CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.

INFORME DE AUTOEVALUACIÓN 2020

Primera Sesión Ordinaria del Órgano de Gobierno del CIMAT, 26 de mayo de 2021

CONACYT | CIMAT

México 2021 Año de la Independencia

DESARROLLO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

CONACYT | CIMAT

México 2021 Año de la Independencia

Plantilla conformada por

125 investigadores

72 de ellos ordinarios

25 Cátedras CONACYT

El resto en otras modalidades temporales.

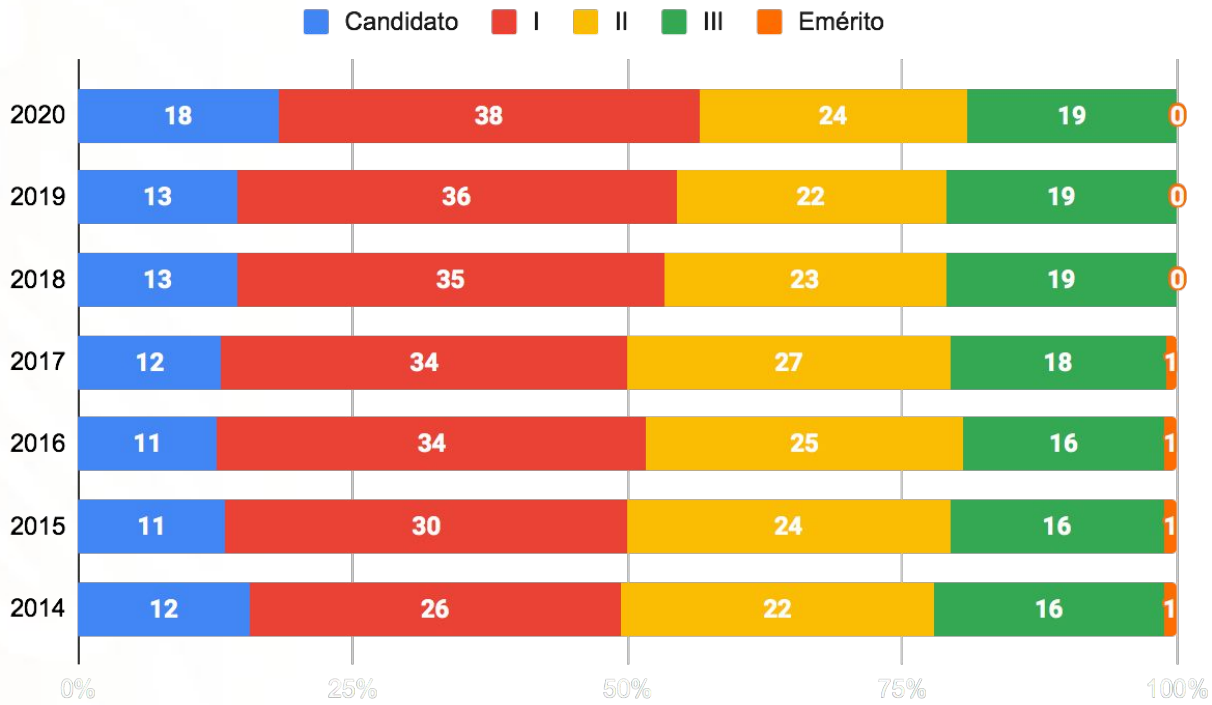
En 2020 incorporamos nuevos compañeros en áreas de investigación

- Ambiente vibrante y revitalización de líneas de investigación.
- Todas las áreas y unidades consiguieron estos **23 ingresos.**

Investigadores en el SNI

El 79% del total de los investigadores (99) estuvieron registrados en el año dentro del Sistema Nacional de Investigadores, **43 de ellos en los niveles más altos (II Y III).**

100% de los catedráticos en el SNI



Proyectos de investigación colaborativa con impacto académico y social

Modelos con Estructuras de Dependencia II

Dentro de este proyecto de investigación en métodos y modelos estadísticos y espacio-temporales, ha tenido impacto en estudios sobre mortalidad en COVID-19, reproducibilidad de estudios estadísticos y determinación de parentescos entre personas desaparecidas, entre otros.

Ciencia de Datos aplicado al análisis de expedientes de personas desaparecidas

En la línea de Ciencia de Datos se concretaron colaboraciones interinstitucionales para contribuir a la búsqueda de personas desaparecidas en alianza con la Comisión Nacional de Búsqueda

Machine-Learning-Assisted Real-Time simulations and uncertainty quantification for infectious disease spread

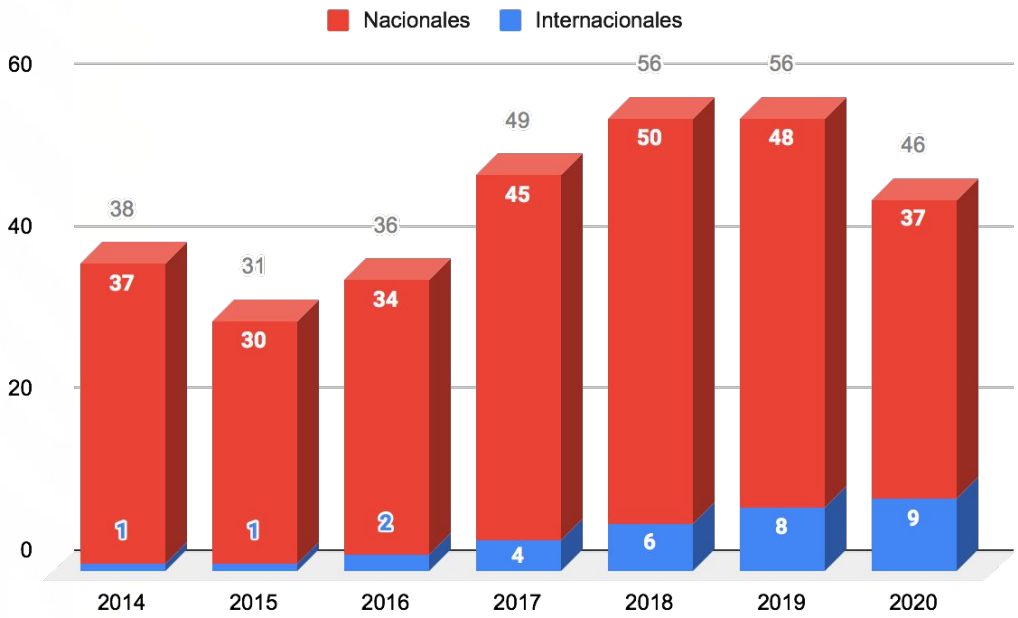
Investigación colaborativa que busca sentar las bases para modelos epidemiológicos estadísticos integrales que permitan cuantificar la incertidumbre en la predicción de la propagación de enfermedades infecciosas

Cuenta con financiamiento internacional ConTex

Desarrollo de proyectos con financiamiento externo

46 proyectos de investigación financiados con recursos externos

- **7 concluidos** durante el periodo.
- **9 recibieron financiamiento** internacional.
- **La tercera parte** fue de carácter interinstitucional.



