

1. PRESENTACIÓN





1. Presentación

Durante 2021 se celebró el 50 aniversario del actual ICAT, creado el 15 de diciembre de 1971, con el nombre de Centro de Instrumentos, durante el rectorado del Dr. Pablo González Casanova, a iniciativa del Dr. Fernando Alba Andrade, quien fuera Coordinador de la Investigación Científica. El Centro de Instrumentos surge como un centro de servicios y se le asignan funciones como diseñar y construir equipo y material didáctico; colaborar con las diferentes entidades académicas en el diseño de laboratorios, así como la construcción de equipo e instrumental; promover la instrumentación; auxiliar a las dependencias universitarias en el mantenimiento de equipo científico, así como colaborar con los grupos de investigación sobre enseñanza de las ciencias. 25 años después de su creación, se transformó en un centro de investigación que a la postre se convirtió en el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico en 2002, y finalmente, en el Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología en 2018.

El ICAT surge y evoluciona de una manera distinta al del resto de los institutos de investigación del Subsistema de la Investigación Científica, lo cual le confiere un perfil distintivo, debido a que, en sus inicios, todo el personal fue contratado en la figura de técnico académico y, varios años después, se comenzaron a incorporar unos pocos investigadores. Eso generó un perfil distintivo de los técnicos académicos, muy valioso para la Universidad, que es el de tecnólogo o ingeniero de desarrollo. Posteriormente, por la misma evolución de la dependencia, algunos técnicos académicos altamente capacitados, todos ellos con doctorado, se convierten en investigadores, pero con una orientación hacia el desarrollo tecnológico; además, ya en los años 90s y 2000, se contratan investigadores con perfiles más tradicionales, y todos estos académicos interactúan al interior de lo que para entonces ya era una entidad multi e interdisciplinaria, lo que genera un ambiente muy rico y propicio para investigar, desarrollar, innovar y enseñar. En el ICAT actual, se realiza investigación, desarrollo tecnológico, formación de profesionistas altamente capacitados y difusión en instrumentación científica e industrial, micro y nanotecnologías, tecnologías fotónicas, tecnologías de la información y educación en ciencia y tecnología, buscando aplicar el conocimiento generado a la solución de problemas en las áreas de salud, medio ambiente, energía y educación.

Para conmemorar el 50 aniversario de la creación del ICAT, se organizaron varias actividades de corte académico, histórico y cultural; la presentación de varios libros, entre ellos la Memoria Colectiva del CI/CCADET/ICAT; así como una ceremonia oficial, el 15 de diciembre de 2021, que estuvo presidida por el Dr. Enrique L. Graue Wiechers, Rector de la Universidad Nacional Autónoma de México; el Dr. José Antonio de los Reyes Heredia, Rector General de la Universidad Autónoma Metropolitana; el Dr. William Lee Alardín, Coordinador de la Investigación Científica; así como por tres miembros de la comunidad académica del ICAT. Para organizar los festejos se nombró una comisión que estuvo integrada por personal académico del ICAT y por la Coordinadora de Difusión y Divulgación. En el [Anexo 1](#) de este informe, se presenta un resumen de las actividades realizadas para conmemorar esta efeméride.

Además de por el festejo y actividades conmemorativas por el 50 aniversario, el 2021 estuvo marcado por los efectos de la pandemia causada por el virus SARS-CoV2, que causa la enfermedad COVID-19, con afectaciones muy importantes sobre todo en el primer semestre, ya que los primeros meses del año el Instituto tuvo una actividad presencial casi nula debido a una segunda ola muy letal de contagios; dicha letalidad (aunque no los contagios) fue disminuyendo conforme fue avanzando el plan nacional de vacunación y por tanto las actividades al interior del ICAT se fueron normalizando en el segundo semestre del año.

En este informe, además de presentar los datos correspondientes a 2021, se realiza un análisis comparativo entre la situación actual y la que guardaba el Instituto al inicio de esta administración, para examinar la evolución de algunos parámetros relacionados con el personal y la productividad del ICAT.



PRESENTACIÓN

1.1 Personal académico y administrativo

A finales de 2021, la plantilla académica se encuentra constituida por 115 académicos y académicas, 48 investigadores e investigadoras y 67 técnicas y técnicos académicos; además, a finales de 2020 la Dra. Claudia Rodríguez Almazán, Investigadora Titular A del Instituto de Biotecnología, solicitó su cambio de adscripción temporal al ICAT. En lo concerniente a las y los investigadores, 12 tienen el nombramiento de Asociado C, 13 el de Titular A, el mismo número el de Titular B y 10 el de Titular C (Tabla 1). En lo que respecta a las y los técnicos académicos, 2 poseen el nombramiento de Asociado B, 15 el de Asociado C, 6 el de Titular A, 27 el de Titular B y 17 el correspondiente a Titular C. Cabe aclarar que una de las dos plazas de Técnico Académico Asociado B, que aparece en la Tabla 2, se ha transformado en una de Asociado C, para poder convocar a un concurso de oposición abierto; el resultado de dicho concurso se encuentra ya en proceso de ratificación por parte del Consejo Técnico de la Investigación Científica. Adicionalmente, en el ICAT laboran 4 catedráticas y catedráticos CONACYT y, durante el año, 24 becarios y becarias posdoctorales participaron en proyectos de investigación y desarrollo.

Si se compara la situación actual en cuanto a la plantilla académica con la de 2013, se puede observar que el número de investigadores e investigadoras pasó de 38 en 2013 a 48 en 2021, es decir aumentó en un 26% (Figuras 1 y 2). En el caso de las y los técnicos académicos, se mantuvo casi contante; pasó de 68, en 2013, a 67, en 2021 (Figuras 1 y 3). El aumento considerable en el número de investigadoras e investigadores se explica, en primer lugar, porque 4 técnicos académicos decidieron iniciar una nueva carrera como investigadores, por lo que se usaron los recursos de las plazas que ocupaban para transformarlas a plazas de Investigador Asociado C (2 plazas) o Titular A (2 plazas); asimismo, tres plazas de Investigador Titular B o C que se liberaron (debido a la renuncia o el fallecimiento de los académicos que las ocupaban), se dividieron en dos plazas de Investigador Asociado C, cada una; aunado a lo anterior, se contó con 2 plazas de nueva creación (una para la Unidad de Investigación y Desarrollo Tecnológico en el Hospital General de México *Dr. Eduardo Liceaga* y la otra para el Polo Universitario de Tecnología Avanzada-PUNTA, en Apodaca NL) y una más estuvo disponible por jubilación del investigador que la ocupaba. En el caso de técnicos académicos, se contó con 3 plazas de nueva creación: una para la Unidad de Investigación y Desarrollo Tecnológico en el Hospital General de México *Dr. Eduardo Liceaga*, una para el Laboratorio Universitario de Nanotecnología Ambiental y una más que inicialmente se asignó al Laboratorio Nacional de Manufactura Aditiva y Digital, aunque posteriormente (en 2018) la académica que fue contratada solicitó su cambio a otro departamento, mismo que fue avalado por el Consejo Interno. En el periodo, otras ocho plazas se liberaron por jubilación, renuncia o fallecimiento de los académicos que las ocupaban.

Las plazas que se tuvieron disponibles de 2014 a 2021 (ya sea por nueva creación, jubilación, renuncia o fallecimiento) fueron asignadas como se describe a continuación. En el caso de las plazas de investigación: tres fueron asignadas al actual Departamento de Instrumentación Científica e Industrial, dos al Departamento de Micro y Nanotecnología, seis al Departamento de Óptica Microondas y Acústica y dos al Departamento de Tecnologías de la Información y Procesos Educativos. En el caso de las plazas de técnico académico, tres fueron asignadas al Departamento de Instrumentación Científica e Industrial, tres al departamento de Micro y Nanotecnologías, una al Departamento de Óptica Microondas y Acústica, dos al Departamento de Tecnologías de la Información y Procesos Educativos y dos más a labores de apoyo general (Unidad de Cómputo y Telecomunicaciones y Secretaría de Vinculación y Gestión Tecnológica), estas dos plazas están asignadas al Departamento de Tecnologías de la Información y Procesos Educativos para fines de representación.

INFORME DE ACTIVIDADES 2021

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	48	12	13	13	10	0	0	8	21	19	1	2	22	17	6

Como se puede observar en la Tabla 1, el 100% de las y los investigadores tienen el grado de doctor y todos pertenecen al Programa de Primas al Desempeño del Personal Académico (PRIDE), 17% en el nivel B (prácticamente todos por tener PRIDE fijo por haber ingresado recientemente), el 43% en el nivel C y el 40% en el nivel D. En lo que respecta al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), el 98% de los académicos del ICAT forma parte de dicho Sistema, el 4% tiene el nombramiento de candidato, el 46% el nivel I, el 35% el nivel II y el 13% el nivel III.

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	28	30	2	15	6	27	17	1	1	13	38	14	55	3	8	1	0

Para el caso de las y los técnicos académicos, 2 no cuentan con grado académico, 7 tienen el grado de licenciado (10%), 20 el de maestría (42%) y 30 el de doctorado (45%). Es de resaltar que el 87% de las y los técnicos académicos del ICAT cuentan con estudios de posgrado. El porcentaje de técnicos académicos con posgrado pasó del 73%, en 2013, a 87%, en 2021. Adicionalmente, 12 técnicas o técnicos académicos forman parte del SNI, la mayoría en el nivel I (ver Tabla2).

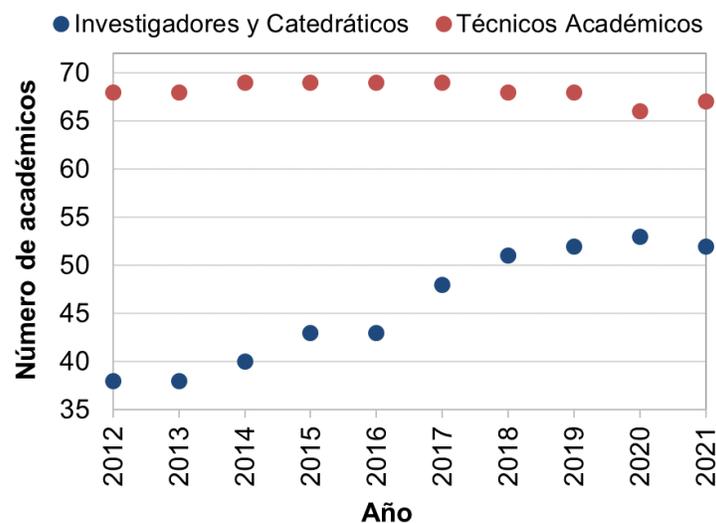


Figura 1. Evolución del número de investigadores(as) y técnicos(as) académicos de 2012 a 2021.

PRESENTACIÓN

Como puede observarse en la Figura 2, además del incremento en el número de investigadores de 38 a 48, en el periodo comprendido entre 2013 y 2021, se observa que se modificó considerablemente la distribución de los nombramientos, incrementándose considerablemente el número de investigadoras o investigadores en los niveles de Asociado C y Titular A, y disminuyendo el de investigadoras o investigadores en el nivel de Titular C, lo que muestra la importante renovación de la plantilla académica que se llevó a cabo en este periodo para el caso del personal de investigación.

