadas con temas relacionados con el quehacer del ICAT y se difundieron tanto en las redes sociales del Instituto como también en las de la DGDC, lo cual abre un medio adicional para la difusión de información sobre el Instituto. Las estrategias y acciones arriba mencionadas han resultado en un mayor incremento de usuarios, especialmente en redes como Facebook y Twitter, y en un aumento en las menciones, reacciones, comentarios, veces que los usuarios comparten contenido del ICAT y visibilidad en general.

De igual modo, la Coordinación de Difusión y Divulgación efectuó la implementación del programa de vinculación con ex estudiantes del ICAT, encargándose de la conceptualización del nombre (Enlace ICAT), el diseño y elaboración directa de la imagen gráfica y el formulario de registro, su difusión en redes, página web y a través de correo electrónico y, finalmente, del envío periódico de información sobre actividades del Instituto a los exestudiantes registrados.

### 1.10 Premios y reconocimientos

Varios académicos del ICAT recibieron premios y reconocimientos durante 2019, entre los más importantes se pueden mencionar el Premio Universidad Nacional en el área de Docencia en Ciencias Exactas, al Dr. José Rufino Díaz Uribe; el reconocimiento Sor Juana Inés de la Cruz, a la Dra. María Esther Mata Zamora; mientras que el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, por sus siglas en inglés) otorgó al Dr. Ernst Kussul el grado de “*Senior Member*”.

### 1.11 Los logros más relevantes del ICAT durante 2019

Con base en todo lo anterior y la información que se presenta en este informe, consideramos que los logros más relevantes durante 2019 fueron los siguientes:

1. El lanzamiento de la Red de Aulas del Futuro, liderado por el Grupo de Espacios y Sistemas Interactivos para la Educación (GESIE) del Instituto. Esta red agrupa a los usuarios de los desarrollos realizados por el GESIE, incluyendo cinco entidades de la UNAM; la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; la UAM-Azcapotzalco; la Comisión de Derechos Humanos de la Ciudad de México; el Instituto Lux de León, Gto; la Universidad de Poitiers, Francia; y la UTEM en Chile. La Red pone en comunicación



## INFORME DE ACTIVIDADES 2019

a más de 800 profesores que han seguido los programas de formación desarrollados en el ICAT e incluye una red de investigación, a la que se suman el *Open Education Consortium* (EUA), la Universidad de la Rioja (España), el Tecnológico de Monterrey, La Universidad de Guadalajara, la BUAP y la Universidad de Poitiers.

2. Se produjo el número de artículos y de memorias indizados más alto en la historia de la dependencia. Durante el 2019 los académicos del ICAT publicaron 147 documentos indizados. Estos documentos equivalen a un promedio de 3.1 publicaciones indizadas/investigador durante el 2019.
3. El lanzamiento a la estratósfera, por parte de la NASA, del módulo de carga útil EMIDSS-1 (*Experimental Module for Iterative Design for Satellite Subsystems*, versión 1), resultado de una colaboración entre el ICAT y el Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA) del IPN. El módulo fue lanzado con éxito en septiembre del 2019 en Fort Sumner, Nuevo México, Estados Unidos, dentro de la campaña FY19 del programa CSBF (*Columbia Scientific Balloon Facility*) de la NASA.
4. El Dr. José Rufino Díaz Uribe obtuvo el Premio Universidad Nacional en el área de Docencia en Ciencias Exactas como reconocimiento a su trayectoria académica, realizada al interior del ICAT.
5. Se organizó uno de los congresos internacionales más importantes a nivel mundial en el área de espectroscopía: el 41st *Colloquium Spectroscopicum Internationale* (CSI XLI), realizado junto con la *1st Latin American Meeting on Laser Induced Breakdown Spectroscopy* (I LAMLIBS) en junio del 2019 en el Centro de Convenciones de la UNAM. Dos académicos del ICAT, la Dra. Citlali Sánchez Aké y el Dr. Mayo Villagrán Muniz fueron los presidentes de estas dos reuniones.