Aprobación de proyectos postulados al fondo Fronteras de la Ciencia - CONACYT

- ***Modelos matemáticos y computacionales no convencionales para el estudio y análisis de problemas relevantes en biología.***

  Responsabilidad IIMAS-UNAM y CIMAT-Mérida
  Dr. Rogelio Pérez Buendía

- ***Diseño de algoritmos para el problema del conjunto independiente fuerte en gráficas planas.***

  Responsabilidad CIMAT-Mérida
  Dr. Joel Trejo Sánchez

Ambos investigadores responsables son catedráticos del CONACyT

Dinámica de la actividad en el Centro durante 2020: diversificación de participantes y ampliación del público alcanzado

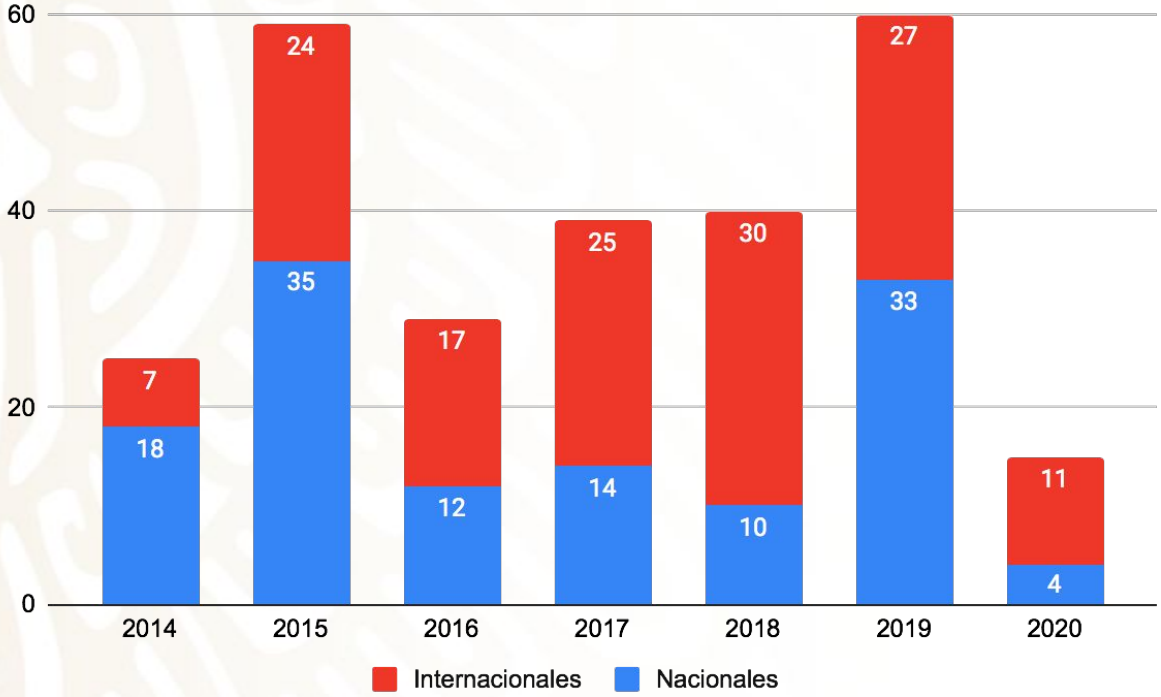
La migración a plataformas virtuales derivado de la contingencia sanitaria, presentó nuevas oportunidades para el universo de los **seminarios y eventos**.

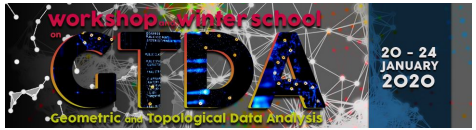
Destacan:

- Una mirada a la Investigación de Operaciones en México
- Seminario de Probabilidad Hispanohablante
- Vector Bundles over Algebraic Curves Webinar Series (VBAC)
- Seminario de Aplicaciones en Geometría y Topología (GEOTOP-A)
- Una mirada a la investigación de operaciones en México (Unidad Aguascalientes)
- Participación de Ex-Alumnos en el Coloquio CIMAT-DEMAT
- Coloquio Nacional en IA, Mesas de diálogo y Serie *Hablemos sobre IA*