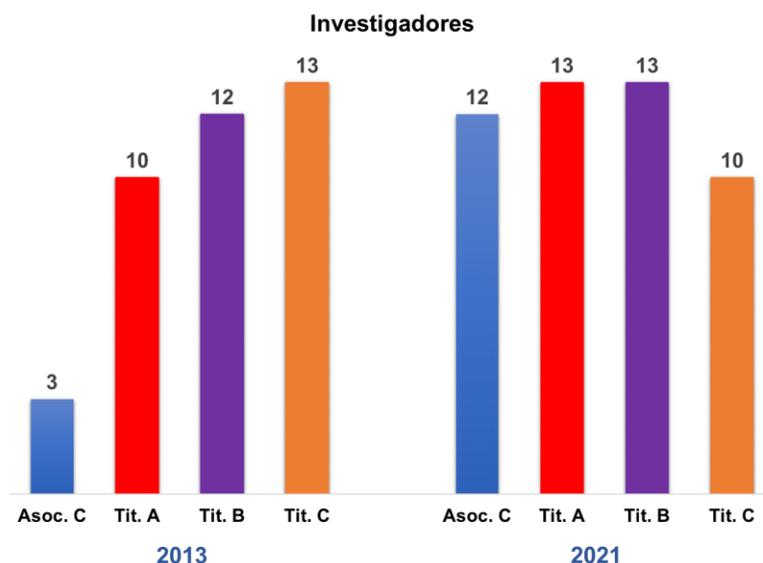


Figura 2. Distribución de investigadores(as) por nivel en 2013 y en 2021.

En el caso de la distribución de los nombramientos para el personal contratado como técnico académico, también se observan algunos movimientos en el periodo de 2013 a 2021, aunque estos son menos marcados que en el caso del personal de investigación. En la Figura 3 se observa que dejó de haber personal contratado en el nivel de Asociado A, que es un nivel en el que ya no se realizan contrataciones en el Subsistema de la Investigación Científica; se incrementó el número de técnicas o técnicos académicos con el nombramiento de Asociado C, gracias a la renovación de la plantilla académica que también se dio en el periodo, aunque con menor intensidad que en el caso de los investigadores. En los años venideros habrá que continuar promoviendo la renovación de la plantilla académica en ambas categorías académicas, pero sobre todo en el caso de la figura de técnico académico.

INFORME DE ACTIVIDADES 2021

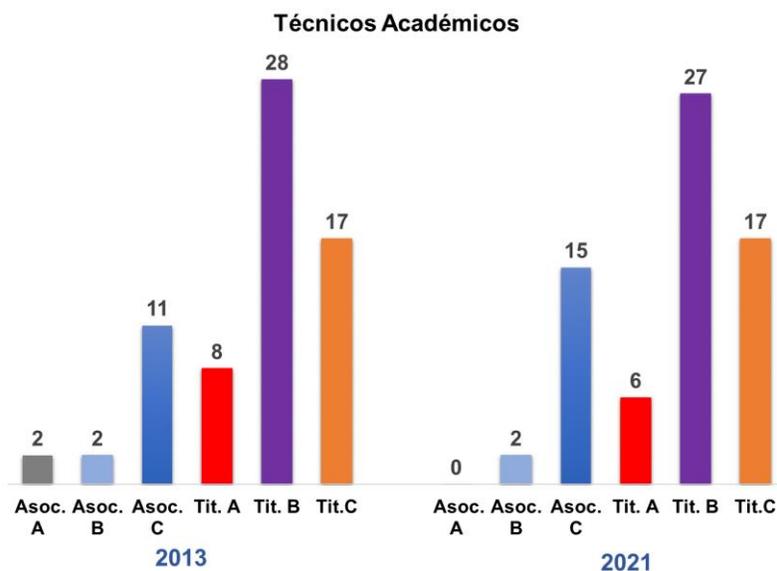


Figura 3. Distribución de técnicos académicos(os) por nivel en 2013 y en 2021.

En el periodo se tramitaron 120 contratos por obra determinada (artículo 51 del EPA), 93 renovaciones de contrato, 30 promociones, 17 definitividades, se convocaron 17 concursos de oposición abierto y se tramitaron 27 contrataciones o recontractaciones de catedráticas o catedráticos CONACYT.

En lo que respecta a la distribución por rango de edades, en la Figura 4 se muestra la distribución de las y los investigadores, así como de las y los técnicos académicos que laboraron en el ICAT durante 2021; en la Figura 5, se muestra la misma distribución, pero para los académicos en general. El promedio de edad para investigadores e investigadoras es de 51.2 años, mientras que para técnicas y técnicos académicos es de 55.7 años. El promedio de edad en general para las y los académicos del Instituto es de 53.8 años.

Como puede observarse en la Figura 4A hay 2 investigadores con más de 70 años, pero solo uno de ellos cumple con los requisitos del ISSSTE para optar por la jubilación. En el caso de técnicas y técnicos académicos, 5 de ellos pueden optar por la jubilación a través del Subprograma de Retiro Voluntario por Jubilación del Personal Académico de Carrera (REVOL); sin embargo, debido a las fuertes limitaciones en el número de apoyos disponibles que han existido a partir de 2020 para dicho subprograma, varios de ellos, a pesar de tener la intención de jubilarse, no han podido ingresar a dicho subprograma, por lo que las plazas que ocupan no han podido liberarse para contratar a personal más joven y continuar de esa manera con el rejuvenecimiento de la plantilla académica del Instituto. Esto último se ve reflejado en las Figuras 6 y 7, en las que se presenta la edad promedio de las y los investigadores (Figura 6A) y de las y los técnicos académicos (Figura 6B), así como de las y los académicos en general (Figura 7) en el periodo de 2014 a 2021.



PRESENTACIÓN

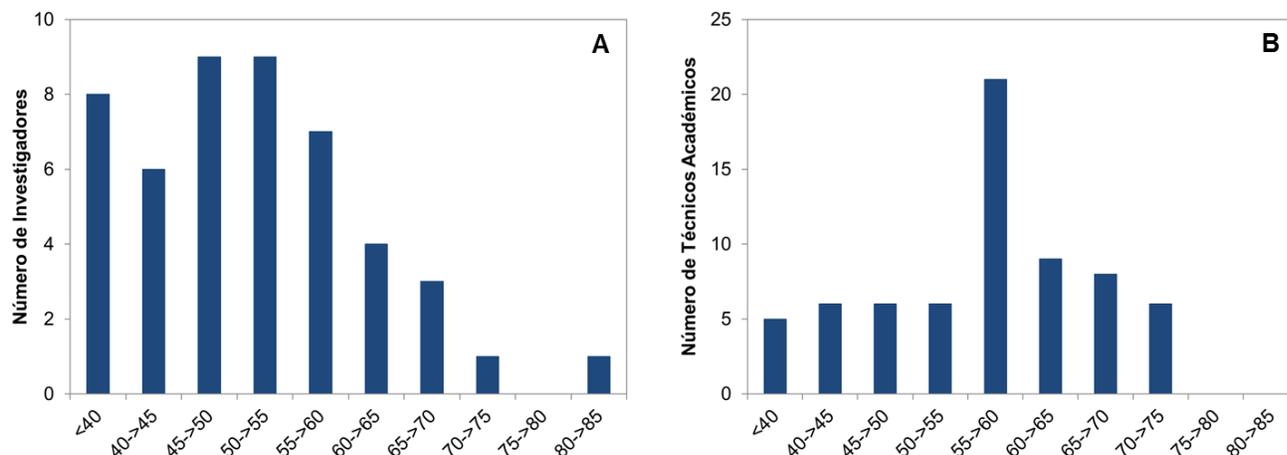


Figura 4. Distribución por rango de edades de (A) las y los investigadores, así como de (B) las y los técnicos académicos que laboraron en el ICAT durante 2021.

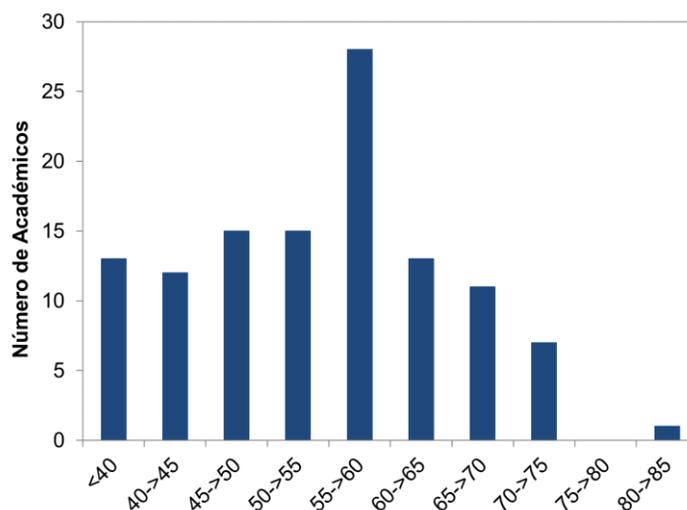


Figura 5. Distribución por rango de edades de las y los académicos que laboraron en el ICAT durante 2021.

En el caso de los investigadores se puede observar en la Figura 6A que la edad promedio de las y los investigadores había disminuido desde 51.6, en 2014, hasta 50.2, en 2020, y para 2021, incrementó a 50.2; a pesar de este ligero incremento en 2021, es de destacar que, en el caso de esta figura académica, la edad global promedio disminuyó ligeramente a lo largo de los 8 años de este periodo. En el caso de las y los técnicos académicos, la edad promedio tendió a aumentar en el periodo, pasando de 52.1 años, en 2014, a 55.7 años, en 2021 (Figura 6B); si bien hubo un aumento en la edad promedio de aproximadamente 3.5 años, este no fue de 8 años como se habría esperado en el caso de que no hubiera ningún tipo de renovación de la plantilla académica. La edad promedio del personal académico (que incluye investigadores e investigadores y técnicas y técnicos académicos) se incrementó de 52.4 a 53.8 años en el mismo periodo (Figura 7), con un incremento muy marcado entre 2020 y 2021, por las razones que se mencionan líneas arriba.