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

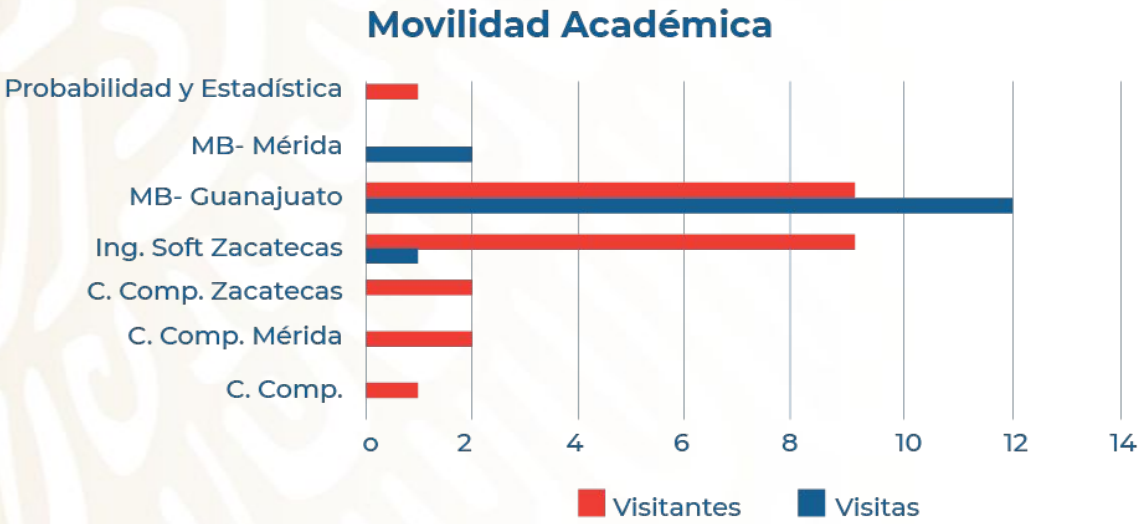
Eventos por año





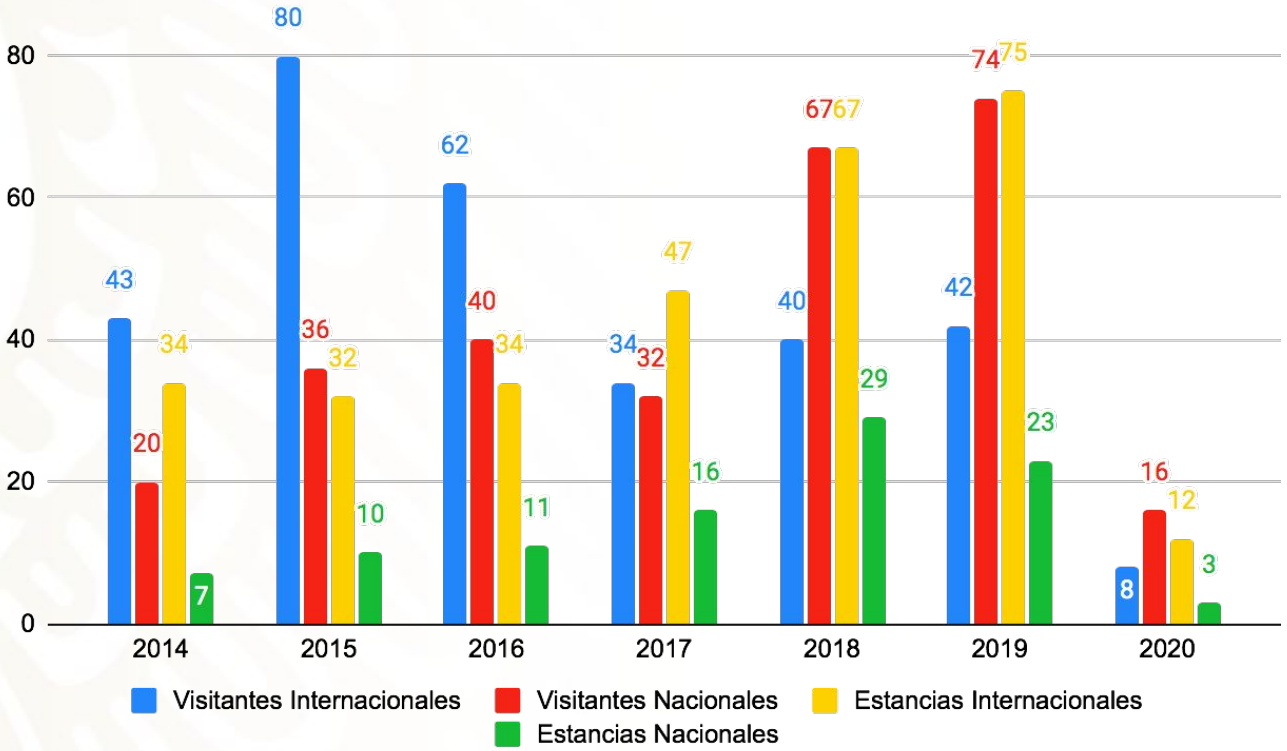
En cuanto a la Movilidad Académica

Destaca Estancia sabática - **Dr. Eduardo Morales Manzanares (INAOE)** miembro de este comité evaluador anteriormente

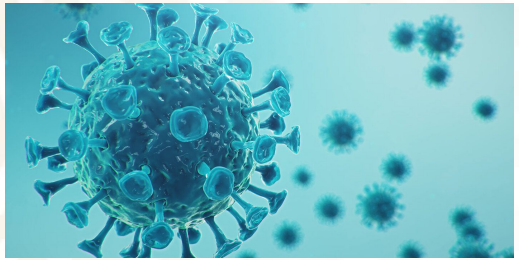


Junto con los doctores **Mariano Rivera (CIMAT) y Enrique Sucar (INAOE)** generó un sistema basado en aprendizaje máquina a partir de **procesamiento de imágenes para la detección de COVID mediante análisis de Rx**.

Colaboración Interinstitucional



Colaboraciones destacadas



Spanish Coalition to Unlock Research on Host Genetics on COVID-19 (Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España), Laboratorio Nacional de Medicina de Sistemas

Polygenic risk score en variantes asociadas a severidad de COVID-19 en pacientes hispanos y determinaciones de interacciones gen-ambiente para presuntivos factores de riesgo

Unidad Monterrey

Universidad de Oulu - Finlandia

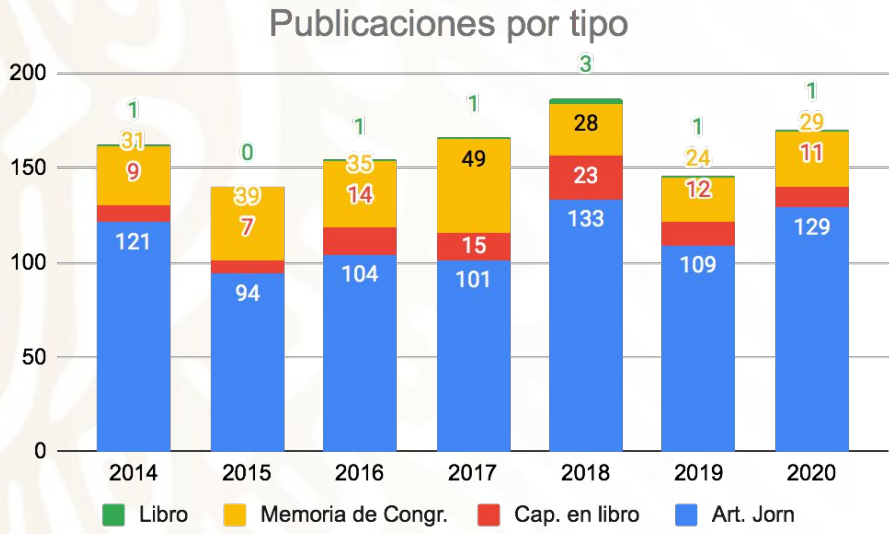
Human Perception-Optimized Planning for Comfortable VR-Based Telepresence

Línea de robótica

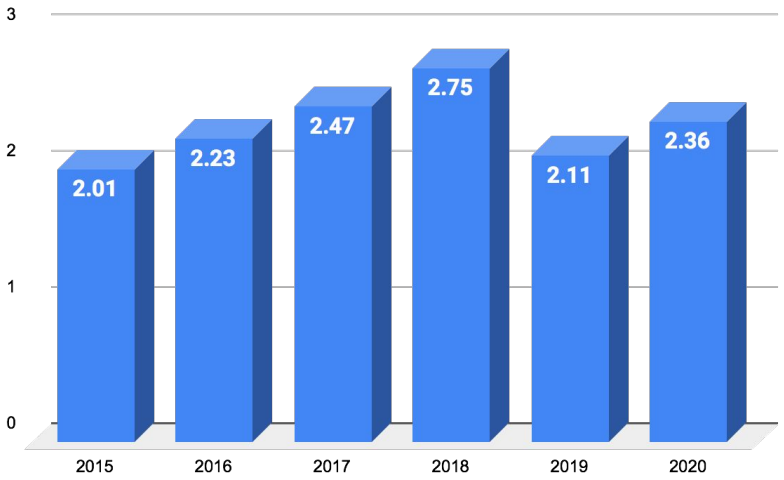
Grupo del profesor Steven LaValle

Publicado en IEEE Robotics and Automation Letters, Vol. 5, No. 4

Publicaciones de los investigadores del CIMAT

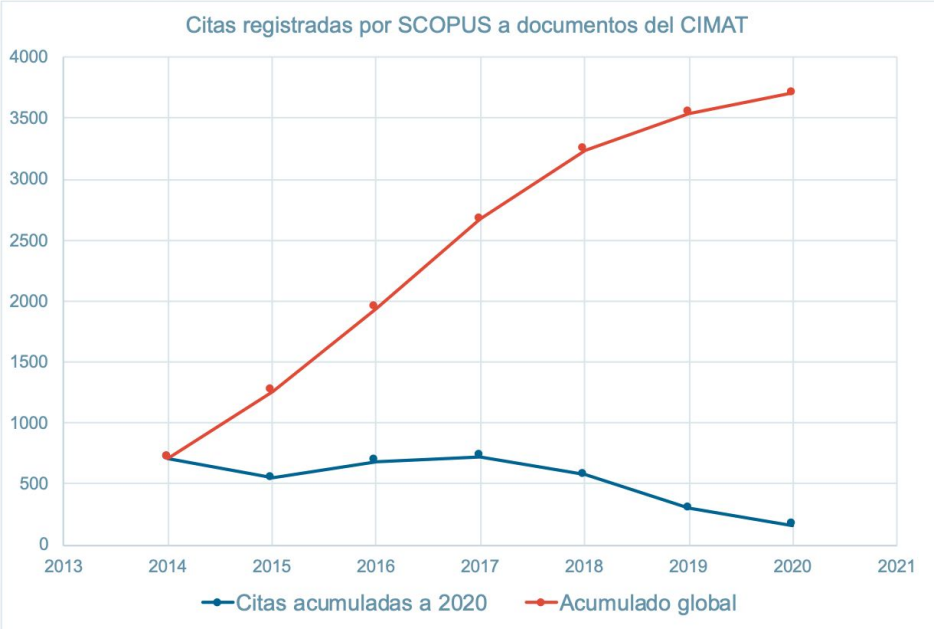


170 publicaciones en total, número que supera la meta anual proyectada de 140



Publicaciones por cada investigador, años 2015-2020

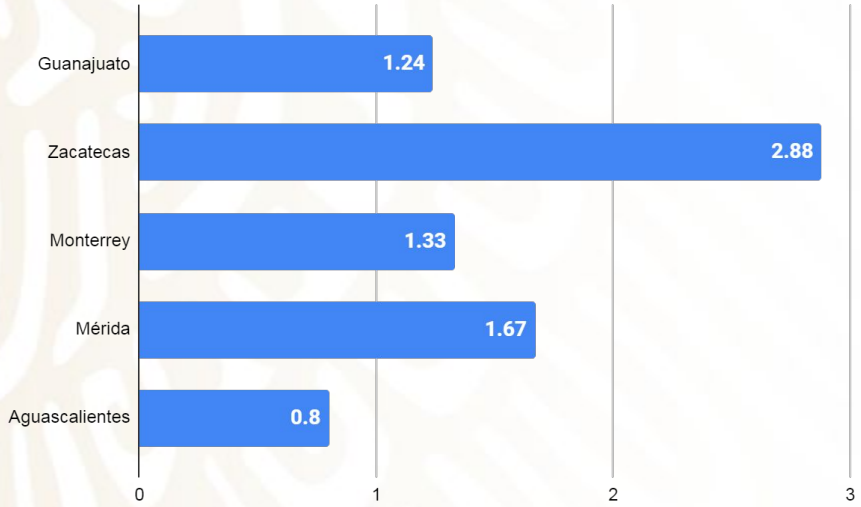
Impacto de las publicaciones medido en citas



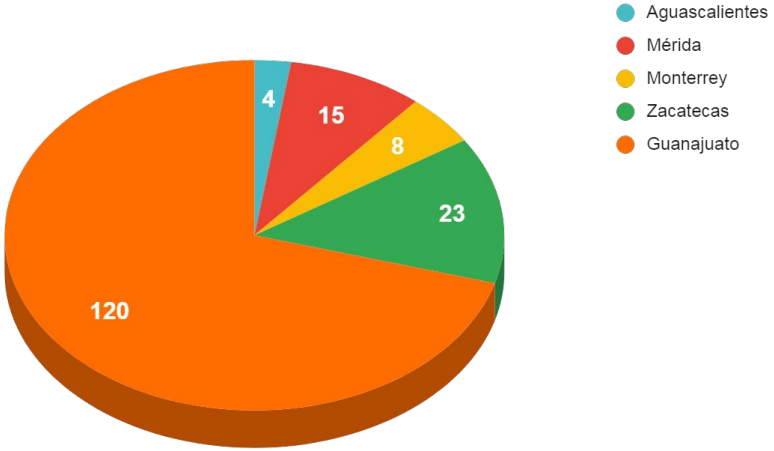
CITAS obtenidas por publicaciones del CIMAT según SCOPUS (Elsevier), años 2014-2020

Distribución de las publicaciones:

Publicaciones por investigador de cada sede en 2020



Número de publicaciones de cada sede



Entre las publicaciones, destacan los siguientes trabajos:

OpenTraj: Assessing Prediction Complexity in Human Trajectories Datasets

Amirian J., Zhang B., Castro F.V., Baldelomar J.J., Hayet J.-B., Pettré J.

Publicación de **investigadores** del Centro **con estudiantes propios, de licenciatura de la UG y colegas de INRIA y University College London.**

An even Clifford diamond

Arizmendi G., Herrera R., Piccinni P.

Publicación de **investigador con ex-alumno** CIMAT quien actualmente es investigador de la **Universidad de las Américas Puebla**

Línea geometría diferencial.

Transfer entropy as a variable selection methodology of cryptocurrencies in the framework of a high dimensional predictive model

García Medina A., González G.