INFORME DE ACTIVIDADES 2021

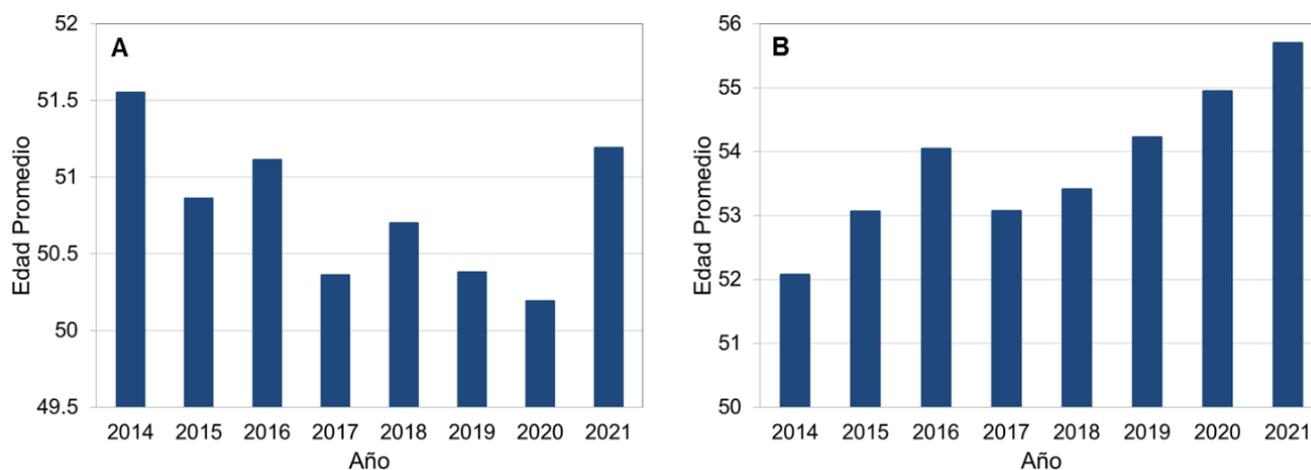


Figura 6. Edad promedio de (A) las y los investigadores, así como de (B) las y los técnicos académicos en el periodo comprendido entre 2014 y 2021.

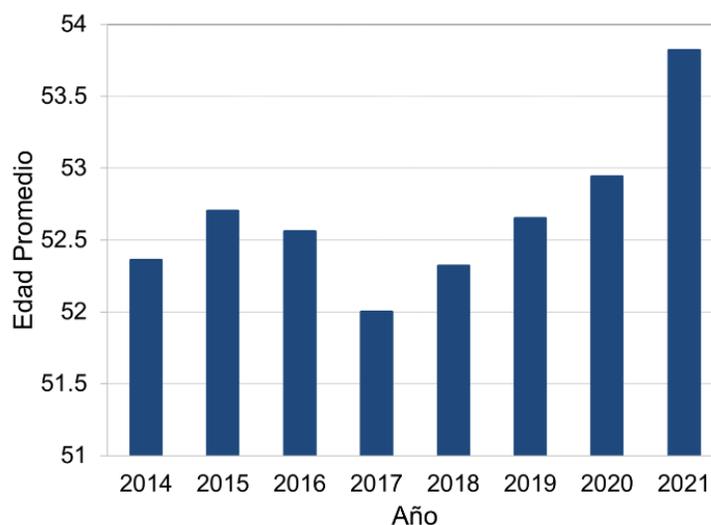


Figura 7. Edad promedio de las y los académicos que laboraron en el ICAT en el periodo comprendido entre 2014 y 2021.

En lo que se refiere a la distribución por género, el 36% del personal contratado está constituido por mujeres, para el caso de la figura de técnico académico; mientras que, para el caso de la de investigador y catedrático, el 30% son mujeres. De manera global, el 33% del personal académico (incluyendo catedráticas y catedráticos) son mujeres. En 2013, el porcentaje de mujeres era del 27%. Si bien en el periodo comprendido entre 2014 y 2021 se avanzó ligeramente en cuanto a la paridad de género, habrá que continuar en ese sentido en los próximos años, para lograr una proporción cercana a 50% de mujeres y 50% de hombres en la plantilla académica y lograr así una mayor igualdad de género.

PRESENTACIÓN

Adicionalmente, el ICAT contó con el apoyo de 109 empleados de apoyo administrativo y técnico, de los cuales 13 son personal de confianza y 96 personal de base. Durante 2021 cuatro personas con contrato de base decidieron jubilarse, a saber, Hugo Alejandro Sánchez Flores, con nombramiento de jefe de taller; María del Carmen García Montoya, con nombramiento de vigilante; Rosa María García Vega, con nombramiento de técnico en fabricación de aparatos y equipos de investigación; y Rigoberto Vázquez Salauz, con nombramiento de técnico. Además, la comunidad del Instituto tuvo que lamentar el sensible fallecimiento de los señores Raúl Berrocal Becerril (vigilante) y Martín Yaudiel Fernández Sánchez (secretario).

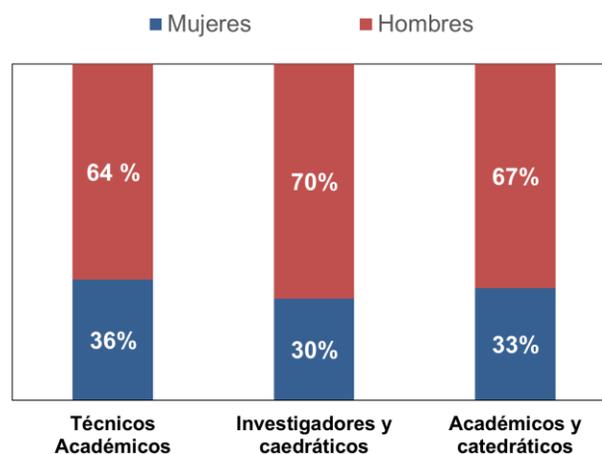


Figura 8. Distribución de género en los distintos niveles académicos.

1.2 Financiamiento recibido por proyectos y otros apoyos durante 2021

En la Figura 9 se muestra tanto el número de proyectos financiados como el monto de recursos obtenidos en dichos proyectos por año en el periodo de 2012 a 2021. Como puede observarse en la Figura 9A, el número de proyectos desarrollados se ha mantenido estable en el periodo, con un pequeño incremento entre 2016 y 2019. Sin embargo, en lo que respecta a los montos de financiamiento recibido por dichos proyectos se observa una variabilidad mucho mayor. El monto máximo de recursos se obtuvo entre 2014 y 2018, mientras que a partir de 2019 se observa una fuerte caída en el monto de los recursos obtenidos por proyectos, llegando a un mínimo en 2020, observándose una muy ligera recuperación en 2021. Sin embargo, se observa que el monto de los recursos obtenidos entre 2019 y 2021 es incluso menor al monto que se obtuvo en 2012 y 2013; es decir, los últimos 3 años han sido muy complicados en cuanto al financiamiento a proyectos; lo anterior se explica, en parte, por la situación de pandemia que se ha estado viviendo, pero principalmente por las políticas mucho más restrictivas en cuanto a financiamiento de proyectos científicos por parte del Gobierno Federal y de los gobiernos estatales. Esta disminución se ha observado también en el caso de ingresos extraordinarios, los que han llegado a valores mínimos en 2020 y 2021, lo cual se debe, principalmente, a que un buen número de laboratorios tuvieron que ser cerrados por el confinamiento causado por la enfermedad COVID-19, por lo que muchos de ellos no estuvieron en la posibilidad de realizar proyectos o prestar servicios y generar así ingresos extraordinarios.

INFORME DE ACTIVIDADES 2021

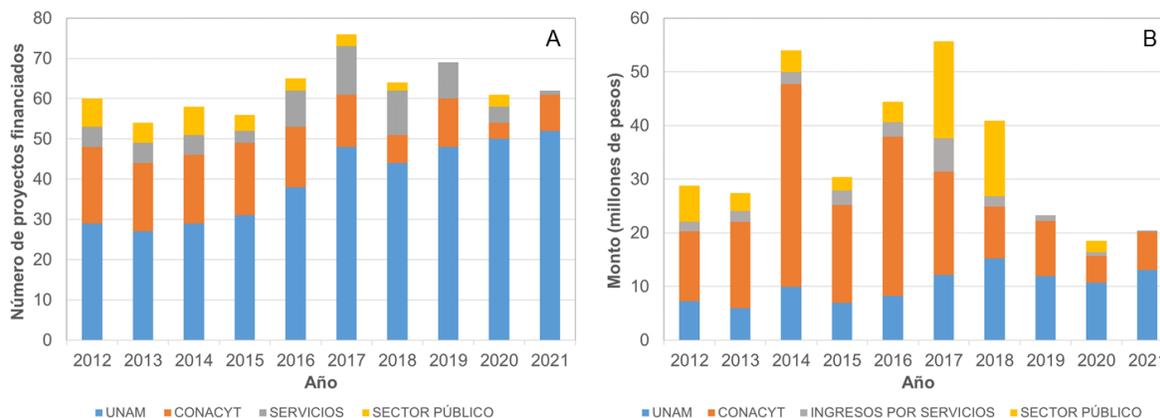


Figura 9. A) Número de proyectos financiados.

B) Monto de recursos obtenidos en los proyectos realizados en el periodo de 2012 a 2021.

En la Tabla 3 se muestra que la principal fuente de financiamiento durante 2021 fue la UNAM, ya que a través de las convocatorias de la DGAPA (PAPIIT o PAPIIME), o de apoyos especiales (provenientes principalmente de la Coordinación de la Investigación Científica y en menor medida de la Secretaría Administrativa), se financiaron 61 proyectos; el CONACYT financió 9 proyectos; se contó con un proyecto de ingresos extraordinarios, así como con 4 proyectos financiados por la Secretaría de Ciencia Tecnología e Innovación de la Ciudad de México; sin embargo, estos 4 proyectos recibieron el total del monto de los recursos que les fueron asignados en años previos, por lo que estos no se ven reflejados en 2021, aunque varios de ellos se siguieron realizando a lo largo del año. En la Tabla 3 se muestra el desglose del número de proyectos y los montos obtenidos por las diferentes fuentes de financiamiento durante 2021. El financiamiento total para la ejecución de los proyectos que recibieron financiamiento durante el año alcanzó una suma de 20,437,018.15 pesos.

Tabla 3. Proyectos desarrollados durante 2021 con base en su fuente de financiamiento.

Fuente de financiamiento	Número de proyectos	Monto ejercido en 2020
UNAM-PAPIIT	36	\$7,806,489.00
UNAM-PAPIIME	16	\$2,270,069.00
UNAM-Apoyos Especiales	9	\$2,964,500.88
CONACYT (Ciencia Básica)	5	\$3,192,159.00
CONACYT (Laboratorios Nacionales)	1	\$900,000.00
CONACYT (Ciencia de Frontera)	2	\$1,075,000.00
CONACYT (PRONACES)	1	\$1,957,083.00
Ingresos Extraordinarios (Servicios)	1	\$271,718.15
Gran total		\$ 20,437,018.15

PRESENTACIÓN

1.3 Publicaciones y desarrollos

En la Figura 10 se muestra la evolución del número de publicaciones indizadas en ISI o Scopus por año en el periodo de 2012 a 2021; como puede observarse, se mantiene una tendencia ascendente en el número de publicaciones indizadas en este periodo. En los años 2017 y 2018 hubo una disminución en el número de publicaciones indizadas, pero la tendencia ascendente se recuperó en el periodo de 2019 a 2021. Durante 2021 se produjeron 153 publicaciones indizadas, cifra que es ligeramente superior a la más alta obtenida previamente que correspondía a 2019, que había sido de 147, y en 2020, que fue de 144. De las publicaciones indizadas en 2021, 118 fueron artículos en revistas y 35 fueron memorias en extenso. Es importante destacar el número de publicaciones logradas en 2021 (el más alto en la historia de la dependencia); sobre todo si se considera la disminución en el financiamiento obtenido y las afectaciones sufridas durante 2021 a consecuencia de la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2, especialmente en la primera parte del año.

El promedio de publicaciones indizadas durante 2021 es de 3.19 publicaciones por investigador(a) por año; si se consideran solo los artículos en revistas indizadas, el promedio es de 2.5 artículos por investigador(a) por año.

El factor de impacto promedio de las revistas indizadas en las que se publicaron los artículos durante 2021 fue de 3.14, ligeramente mayor al promedio de 2020, que fue de 3.09 y considerablemente mayor a los factores de impacto promedio de años previos, que habían oscilado entre 1.7 y 2.65, en el periodo comprendido entre 2012 y 2019. De hecho, el factor de impacto promedio de las revistas en las que se publicaron artículos en 2021 es el más alto en la historia del CI/CCADET/ICAT.

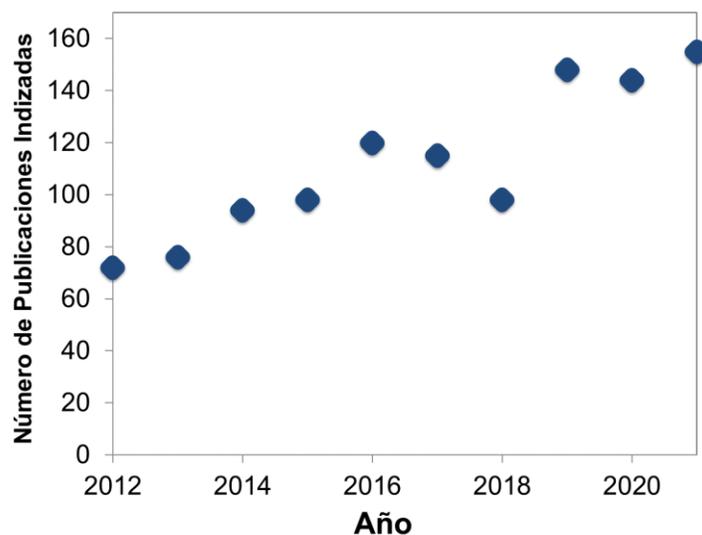


Figura 10. Número de publicaciones indizadas por año en el periodo 2012-2021.



INFORME DE ACTIVIDADES 2021

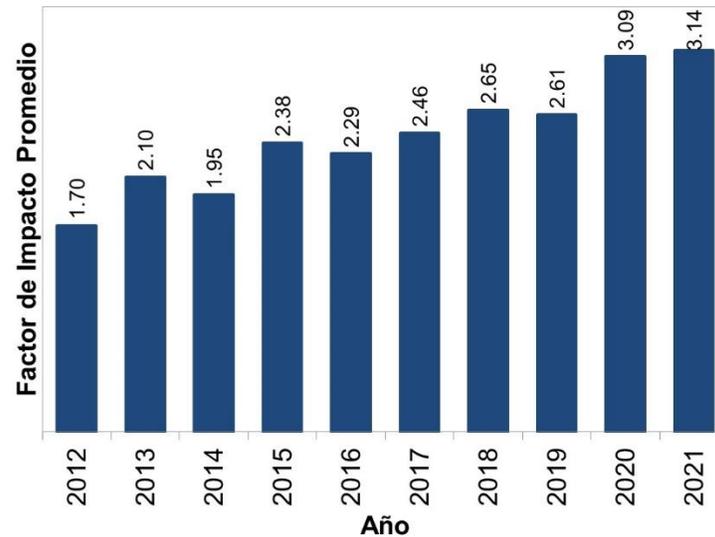


Figura 11. Factor de impacto promedio de las revistas en las que se publicaron artículos en el periodo 2012 a 2021.

En la Tabla 4 se presenta un desglose de las revistas indizadas en las que los académicos del ICAT publicaron durante 2021, el cuartil al que pertenecen y su factor de impacto. En la Figura 12 se grafica el porcentaje de artículos en función del cuartil al que pertenece la revista. Como puede observarse en dicha figura, el porcentaje de artículos que se publican en los cuartiles 1 y 2 en el periodo analizado ha oscilado entre el 60% y el 77%; sería deseable aumentar este porcentaje en los próximos años, tratando de que los artículos que se publiquen en revistas situadas en los cuartiles 3 y 4 sea el mínimo posible.

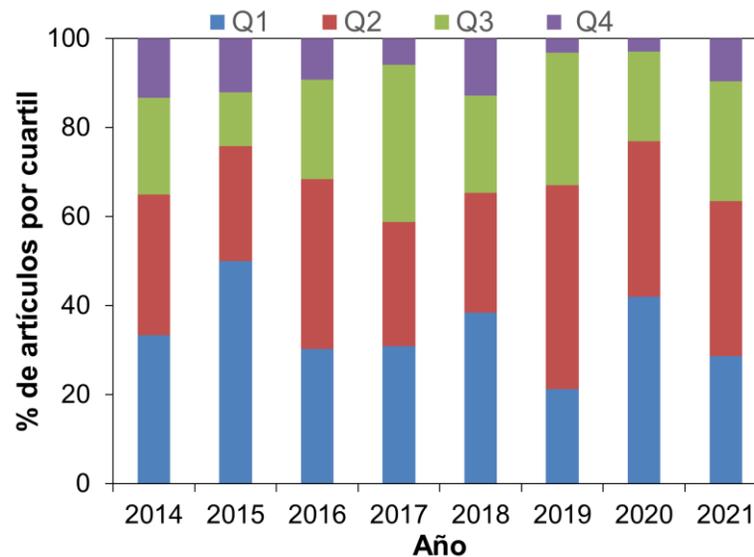


Figura 12. Porcentaje de artículos publicados por cuartil en que aparece la revista en el *Web of Science*, de 2014 a 2021.

PRESENTACIÓN

Tabla 4. Cuartil y factor de impacto de las revistas en las que se publicaron artículos durante 2021.

NOMBRE DE REVISTA	ÍNDICE	CUARTIL	FACTOR DE IMPACTO
ACS Applied Electronic Materials	WOS	2	3.314
ACS Omega	WOS	2	3.512
Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology	WOS	3	2
American Journal of Physics	WOS	4	1.022
Applied Acoustics	WOS	2	2.639
Applied Optics	WOS	3	1.98
Applied Physics A	WOS	2	2.584
Applied Sciences	WOS	2	2.679
Applied Spectroscopy	WOS	2	2.388
Biomedical Physics and Engineering Express	SCOPUS	3	1.9
Biomedical Signal Processing and Control	WOS	2	3.88
Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio	WOS	1	2.383
Brain Topography	WOS	3	3.02
Canadian Journal of Learning and Technology	SCOPUS	3	0.6
Catalysis Today	WOS	1	6.766
Catalysts	WOS	2	4.146
Chemical Engineering Journal	WOS	1	13.273
Chemosensors	WOS	2	3.398
Clean Soil, Air, Water	WOS	3	1.77
Clinical Rheumatology	WOS	3	2.98
Colloids and Surfaces B: Biointerfaces	WOS	1	5.268
Contemporary Educational Technology	SCOPUS	2	2.1
Crystals	WOS	2	2.589
Cultura y Educación	WOS	4	1.587
Current Opinion in Environmental Sustainability	WOS	1	6.984
Diamond and Related Materials	WOS	2	3.315
Education and Information Technologies	WOS	2	2.917
Education Sciences	SCOPUS	2	2.1
Electronics	WOS	3	2.397
Environmental Science and Pollution Research	WOS	2	4.223
Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education	WOS	3	0.903
European Journal of Physics	WOS	4	0.781
Frontiers in Microbiology	WOS	1	5.64
Fullerenes Nanotubes and Carbon Nanostructures	WOS	3	1.869
IEEE Magnetics Letters	WOS	3	1.549
IEEE Sensors Journal	WOS	2	3.301
IEEE Transactions on Plasma Science	WOS	4	1.222
International Journal of Advanced Manufacturing Technology	WOS	2	3.226
International Journal of Environmental Research and Public Health	WOS	1	3.39
International Journal of Hydrogen Energy	WOS	2	5.816
Journal of Drug Delivery Science and Technology	WOS	2	3.981
Journal of Food Measurement and Characterization	WOS	3	2.431
Journal of Food Processing and Preservation	WOS	3	2.19
Journal of Luminescence	WOS	1	3.599
Journal of Medical Systems	WOS	1	4.46
Journal of Molecular Modeling	WOS	3	1.81
Journal of Molecular Structure	WOS	3	3.196



INFORME DE ACTIVIDADES 2021

NOMBRE DE REVISTA	ÍNDICE	CUARTIL	FACTOR DE IMPACTO
Journal of Physics D: Applied Physics	WOS	2	3.207
Journal of South American Earth Sciences	WOS	3	2.093
Journal of Superconductivity and Novel Magnetism	WOS	4	1.506
Journal of the Brazilian Chemical Society	WOS	3	1.838
Journal of the Optical Society of America A	WOS	3	2.129
Journal of Visualization	WOS	4	1.331
LUMAT	SCOPUS	4	0.3
Magnetochemistry	WOS	3	2.313
Materialia	SCOPUS	3	2.5
Materials Chemistry and Physics	WOS	2	4.094
Materials Chemistry and Physics	WOS	2	4.094
Materials Letters	WOS	2	3.423
Materials Science and Engineering B	WOS	2	4.051
Materials Today Communications	WOS	2	3.145
Microscopy and Microanalysis	WOS	1	4.127
Nanotechnology	WOS	2	3.874
Optical and Quantum Electronics	WOS	3	2.084
Optics and Laser Technology	WOS	1	3.867
Optics Express	WOS	1	3.894
Optics Letters	WOS	1	3.776
Optik	WOS	2	2.443
OSA Continuum	SCOPUS	2	2.5
Pharmaceutics	WOS	1	6.321
Physica Scripta	WOS	2	2.487
Physical Chemistry Chemical Physics	WOS	1	3.676
Physical Review B	WOS	2	4.036
Physics of Fluids	WOS	1	3.521
Physics of Metals and Metallography	WOS	4	0.877
Planetary and Space Science	WOS	3	2.03
Polymers	WOS	1	4.329
Production Engineering	SCOPUS	2	2.7
Results in Physics	WOS	1	4.476
Revista Conhecimento Online	SCOPUS	4	0.1
Revista de Economía Mundial	WOS	4	0.38
Revista Electrónica Educare	SCOPUS	3	0.6
Revista Fuentes	SCOPUS	4	0.4
Revista Mexicana de Física	WOS	3	1.297
Rheumatology	WOS	1	7.58
Science of the Total Environment	WOS	1	7.963
Scientific Reports	WOS	1	4.38
Sensors	WOS	1	3.576
Separation and Purification Technology	WOS	1	7.312
Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy	WOS	1	4.098
Symmetry	WOS	2	2.713
Topics in Catalysis	WOS	2	2.91
Turkish Online Journal of Distance Education	SCOPUS	2	2.2
World Neurosurgery	WOS	3	2.104

PRESENTACIÓN

En la Figura 13 se presenta el número de citas recibidas anualmente por los artículos publicados por el instituto en el periodo de 2012 a 2021; como puede observarse, se presenta una tendencia creciente. El factor H del ICAT fue de 55 a finales de 2021. Estos datos, aunados al factor de impacto creciente de las revistas en las que se publican los trabajos producidos en el ICAT, dan muestra de la mayor calidad y relevancia del trabajo científico y de desarrollo tecnológico que se produce en el Instituto.