Publicada en la **revista PLOS ONE**

Unidad Monterrey

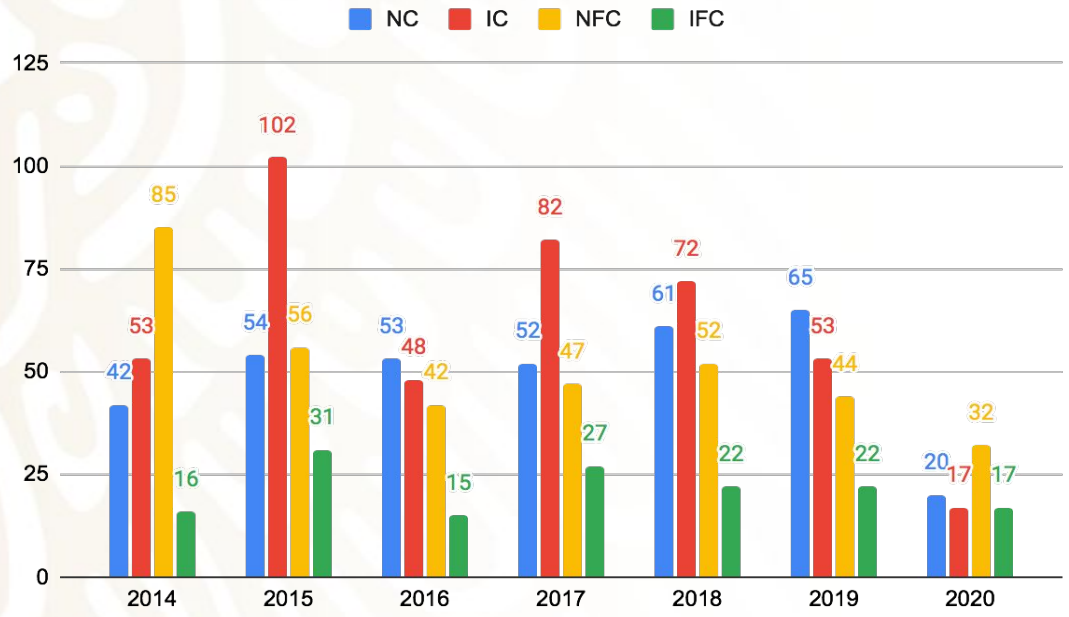
Toeplitz operators on the domain {Z ∈ M 2×2 (Z)|ZZ^* < I} with U(2) X T2 - invariant symbols

Matthew Dawson, M., Ólafsson, G., Quiroga, R..

Colaboración entre 2 sedes CIMAT

Conferencias dictadas por investigadores del CIMAT

La disminución en el número de eventos presenciales, así como las limitaciones de movilidad durante el año 2020, redujeron sensiblemente el número de participaciones que los investigadores del Centro suelen tener en escenarios tanto nacionales como internacionales.



- **NC= Nacional en Congresos**
- **IC= Internacional en Congresos**
- **NFC= Nacional Fuera de Congresos**
- **IFC= Internacional Fuera de Congresos**

Contribuciones de Cátedras Conacyt

Como sucede en muchas instituciones, para el CIMAT los investigadores incorporados mediante el esquema de Cátedras es esencial para la evolución de nuestras líneas de investigación, especialmente para todo el funcionamiento de nuestras sedes foráneas.

De los 25 investigadores de Cátedras, el **80% ha obtenido la mayor valoración** posible dentro del período que a cada uno de ellos ha correspondido. De tal forma, el desempeño de 20 de ellos ha sido ***Altamente Satisfactorio*** y de otros cinco ha sido *Satisfactorio*.

Todos ellos se han incorporado al Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

Contribuciones de Cátedras Conacyt

Tres programas de maestría están sustentados casi en su totalidad por jóvenes Catedráticos:

- Maestría en Modelación y Optimización de Procesos (Aguascalientes)
- Maestría en Cómputo Estadístico (Monterrey)
- Maestría en Ciencias con orientación en Robótica (Zacatecas

Es importante mencionar que **seis catedráticos** son responsables técnicos de **proyectos de ciencia básica** y que sus evaluadores destacan también en **actividades de divulgación** y **transferencia tecnológica**.

Dado lo anterior, es importante reiterar la solicitud para la sustitución de <u>cuatro</u> catedráticos que por diversas razones han causado baja en los últimos años.

Reconocimientos

- **Cristhian Emmanuel Garay López,** *ISSAC 2020 Distinguished Paper Award*, al mejor artículo del Simposio Internacional en Computación Simbólica y Algebraica 2020.
- **Alejandra Trujillo Negrete,** a quien se le otorgó el apoyo Sofía Kovalevskaia 2020.
- **Luis Cristóbal Núñez Betancourt,** Premio UMALCA otorgado a jóvenes matemáticos que hayan realizado trabajos de excepcional calidad.