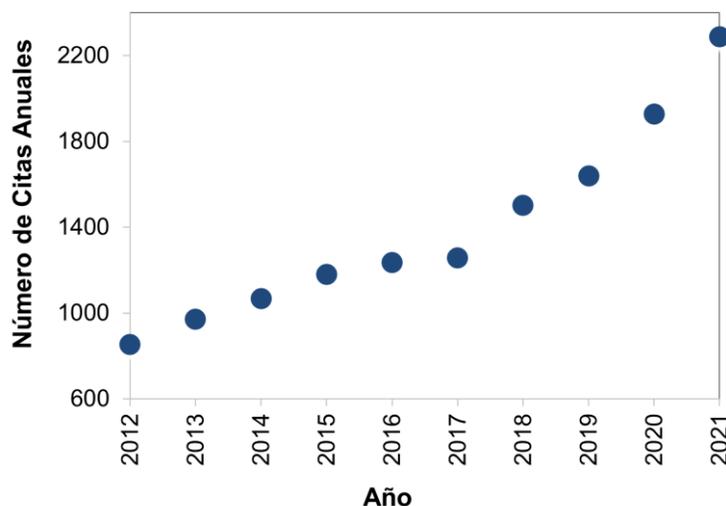


Figura 13. Número de citas anuales (no el acumulado) recibidas por los artículos publicados en el ICAT de 2012 a 2021.

En 2021, además de las 153 publicaciones indizadas en ISI o Scopus, también se produjeron 18 artículos no indizados o indizados en otros índices; 8 libros (5 publicados y 3 aceptados); 31 capítulos en libro; 17 memorias en extenso; 41 informes técnicos y 13 instrumentos de protección de propiedad intelectual otorgados.

En la Figura 14 se muestra la evolución del número de documentos generados entre 2012 y 2021. Como se puede observar en esta figura, hubo un incremento notable en el número de artículos indizados en ISI y Scopus, un incremento aunque más moderado del número de artículos publicados en revistas pertenecientes a otros índices, un incremento en los instrumentos de protección de la propiedad intelectual y un decremento importante en el número de memorias en extenso en los años 2020 y 2021, debido, principalmente, a que varios congresos no se organizaron en estos últimos dos años, o bien, se organizaron en modalidad virtual, a causa de la pandemia, lo que aparentemente no atrajo la atención de las y los académicos para participar en los mismos. A excepción de las memorias indizadas, casi todos los otros rubros mostraron incrementos o se mantuvieron relativamente constantes a lo largo de los años. De esta forma, en el periodo 2014-2021 se produjeron 2287 documentos, de los cuales 999 fueron artículos indizados en ISI y/o Scopus; 120 fueron artículos en revistas pertenecientes a otros índices, 38 libros, 112 capítulos en libro, 577 memorias en extenso en congresos, 414 informes técnicos (incluyendo informes internos y externos, así como manuales y notas de curso) y 67 instrumentos de protección de la propiedad intelectual otorgados.

INFORME DE ACTIVIDADES 2021

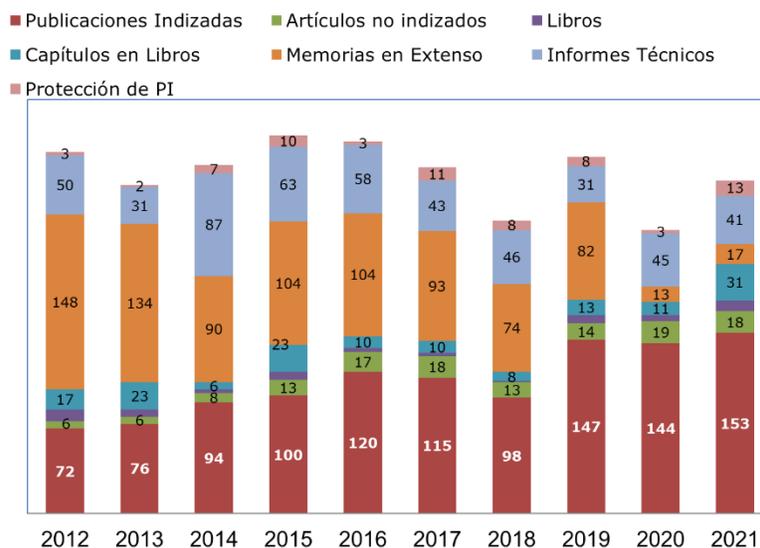


Figura 14. Producción total de documentos en el periodo de 2012 a 2021.

En lo que concierne a desarrollo tecnológico y protección de la propiedad intelectual en 2021, tuvo entre ellos seis patentes otorgadas y una solicitada, un modelo de utilidad concedido y uno solicitado, tres diseños industriales concedidos y uno más solicitado, dos derechos de autor concedidos, un registro de marca concedido y se solicitaron 4 números ISBN. Asimismo, durante 2021 se validaron con el usuario 7 prototipos y 10 productos *software*, y se desarrollaron 5 multimedia. En el periodo de 2014 a 2021 se obtuvieron 21 patentes a favor de la UNAM, 36 derechos de autor, 8 modelos industriales y 3 modelos de utilidad. Actualmente se tienen solicitados 9 patentes, 2 modelos de utilidad y 8 modelos industriales. Además, se trabajó en el desarrollo de más de 100 dispositivos, instrumentos, prototipos y desarrollos; entre los más destacados, se pueden mencionar los siguientes:

- El Aula del Futuro, que ha sido transferida a instituciones en México (Universidad Autónoma Metropolitana, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto Lux, Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal) a instituciones en el extranjero (Universidad Tecnológica Metropolitana del Estado de Chile y Universidad de Poitiers) e instalada en 11 dependencias de la UNAM: en las facultades de Filosofía y Letras, Psicología, Artes y Diseño, en la Escuela Nacional de Trabajo Social, en la Escuela Nacional Preparatoria, planteles 2, 6, 7 y 8, en el CCH Vallejo, así como en los institutos de Geología, Geofísica y de Ciencias Aplicadas y Tecnología.
- Un proceso de manufactura para producir moldes para craneoplastía desarrollados en equipos de prototipado rápido transferido a la empresa Partes e Implantes Avanzados S. A. de C. V.
- Transferencia del desarrollo HepaScan, que es útil en la detección de fibrosis en el hígado. Se otorgó la licencia gratuita para uso exclusivo del Servicio de Patología del Hospital General de México *Dr. Eduardo Liceaga* con fines asistenciales, y para uso exclusivo en actividades de capacitación y desarrollo profesional continuo, en colaboración con la Dirección de Educación y Capacitación en Salud.
- El desarrollo de un topógrafo corneal portátil (TOCO).



PRESENTACIÓN

- Se construyeron 5 multinucleadores para la recolección de muestras en el fondo marino, entregados al CICESE, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto Mexicano del Petróleo y la Coordinación de Plataformas Oceanográficas de la UNAM.
- Los sistemas EMIDSS (*Experimental Module for Iterative Design for Satellite Subsystems*), versiones 1 y 2, y su lanzamiento a la estratósfera desde la base del programa CSBF (*Columbia Scientific Balloon Facility*) de la NASA, en Fort Sumner, Nuevo México en 2019 y 2021.
- El desarrollo de hisopos por impresión 3D, incluyendo pruebas de fabricación, esterilización y acondicionamiento como producto médico y su transferencia a las empresas TROKAR S.A. de C.V. y ADES 3D, con apoyo de la SECTEI.
- Diseño y elaboración de varios prototipos de oxímetros de pulso en colaboración con la SECTEI.
- Un patín móvil para la elaboración de mezclas de biokeroseno parafínico sintetizado y turbosina, así como para el aseguramiento de la calidad de la bioturbosina.
- El desarrollo de tres soluciones para apoyar a los especialistas clínicos para capturar y procesar los datos relativos a la COVID-19: la aplicación SSEM (*Syndemic and Syndemogenesis Elements Modeler*), una aplicación en la nube para el manejo de datos clínicos llamada Excelen-19, y un sistema de encuesta en la nube para la adquisición de datos de pacientes, llamado MEDEN.
- Un sistema informático *web* para la gestión de auditorías internas y verificaciones en estaciones de combustibles de aeropuertos y servicios auxiliares (SIGAV) y una aplicación móvil para integrar auditorías y verificaciones en modo *offline* al sistema informático *web* SIGAV en colaboración con Aeropuertos y Servicios Auxiliares.
- Diversos prototipos relacionados con aplicaciones educativas, como un equipo didáctico para la enseñanza de la ciencia y la tecnología a nivel preescolar (módulo sonido); uno relacionado con los elementos químicos: tabla periódica; uno relacionado con un sistema de mezclado; el sistema *Escenarios de los ambientes, La ruleta de la nutrición*; los juegos educativos *Conoce quién soy, Siluetas de la respiración y Cazadores de tesoros*; un dispositivo seguidor de luz; un modelo didáctico de telescopio para educación básica; y un microscopio-telescopio; entre otros.
- Un espacio educativo colaborativo para la impartición de diferentes materias en la UNAM.
- El desarrollo de helióstatos, canales parabólicos y un concentrador tipo Fresnel.
- El diseño y desarrollo de soportes de montaje del plato lateral de un seguidor solar de dos ejes tipo solys, utilizando técnicas de fabricación y manufactura aditiva.
- El desarrollo de una plataforma para medición de radiación solar global en planos verticales con orientación múltiple.
- El diseño, construcción y prueba de concentradores solares de canal parabólico que se fabrican en la UNITSMO.
- Un sistema electromecánico para el seguimiento de la trayectoria solar.
- Un sistema para monitoreo de pautas comerciales en Radio SIMRAD 7 para la empresa INRA S. C.
- Un simulador esofágico que reproduce perfiles de onda peristálticos, capaz de reproducir algunos de los padecimientos como la disfagia.
- Un microcontrolador para el estudio de actividad neuronal en ratas.
- El desarrollo de un dispositivo y método para preparar una composición fluida para nutrición enteral completa o suplementaria.



INFORME DE ACTIVIDADES 2021

- Una lente para aumentar el campo de vista utilizada en el desarrollo de una queratoprótesis para cirugía vitreoretiniana en pacientes con cornea dañada.
- Un sistema de visión de fluorescencia UV intrínseca para la valoración de proliferación celular en heridas.
- Un simulador para adiestramiento de bloqueo de nervio trigémino.
- Un modelo portátil de cráneo para prácticas de punción de nervio trigémino.
- Un simulador híbrido de alta fidelidad por realidad virtual de procedimientos en neurocirugía, *Brain advanced computer simulator*.
- Un simulador de punción ventricular por realidad aumentada y modelos anatómicos.
- Un maniquí del torso humano para el adiestramiento de intervención central de subclavia.
- Elaboración de caretas de protección para personal de salud, en colaboración con el Centro de Investigación Médica Aplicada del Hospital General Dr. Manuel Gea González.
- El control electrónico de una bomba dosificadora para experimentos biomédicos.
- Un simulador de extracción *in situ* de tejido corneal.
- Un modelo anatómico de simulación de resección y disección de membranas cerebrales.
- Un sistema de sensado de presión plantar.
- Un sistema *wearable* de evaluación de movimientos finos de la columna y articulaciones por sensores inerciales.
- Un módulo de simulación por realidad virtual de resección de tumores en neurocirugía para el simulador BACSIM, Versión 1.
- Una metodología de restauración para dos campanas, a solicitud de CONACULTA, empleando herramientas de digitalización 3D y manufactura aditiva.
- Un generador de pulsos de alto voltaje con aplicaciones en salud.
- Un sistema de control de movimiento de 3 motores de DC.
- Un sistema electrónico inalámbrico para la presentación de imágenes mediante el uso de pantallas OLED.
- Una fuente omnidireccional icosidodecaédrica para mediciones acústicas.
- Un levitador ultrasónico de 29 kHz.
- Un sistema de electrónico de monitoreo de tecnosuelos para registrar de manera automática las condiciones de pH y potencial redox, contenido volumétrico de agua y temperatura en suelos.
- Una transmisión mecánica con relación de 21:1 para auto eléctrico de la competencia *Shell Eco-Marathon*.
- Un sistema de soldadura para LED SMD *LeadLess*.
- Un sistema de prueba de sensores Arduino para dispositivos móviles.
- Una aplicación RA péndulo simple para dispositivos móviles.
- Una fuente de alto voltaje para estudios de elementos fotónicos.
- Un preamplificador autónomo de bajo ruido y ganancia ajustable.
- Un control electrónico para motor *brushless* MTO6365-HA.
- Un sistema de polarización conmutado fuera de línea de 300 watts.
- Sistemas de polarización de bajo ruido con salida regulada bipolar y ajuste independiente.



PRESENTACIÓN

- Un amplificador *lock-in* analógico y una fuente conmutada.
- Una fuente sonora de excitación con respuesta en frecuencias bajas.
- El diseño e integración del sistema electrónico embebido para el módulo "Pegasus-4".
- El diseño y desarrollo de soportes de montaje para un radiómetro de cavidad.
- Una microred de monitoreo para el estudio de la tendencia de comportamiento de los incendios forestales de la REPSA-UNAM.

1.4 Docencia y formación de profesionistas altamente capacitados

Durante 2021 se impartió un total de 232 cursos; de ellos, 5 fueron a nivel bachillerato, 96 a nivel licenciatura, 112 fueron a nivel posgrado y 19 fueron cursos de capacitación (Figura 15). De hecho, en 2021 se impartió el número más alto de cursos curriculares frente a grupo (bachillerato, licenciatura y posgrado) en la historia del ICAT, ascendiendo a 213 cursos. La cifra más alta anterior era en 2019 cuando se habían impartido 206.

Al igual que en años anteriores, los cursos a nivel de licenciatura se impartieron fundamentalmente en las facultades de Ingeniería, Ciencias, Química y, en menor medida, en Contaduría y Administración, Arquitectura, Medicina y Filosofía y Letras; adicionalmente, se impartieron algunos cursos en entidades externas con las que el ICAT tiene firmados convenios de colaboración.

En el rubro de estudios de posgrado, el Instituto es entidad participante en los programas de posgrado en Ingeniería (Eléctrica, Química, Mecánica y Sistemas), Ciencias Físicas, Ciencia e Ingeniería de la Computación, Ciencia e Ingeniería de Materiales y Música, por lo que la mayoría de los cursos se imparten en estos posgrados. Es importante señalar que un académico del ICAT es el presidente del SACC del Posgrado en Ingeniería Eléctrica, el cual forma parte del padrón de excelencia de CONACYT en los niveles de maestría y doctorado. Asimismo, diversos académicos del ICAT participan en otros posgrados como el de Ciencias Químicas, Ciencias Médicas Odontológicas y de la Salud, Ciencias Biológicas, Pedagogía, Economía, Ciencias de la Administración, Informática Administrativa, Ciencias Políticas y Sociales, así como la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS).

La comunidad académica del ICAT históricamente ha estado muy comprometida con las labores de docencia, prueba de ello es que durante el periodo comprendido de 2014 a 2021 se impartieron un total de 1761 cursos, de los cuales 798 fueron a nivel posgrado, 680 a nivel licenciatura, 15 a nivel bachillerato y 268 fueron cursos de capacitación (ver Figura 15).

Adicionalmente, se ha organizado en 5 ocasiones el Diplomado Internacional *Innovación en la Docencia Universitaria*, que es un seminario internacional sobre innovación en educación y consta de un total de 180 horas teóricas y prácticas. En este diplomado han participado cientos de docentes de la UNAM y de instituciones de educación superior de México y de Chile.

INFORME DE ACTIVIDADES 2021

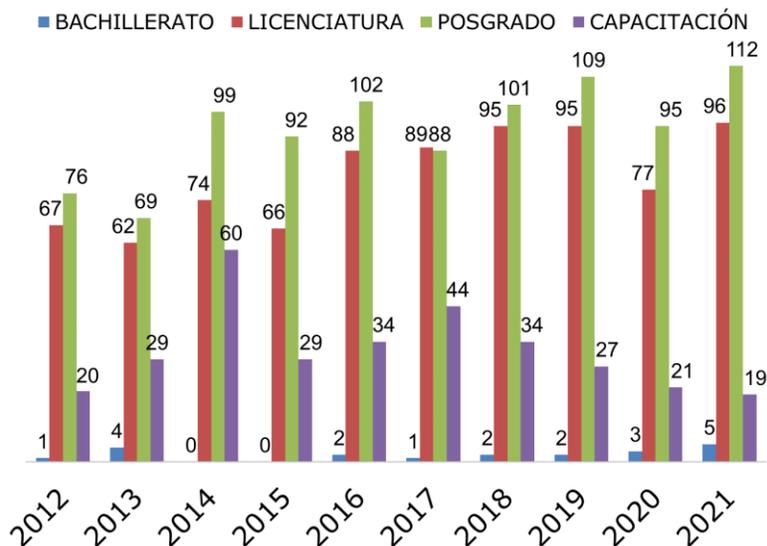


Figura 15. Cursos impartidos en el periodo 2012-2021 por académicas y académicos del ICAT.

Con respecto a la formación de profesionistas altamente capacitados durante 2021, se concluyeron 13 tesis de doctorado, 21 de maestría y 17 de licenciatura (Figura 16). El número de tesis concluidas durante 2021, tanto de maestría como de licenciatura, es significativamente menor al promedio de los años previos; esto se debe a las grandes afectaciones sufridas durante 2020 y 2021 a causa de la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2, que no permitió el acceso de estudiantes de estos niveles a los laboratorios por periodos prolongados, lo que se ve ya claramente reflejado en el año que se informa.

Las tesis de licenciatura que se concluyeron durante 2021 fueron principalmente de las facultades de Ingeniería y de Ciencias y, en menor medida, de las facultades de Química, Filosofía y Letras y de las FES Aragón y Zaragoza. En lo que respecta a tesis de posgrado, la gran mayoría fueron en el Posgrado en Ingeniería, seguidas por los posgrados de Ciencia e Ingeniería en Computación, Música, Ciencia e Ingeniería de Materiales, Ciencias de la Administración y MADEMS.

En el periodo comprendido entre 2014 y 2021, se concluyó un total de 569 tesis, de las cuales 95 fueron de doctorado, 240 de maestría y 234 de licenciatura; es decir, un promedio de 12 tesis de doctorado/año, 30 tesis de maestría/año y 29 tesis de licenciatura/año.

PRESENTACIÓN

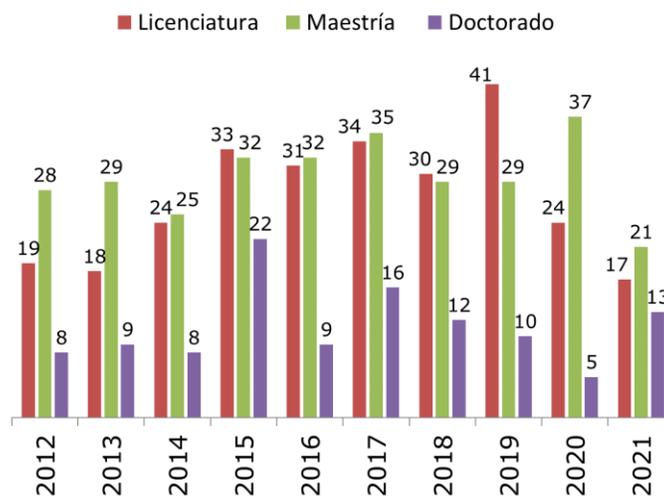


Figura 16. Tesis concluidas por nivel académico en el periodo 2012-2021.

1.5 Vinculación, cooperación, colaboración y servicios

Durante 2021 se establecieron 6 convenios generales o específicos con distintos sectores, 2 convenios de licenciamiento, 4 convenios modificatorios, 1 convenio de prórroga y 6 bases de colaboración con entidades de la UNAM (ver [Anexo 2](#) para mayores detalles); además, se siguió colaborando con distintas entidades de la UNAM y con diversas instituciones académicas nacionales y universidades e institutos de investigación internacionales.

Durante el periodo de 2014 a 2021, se firmaron un total de 160 instrumentos legales, de los cuales 84 fueron convenios generales o específicos, 4 fueron convenios de confidencialidad, 6 fueron convenios de donación o coedición, 4 fueron convenios de transferencia de tecnología, 41 fueron bases de colaboración interinstitucional y 21 fueron convenios modificatorios o de prórroga. Es decir, se firmó un promedio de 20 instrumentos legales por año.

El ICAT presta servicios tecnológicos avanzados a otras dependencias de la UNAM, a organismos externos y a empresas privadas a través del desarrollo de prototipos, diseño y manufactura avanzada, servicios de metrología, caracterización de nanomateriales, análisis por cromatografía de compuestos orgánicos y análisis de carbono orgánico total, así como en el desarrollo y asesoría para sistemas de cómputo y telecomunicaciones. Asimismo, a partir de 2018, el ICAT forma parte del Laboratorio Nacional de Óptica de la Visión (LaNOV) como institución asociada, siendo la institución sede el Centro de Investigaciones en Óptica A. C. En el LaNOV-ICAT participan 4 académicos; su objetivo es realizar investigaciones científicas que permitan ampliar el conocimiento del sistema visual humano, desarrollar métodos e instrumentos ópticos que permitan atender problemas de salud relacionados con el sistema visual, así como apoyar a instituciones y a la industria de la visión para atender sus necesidades de medición y calibración.