ISSAC
International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation

APOYO SOFÍA KOVALEVSKAIA 2020

UMALCA
Unión Matemática de América Latina y el Caribe

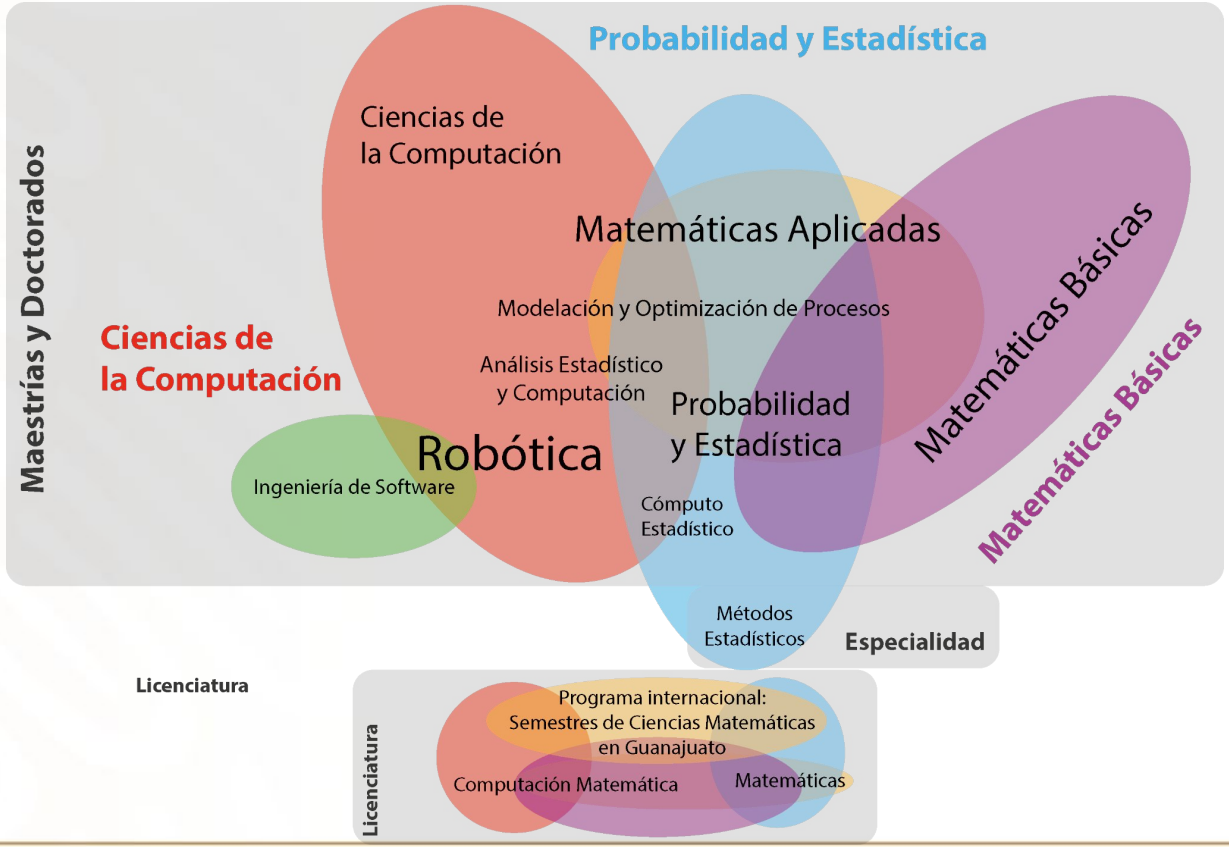
FORMACIÓN DE VOCACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

CONACYT | CIMAT

México 2021 Año de la Independencia

Nuestra visión en la formación de vocaciones científicas

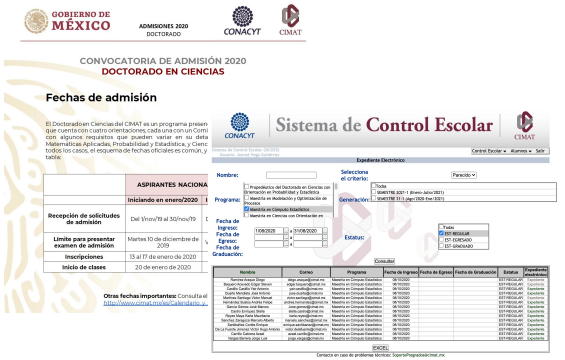
A través de programas de diferentes grados se abordan las ciencias matemáticas, aportando un alto grado de especialización pero también perspectivas transversales y multidisciplinarias:



En 2020 Renovación de 4 programas en **PNPC**

Logramos dar continuidad a nuestros programas docentes a través del uso de plataformas digitales

- **Ochenta cursos** a través de plataformas digitales, **compartiendo recursos entre sedes.**
- Admisión **100% en línea.**
- **Realización de exámenes** de grado por medios virtuales.
- Expedientes **100% electrónicos** en nuevas generaciones.
- **Emisión electrónica de títulos y certificados**; obtención rápida de cédula profesional.
- Ceremonia de **graduación virtual**.



Matrícula 2020

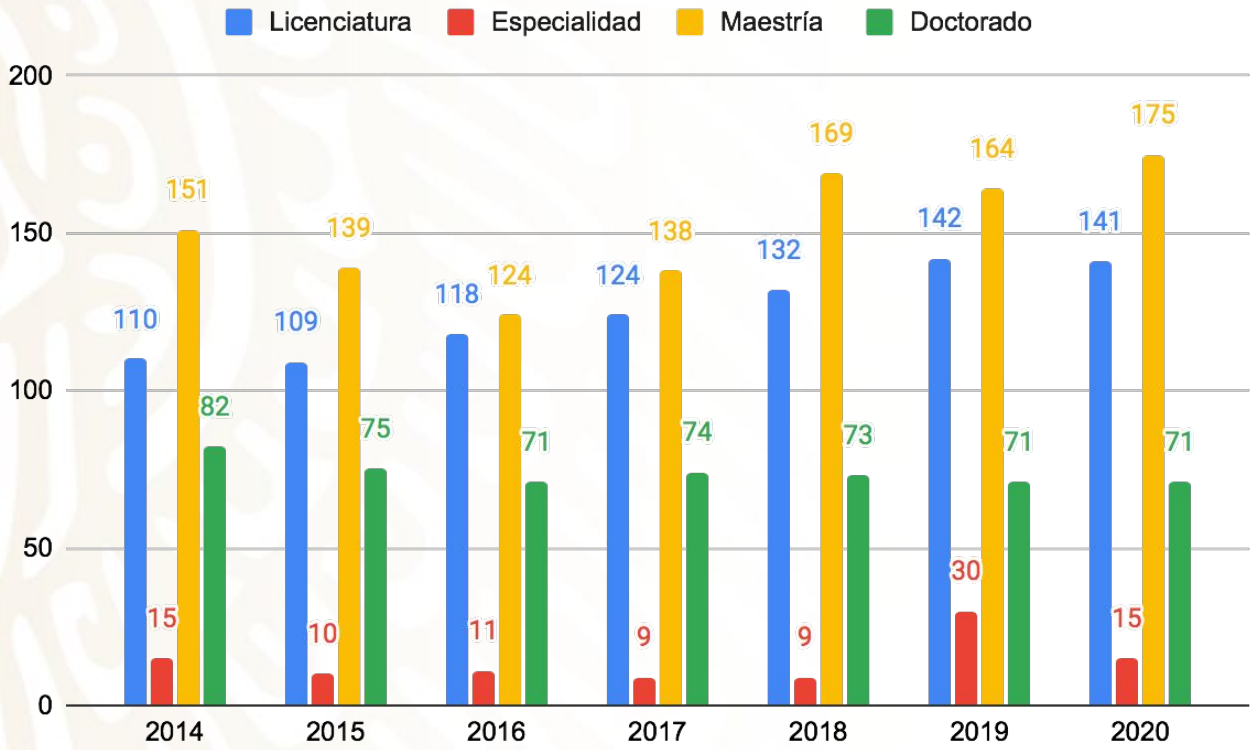
LICENCIATURA	141
Matemáticas	102
Ciencias de la computación	39

ESPECIALIDAD	88
Probabilidad y estadística	1
Métodos estadísticos	14
Métodos estadísticos (en línea)	73