Asimismo, entre 2014 y 2021 se consolidaron los laboratorios universitarios de Nanotecnología Ambiental (LUNA) y Caracterización Espectroscópica (LUCE) que operan bajo un esquema de laboratorio abierto a la comunidad académica de la UNAM y de otras instituciones de educación superior y centros de investigación del país, así como a la industria nacional y a las diversas entidades de carácter público interesadas en el uso de la infraestructura de los mismos. Estos laboratorios tienen como objetivo apoyar el desarrollo científico y

tecnológico, la docencia, la formación de recursos humanos de alta calidad y a la industria nacional mediante la prestación de servicios altamente especializados en las áreas de materiales nanoestructurados, catálisis, fotocatalisis, medio ambiente y energía, para contribuir a la generación de conocimiento de frontera y a la solución de problemas de interés nacional, promoviendo el trabajo interdisciplinario y la colaboración con pares a nivel nacional e internacional. LUNA y LUCE han tenido logros importantes y un alto impacto en la generación de conocimiento nuevo, en el apoyo a la docencia y la formación de profesionistas altamente capacitados y en la prestación de servicios externos.

Por otro lado, en lo que se refiere a colaboración y relaciones con el exterior, durante 2021, dos académicos realizaron estancias en la Universidad del Sur de California y en la Universidad de Tecnología de Eindhoven; además, un profesor de la Universidad Autónoma de Yucatán y otro del Instituto Tecnológico de Comitán realizaron estancias de investigación en el ICAT. Es claro que el intercambio académico también se vio fuertemente afectado por los efectos de la pandemia.

1.6 Actividades editoriales

El Instituto edita la revista *Journal of Applied Research and Technology*, que se encuentra indizada en *Scopus* y en el padrón de revistas de excelencia de CONACYT; adicionalmente, en colaboración con el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH) y el Centro de Nanociencias y Nanotecnología (CNYN), edita la Revista Interdisciplinaria en Nanociencias y Nanotecnología *Mundo Nano*, que se encuentra en el padrón de revistas de excelencia de CONACYT; asimismo, varios miembros de la plantilla académica del Instituto participan como editores asociados en revistas como *Applied Optics*, *Journal of Vibroengineering*, *Polibits*, *APeDuC Journal: Research and Practice in Science, Mathematics, and Technology Education*, *Frontiers in Virtual Reality*, *Science Education*, *Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática*, *BioTecnología*, *Gestión y Gerencia*. Además, tres académicos fungieron como editores invitados para organizar un número especial en las revistas *Catalysis Today*, *Frontiers in Education* y *Mundo Nano*. Aunado a lo anterior, los académicos del ICAT participaron, durante 2021, en 235 revisiones de artículos, 158 revisiones de memorias en congresos, 2 revisiones de capítulos en libro, 1 revisión de libro, así como 103 evaluaciones de proyectos.

1.7 Difusión, divulgación, organización y participación en eventos académicos

Durante 2021 los académicos del ICAT participaron en la organización de varios eventos entre los que se pueden mencionar: el 12° Coloquio sobre Riqueza Natural y Sociedad, el XXXIV Simposio Internacional SOMECE, el Congreso *Neuroinformatics 2021*, el Congreso Nacional de Física, el Encuentro *Mexican Optics and Photonics Meeting* (MOPM), el XI Congreso Nacional de Tecnología Aplicada a Ciencias de la Salud, el I Congreso Internacional de Tecnología Aplicada a Ciencias de la Salud, el SOMI XXXIV Congreso de Instrumentación, el Congreso de la Sociedad Química de México (CISQM), el Foro "Potencial y Perspectivas de la 5G para México", el Seminario "Experiencias en el Aula del Futuro 2021", el Seminario "Roberto Ortega", el LXIV Seminario de Metrología Óptica, el Taller de Diseño 4.0, el Conversatorio "Mujeres Científicas de Áreas STEM Contribuyendo al Desarrollo de las Ciencias Aplicadas y la Tecnología en México", el Diplomado en Enseñanza de la Física en Línea e ICAT Aurum: Ciclo de Actividades Conmemorativas del 50 Aniversario del ICAT, del que se realiza una reseña en el [Anexo 1](#) de este informe.

Durante 2021, la labor de investigación y desarrollo tecnológico de la plantilla académica del ICAT fue dada a conocer en 59 charlas o participaciones en diferentes eventos académicos, asimismo, participó en 69 actividades de divulgación, mismas que se detallan en la Sección 7 de este informe. El personal académico del Instituto participó de manera virtual en la Fiesta de las Ciencias y las Humanidades Virtual 2021 y en el Día de Puertas Abiertas 2021 del ICAT, realizado de manera remota.



PRESENTACIÓN

A lo largo de 2021, la Coordinación de Difusión y Divulgación del ICAT proporcionó servicios y apoyo en diferentes actividades, entre las que se pueden mencionar: 176 solicitudes de difusión internas, por ejemplo, el Ciclo de Actividades Conmemorativas del 50 Aniversario del Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, el Encuentro de Cómputo Infantil y Juvenil, el Seminario “Roberto Ortega”, Pruebas de Inteligibilidad del Habla, Testimonios de Mujeres del ICAT, SOMI XXXV Congreso de Instrumentación y 1er. Simposio Nacional de Biosensores, entre otras. Algunas actividades adicionales de la Coordinación de detallan en el [Anexo 3](#).

En relación con las redes sociales, durante 2021 se realizaron 547 publicaciones en Facebook, contando el ICAT en esta red social, a finales de año, con 7,803 seguidores; en Twitter se hicieron 901 tweets y el ICAT contaba con 7,588 seguidores en dicha red; en Instagram, se realizaron 106 publicaciones; en este, se tienen 608 seguidores; en YouTube se publicaron 84 videos, contando el canal del ICAT con 862 suscriptores; en LinkedIn se realizaron 120 publicaciones; en esta red, se contaba a finales de 2021 con 423 contactos.

Durante 2021 la Coordinación de Difusión y Divulgación trabajó en la generación de un nuevo sitio *web* del ICAT con el fin de proyectar una imagen actualizada y confiable de la dependencia y que ofrezca toda la información necesaria para dar a conocer el quehacer del instituto de manera eficiente. El nuevo sitio consta de 364 páginas, las cuales contienen secciones ya existentes en el sitio *web* anterior, así como de nuevas secciones y recursos que facilitan la búsqueda, consulta y difusión de la información relacionada con el Instituto; este nuevo sitio *web* se puso en funcionamiento en enero de 2022.

1.8 Premios y reconocimientos

Durante 2021 varios académicos del ICAT recibieron premios y reconocimientos, entre ellos, el Reconocimiento *Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos*, en el área de innovación tecnológica y diseño industrial (Fernando Pérez Escamiroso); el Premio Nacional *Diseña México 2021* (Humberto A. Albornoz Delgado y Beatriz E. García Rivera); el Premio a la Investigación en el IPN 2021, en las áreas de ciencias sociales y humanidades (Humberto A. Albornoz Delgado, Fernando Flores Camacho, Leticia Gallegos Cázares, Reyna E. Calderón Canales, Beatriz E. García Rivera); el Premio Latinoamericano de Innovación en Educación Superior, en la categoría de "Propuesta Integral Innovadora y de Mayor Impacto", por el proyecto "El Aula del Futuro" (Clara Alvarado Zamorano, Gustavo de la Cruz Martínez, Ana L. Eslava Cervantes, Antonio Garcés Madrigal, Jesús Ramírez Ortega); el Premio al Servicio Social *Dr. Gustavo Baz Prada 2020*, en la categoría de asesor (Fernando Pérez Escamiroso); el Premio *National Geographic Society Grant* (Alfonso Gastélum Strozzi); el reconocimiento de *adjunct professor* por parte de la *University of New South Wales* (Neil C. Bruce Davidson); el reconocimiento *Celebrating Recent Chemical Science in Mexico Collection*, por parte de la Royal Society of Chemistry (Elena Golovataya Dzhymbeeva); el Reconocimiento *Sor Juana Inés de la Cruz 2021* (Reyna E. Calderón Canales); y Juan Salvador Pérez Lomelí resultó ganador del Concurso *InnovaUNAM* por el desarrollo Atlas anatómico 3D remoto con realidad virtual para la enseñanza-aprendizaje de la anatomía humana y diagnóstico médico usando imágenes de tomografía computarizada.

1.9 Los logros más relevantes del 2021

1. Durante el 2021 se publicó el libro conmemorativo *Memoria Colectiva del CI al ICAT, 1971-2021*, con motivo del 50 aniversario del actual ICAT, el cual surgió como Centro de Instrumentos, posteriormente se transformó en el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico y, finalmente, en el Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología. Adicionalmente durante todo el año se realizaron distintos eventos como conferencias magistrales, conversatorios, presentaciones de libros, exposiciones y eventos culturales.

2. Durante el 2021 fueron otorgadas 6 patentes nacionales y un modelo de utilidad a los académicos del ICAT, es decir un récord para el Instituto en cuanto a este tipo de instrumentos de protección de la propiedad

intelectual en un año. Previamente el mayor número de patentes y modelos de utilidad otorgados había sido de 4 en el 2014 y 6 en 2015. Entre los temas de las patentes otorgadas en 2021 se pueden mencionar los siguientes: “Acoplamiento para flechas paralelas no colineales”; “Engranajes magnéticos con imanes de ejes axiales”; “Aparato, método y sistema portátil para medir la topografía corneal”; “Sistema de entrenamiento portátil con registro de posición y orientación del instrumental laparoscópico que se implementa con cámaras web y método para su aplicación”; “Sistema electromecánico para recubrir fibras ópticas y dispositivos fotónicos cilíndricos con polímeros”; “Simulador para el aprendizaje y entrenamiento de cateterización vesical”; “Instrumental quirúrgico con elemento de sujeción”.

3. Durante el 2021 los académicos del ICAT produjeron el número de artículos y memorias indizadas más alto de su historia, se publicaron 153 documentos indizados en ISI/SCOPUS, que es el número más alto de publicaciones indizadas en un año, superando los 147 del 2019, que era el valor más alto obtenido previamente. Esta cifra incluye 118 artículos indizados, que es igual al que se había obtenido previamente en 2020.

4. El factor de impacto promedio de las publicaciones indizadas del ICAT durante el 2021 fue el más alto de la historia. El factor de impacto promedio de las revistas en las que se publicaron artículos en 2021 es de 3.14, que es ligeramente superior que el valor más alto anterior que había sido de 3.09, obtenido en el 2020 y muy superior al de años previos como se observa en la Figura 11.

5. El Dr. Fernando Pérez Escamiroso fue ganador del Reconocimiento *Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos 2021*, en el área de Innovación Tecnológica y Diseño Industrial, por su trabajo en el área de desarrollo tecnológico de simuladores para la adquisición y entrenamiento de habilidades y destrezas en cirugía laparoscópica, el desarrollo de asistentes robóticos, y el diseño de instrumental quirúrgico ergonómico y articulado.

1.10 Los logros más relevantes del periodo 2014-2021

1. La transformación del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) en el Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología. El 22 de marzo de 2018, el Consejo Universitario, con el aval del Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC), del Consejo Académico del Área de las Ciencias Físicas Matemáticas y las Ingenierías (CAACFMI) y del Consejo Académico del Área de las Ciencias Biológicas, Químicas y de la Salud (CAABQyS), aprobó la transformación del CCADET en el ICAT, quedando adscrito al CAACFMI y al CAABQyS. El CTIC consideró que el CCADET había alcanzado un incuestionable impacto, liderazgo y madurez en las actividades de investigación, desarrollo tecnológico, docencia, formación de recursos humanos y vinculación en los campos de conocimiento que cultivaba, por lo que respaldó la propuesta del Consejo Interno del CCADET (diciembre de 2016) para su transformación en un instituto de investigación.

2. La transferencia de El Aula del Futuro, el lanzamiento de la Red de Aulas del Futuro y la impartición, en cinco ocasiones, del Diplomado Internacional sobre Innovación en la Docencia Universitaria. El Aula del Futuro es un proyecto interdisciplinario que propone y estudia el diseño de espacios educativos enriquecidos con tecnología, que cuenta con propuestas de tecnología educativa innovadoras, con un impacto importante en los ámbitos nacional e internacional. Actualmente existen más de 20 aulas del futuro instaladas en la UNAM, en instituciones de educación básica y superior en México y en instituciones de educación superior en el extranjero. Como parte del proyecto de El Aula del Futuro, en 2019 se lanzó la Red de Aulas del Futuro, liderado por el Grupo de Espacios y Sistemas Interactivos para la Educación (ESIE) del Instituto. Esta red agrupa a los usuarios de los desarrollos realizados por el ESIE en México y en el extranjero. Por su parte el Diplomado Internacional sobre Innovación en la Docencia Universitaria, que ha sido cursado por más de 400 profesores en México y en Chile, tiene como objetivo acompañar a los profesores para que logren introducir las TIC a su



PRESENTACIÓN

clase de manera independiente; desarrollar habilidades en la búsqueda de la información necesaria, organizarla y servirse de ella; así como ejecutar y analizar en grupo las secuencias propuestas, y hacer uso de las instalaciones de El Aula del Futuro.

3. Consolidación de la Unidad de Investigación y Desarrollo Tecnológico (UIDT) del ICAT en el Hospital General de México *Dr. Eduardo Liceaga* y el establecimiento de una UIDT en el Hospital General *Manuel Gea González*. El desarrollo y consolidación de la UIDT ha generado un incremento del número de académicos del ICAT que dedica una parte significativa de su trabajo a proyectos con la Unidad, un aumento de la visibilidad del trabajo del Instituto en el ámbito del HGM, que se refleja en colaboraciones fructíferas entre académicos del ICAT y médicos del Hospital, incremento en el número de proyectos financiados, artículos, desarrollos, tesis de grado y posgrado y en general del impacto de estos trabajos en la sociedad. Lo que ha generado un gran dinamismo en los trabajos que se realizan en colaboración entre el ICAT y el HGM. Esto dio pie a que en 2015 se estableciera una UIDT más del ICAT, pero ahora en el *Hospital General Manuel Gea González*, misma que está en desarrollo y que tuvo logros importantes principalmente entre 2015 y 2018. En fechas recientes ha visto afectado su desarrollo, primero, por el sismo de septiembre de 2017, debido a que diferentes instalaciones del Hospital resultaron dañadas, por lo que fue necesario que los espacios, inicialmente asignados para el establecimiento de la UIDT, fueran utilizados para la atención a pacientes y, posteriormente, a causa de la pandemia, dado que el Hospital se convirtió en uno que atiende casos de COVID-19.

4. Creación de Laboratorio Nacional de Manufactura Aditiva y Digital (MADiT). El MADiT, que se creó en 2014, con el auspicio del CONACYT y de la UNAM, es el laboratorio líder en su campo en México y cuenta con varios equipos de manufactura aditiva, *vacuum casting*, escáneres 3D de baja, media y alta resolución, un tomógrafo industrial computarizado, entre otros. Actualmente, el laboratorio se encuentra en proceso de certificación.

5. La consolidación del Laboratorio Universitario de Nanotecnología Ambiental (LUNA) y del Laboratorio Universitario de Caracterización Espectroscópica (LUCE), así como el desarrollo del Laboratorio de Fabricación de Equipos Ópticos (LUFABEO). En todos los casos se apoyó a estos laboratorios universitarios con la incorporación de técnicos académicos e incrementaron su infraestructura por medio de diferentes proyectos externos financiados. LUNA y LUCE lograron consolidar sus labores de apoyo a la investigación, desarrollo, docencia y prestación de servicios externos, ampliando sus colaboraciones con varios sectores universitarios y externos.

6. Transferencia de un proceso de manufactura para producir moldes para craneoplastía y del sistema HepaScan. En el año 2017 se transfirió a la empresa Partes e Implantes Avanzados S. A. de C. V. un proceso de manufactura para producir moldes para craneoplastía, desarrollados en equipos de prototipado rápido del MADiT, en colaboración con el Hospital General de México *Dr. Eduardo Liceaga*. Asimismo, en el año 2018 se firmó un convenio de transferencia de tecnología del sistema HepaScan al Hospital General de México (HGM) desarrollado por el ICAT; por medio de este convenio se otorgó la licencia gratuita para uso exclusivo del Servicio de Patología del HGM con fines asistenciales, y para uso exclusivo en actividades de capacitación y desarrollo profesional continuo, en colaboración con la Dirección de Educación y Capacitación en Salud.

7. La creación de la empresa de base tecnológica BlepsVision S.A. de C.V., *spin off* surgida del ICAT que tiene como fin la comercialización de un topógrafo corneal portátil (TOCO) desarrollado en el Instituto. Este dispositivo es útil para la medición de la superficie anterior de la córnea, de utilidad para oftalmólogos y optometristas especialistas en córnea y adaptación de lentes de contacto rígidos.

8. Enseñanza de las ciencias para la niñez indígena y migrante. El ICAT, a través del grupo de Cognición y Didáctica de las Ciencias, en colaboración con la Dirección General de Educación Indígena (DGEI) de la SEP realizó el diseño, desarrollo y evaluación de una propuesta educativa y de materiales que promueven el

aprendizaje de las ciencias en comunidades indígenas y migrantes. La propuesta educativa ha quedado plasmada en la producción de los libros de la serie *Ciencias tecnologías y narrativas de las culturas indígenas y migrantes*, en dos bloques temáticos: *Colores y sombras* y *Seres vivos y astronomía*, la que ha sido publicada por la SEP para todas las comunidades indígenas y migrantes del país.

9. Aumento en el número de artículos publicados, factor de impacto promedio de las revistas en las que se publican los artículos del Instituto y del número de citas recibidas anualmente. Durante el periodo 2014-2021 se observó un incremento en el número de publicaciones indizadas en ISI y Scopus, llegando a un promedio de publicaciones indizadas/investigador 3.19 en 2021. Asimismo, se incrementó el factor de impacto promedio de las revistas en las que publican los académicos del ICAT y el número de las citas anuales (no el acumulado) a los artículos publicados con adscripción ICAT. Estos dos indicadores son reflejo de la mayor calidad e impacto de los trabajos que se han producido en el ICAT durante este periodo.

10. Incremento en el número de tesis concluidas anualmente y en el número de cursos formales frente a grupo. En el periodo 2014-2021, se aumentó el promedio de tesis de doctorado concluidas, obteniéndose un promedio de 12 tesis de doctorado concluidas por año en el presente periodo, que es mayor al promedio del periodo 2010-2013, equivalente a menos de 8 tesis de doctorado concluidas por año y muy superior al del periodo 2006-2013 equivalente a menos de 6 tesis de doctorado concluidas por año. El promedio de tesis de licenciatura y de maestría en el periodo 2014-2021 también aumentó respecto a las concluidas en periodos anteriores. Asimismo, el número de cursos formales frente a grupo aumento de un promedio de 145 en el periodo 2010 a 2013 a uno cercano a 190 en el periodo 2014-2021, alcanzando un número máximo de 213 cursos formales frente a grupo en 2021.

11. Entre 2014 y 2021 se logró el otorgamiento de 21 patentes y 2 modelos de utilidad a desarrollos realizados por académicos del Instituto; 16 de dichas patentes fueron otorgadas en México, 3 en países europeos y 2 más en Estados Unidos de América; cabe destacar que algunas de estas patentes fueron realizadas en colaboración con académicos de las facultades de Ingeniería y Medicina, del Instituto de Ingeniería o del Instituto Politécnico Nacional. Estas patentes se suman a las 6 que se habían obtenido en años previos a 2014, por lo que los académicos del ICAT han participado como inventores de un total de 27 patentes. Adicionalmente, en este momento el ICAT cuenta con 9 solicitudes de patente, así como otros 7 instrumentos de propiedad intelectual también solicitados.

12. Creación y consolidación de la Coordinación de Difusión y Divulgación. En consonancia con una de las tareas sustantivas de la Universidad, a principios de 2014, se creó la Coordinación de Difusión y Divulgación, que tiene como funciones la difusión y divulgación del conocimiento científico y tecnológico generado en el Instituto. La creación de esta coordinación ha posicionado a la difusión y la divulgación como una actividad continua y de importancia entre los académicos del instituto. A lo largo de su existencia, la Coordinación ha logrado objetivos tales como: convertir la biografía en Facebook en página de fans; aumentar los seguidores de 65, con los que contaba la biografía al inicio de sus actividades, a 7,344 para diciembre de 2021; aumentar los seguidores en Twitter de 95 a 7,588; realizar difusión, divulgación y seguimiento periódico y planificado en las redes mencionadas; generar presencia en otras redes sociales, al abrir y administrar cuentas institucionales en YouTube, Instagram y LinkedIn; identificar y generar foros de difusión y divulgación como la Fiesta de las Ciencias y las Humanidades, la Noche de las Estrellas, el Encuentro con la Tierra, coordinar el evento de Puertas Abiertas Anual; genera un nuevo sitio *web* con secciones revisadas y aumentadas para mejor difusión del quehacer del ICAT, así como fungir como canal de información oficial entre las diversas dependencias de la UNAM y la comunidad del ICAT, y viceversa.



PRESENTACIÓN

13. El lanzamiento a la estratósfera, por parte de la NASA, del módulo de carga útil EMIDSS (*Experimental Module for Iterative Design for Satellite Subsystems, versiones 1 y 2*), en 2019 y 2021, resultado de una colaboración entre el ICAT y el Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA) del IPN. Estos sistemas están 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.

14. El apoyo que varios grupos del ICAT proporcionaron para tratar de proveer soluciones a la emergencia sanitaria causada por el virus SARS-CoV-2. Se diseñó un prototipo de hisopo con impresión 3D para toma de muestras de diagnóstico de la COVID-19, mismo que ha sido transferido a un par de empresas mexicanas para su comercialización; el desarrollo de programas de computadora o aplicaciones en la nube para capturar y procesar los datos relativos a la COVID-19; el desarrollo de dos prototipos de oxímetros en colaboración con la SECTEI; el diseño y construcción de una máscara-careta como equipo de protección para el personal de salud; miles de estas caretas fueron entregadas gratuitamente a instituciones públicas de salud del país a inicios de la pandemia de COVID-19; así como la participación de académicos del ICAT en la reparación de equipos de respiración asistida (ventiladores) para que pudieran ser usados por el Instituto Mexicano del Seguro Social.