MAESTRÍA	175
Matemáticas Básicas	18
Matemáticas aplicadas	21
Ciencias de la Computación	29
Probabilidad y estadística	22
Ingeniería Software	7
Cómputo Estadístico	29
Modelación y Optimización de Procesos	15
Análisis Estadístico y Computación	34

DOCTORADO	71
Matemáticas Básicas	24
Matemáticas Aplicadas	13
Ciencias de la Computación	11
Probabilidad y Estadística	23

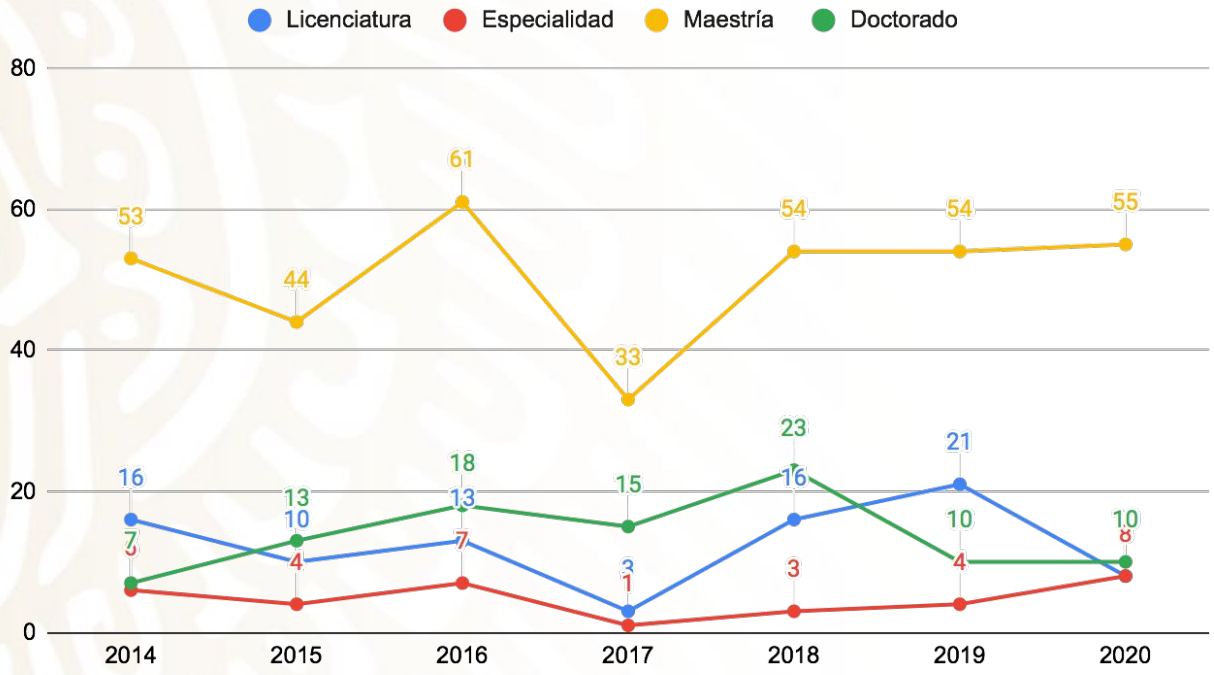
Matrícula por año



81 alumnos graduados en total

63 de ellos de programas pertenecientes al PNPC.

Graduados por año



Meta anual 2020
45 Graduados maestría (PNPC)
15 Graduados doctorado (PNPC)

A pesar de los cambios y retos enfrentados a causa de la pandemia, **se rebasó** el número de graduados esperado en 2020.

81 alumnos graduados en total

63 de ellos de programas pertenecientes al PNPC.

Hechos relevantes en Programas de Formación de RH:

Especialidad en Métodos Estadísticos - modalidad en línea

En su primera promoción, la Especialidad de Métodos Estadísticos en modalidad en línea registró una alta demanda, con un ingreso de 73 estudiantes.

Maestría en Análisis Estadístico y Computación

Impartida a trabajadores del INEGI cuenta actualmente con 34 estudiantes activos y se encuentra formando a su segunda generación.

Hechos relevantes en Programas de Formación de RH:

Maestría en Robótica

Gracias a su aprobación, actualmente en convocatoria de su primera generación.

Replanteamiento de la Maestría en Ingeniería de Software (Unidad Zacatecas)

Orientación profesionalizante y líneas en Tendencias y Aplicaciones de IS y Aplicación de Inteligencia Artificial en IS

Mathematial Sciences Semesters in Guanajuato 2020

- Antes de las disposiciones de distanciamiento, se llevó a cabo la primera reunión del ***External Advisory Board***
- Desafortunadamente el programa tuvo que suspenderse, pero se logró la repatriación exitosa de estudiantes, quienes **continuaron** desde escuelas de origen.
- Se registró el programa en el **Forum on Education Abroad**.
- Se desarrollaron **protocolos de sanidad, seguridad y código de conducta.**
- Se implementó una estrategia de mercadeo digital.
- Se firmaron convenios con **University of Illinois - Chicago, Swarthmore, Amherst, Wellesley y University of Texas.**

Estudiantes en certámenes internacionales

- Equipo de CIMAT/DEMAT ganó la versión extendida del Google Hash Code 2020, concurso de resolución de problemas de ingeniería organizado por Google que tuvo más de 100,000 participantes.

- Un equipo de estudiantes de DEMAT se clasificó para la final ICPC del año 2020. Por motivos de COVID, la final ha quedado aplazada hasta 2021, por lo que el equipo sigue su proceso de preparación

PROGRAMA DE PROCURACIÓN DE FONDOS PARA BECAS

- Durante el 2020 se desarrolló el programa para su aprobación en Órgano de Gobierno (nov 2020) y puesta en marcha (feb 2021).

https://www.becasmatecimat.com/

MONTO RECAUDADO:

$350,000,00

AL DÍA:

5 de abril 2021

DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

CONACYT | CIMAT

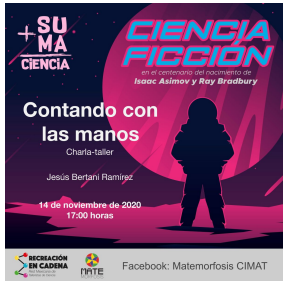
México 2021 Año de la Independencia

¿Por qué realizamos Divulgación?

Buscamos acercar las matemáticas a la sociedad, propiciando actividades recreativas y lúdicas que muestren la versatilidad de las matemáticas a jóvenes, niños y adultos, cambiando la percepción negativa que se tiene de ellas, contribuyendo así a la cultura científica y matemática de México.

CONACYT | CIMAT | México 2021

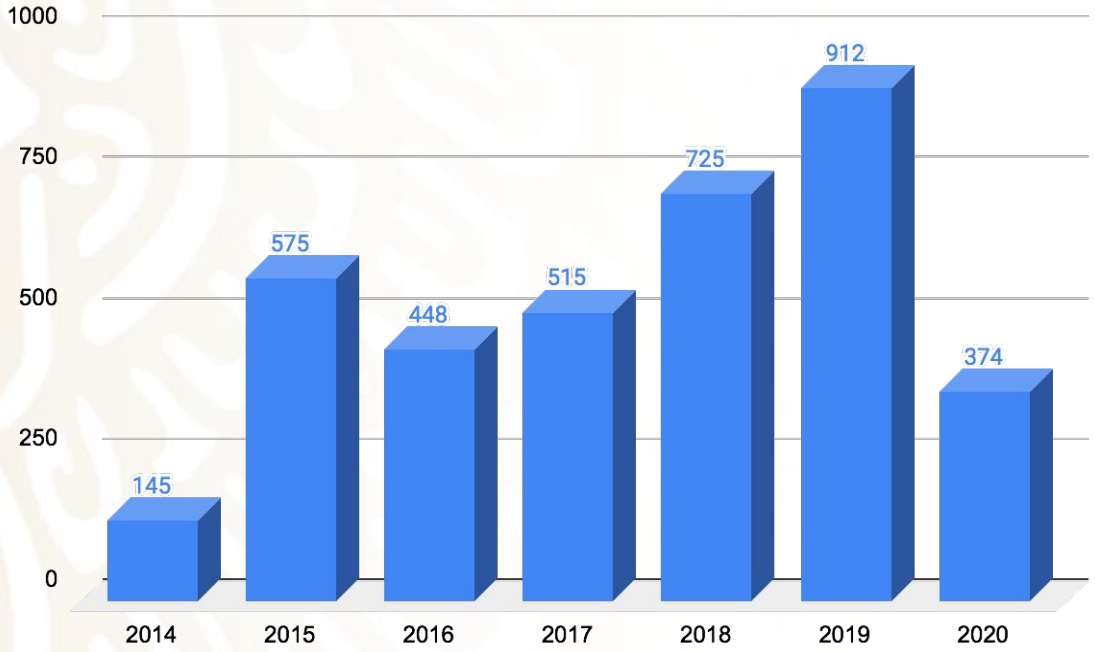
10 ANIVERSARIO
MATEMORFOSIS
Grupo de Divulgación del CIMAT



374 actividades

de divulgación de la ciencia realizadas

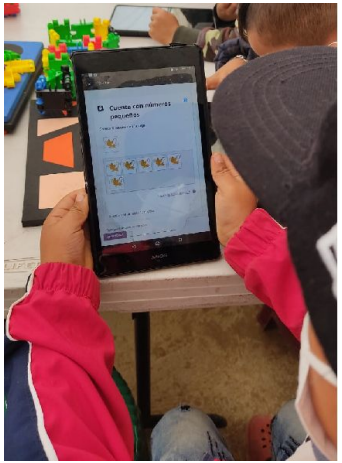
Talleres y cursos en línea



En la segunda mitad del año se incrementaron las actividades en línea y se tuvo participación en varios eventos emergentes que surgieron en esa modalidad.

Talleres, Escuelas, Olimpiadas

- **Talleres en escuelas**
  - Presenciales hasta antes del 15 de marzo
  - Talleres, rallies y círculos matemáticos virtuales (convenio SEG)
  - Talleres presenciales en comunidades con alto aislamiento



- **Escuelas de Verano y Estancias de Investigación virtuales**
  - Escuela de Verano CIMAT-Mérida.
  - 27 estudiantes en estancias de verano entre las 5 sedes

- **Olimpiadas de Matemáticas e Informática**
  - Entrenamientos y exámenes estatales de forma virtual
  - Participación remota en Olimpíadas Nacionales
  - Olimpiada de informática - Guanajuato consolidado como entidad federativa con más medallas. 43 oro, 21 plata y 5 bronce
  - La ONMAPS no se llevó a cabo

- **Participación en la Semana Nacional de Investigación y Docencia en Matemáticas de la Universidad de Sonora**
  - Evento académico más importante en el noroeste del país en cuanto a investigación y divulgación en el área de las matemáticas

Participación desde Unidades

Unidad Monterrey

Diversas pláticas en

-Center of Excellence for Cross-Border Threat Screening and Supply Chain Defense Center, Texas A&M

- Facultad de ciencias de la UASLP
- SNAIC 2020
- Webinar CONACyT sobre el PRONAII Covid-19

Unidad Aguascalientes

Consecución de proyectos

-Aguas con la ciencia

- Origami y la tecnología espacial

Unidad Mérida

Conferencias y mesa redonda

Con motivo de la Celebración del Día de la Mujer 2020 en colaboración con FMAT-UADY e IIMAS-UNAM

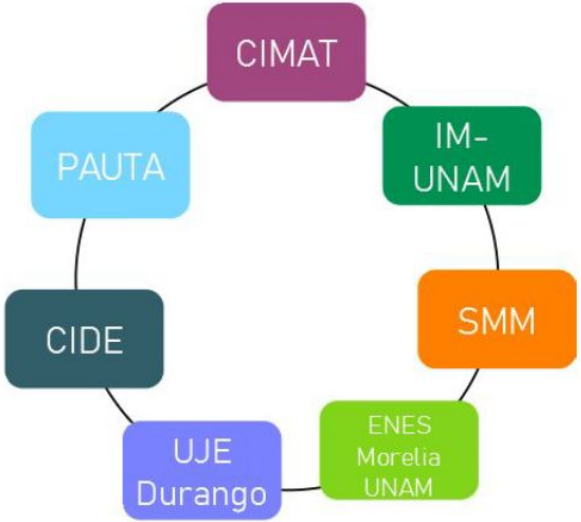
Nuevo proyecto de gran escala en Divulgación:

Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia para la Enseñanza de las Matemáticas, PRONAII

Proyecto Conacyt motivado por combatir el bajo aprovechamiento en matemáticas:

Fomentar el gusto y el aprecio en estudiantes y docentes.

Talleres y laboratorios virtuales para docentes de primaria y bachillerato.



Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia para la Enseñanza de las Matemáticas, PRONAII

Laboratorio de Enseñanza de las Matemáticas

Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia para la Enseñanza de las Matemáticas, PRONAII

Laboratorio Virtual de Enseñanza de las Matemáticas Nivel Primaria (LVEM Primaria) 15 junio-24 julio 2020. Asistieron 27 docentes de 8 estados de la república, 5 de educación indígena en el estado de Oaxaca.

Taller de Herramientas Tecnológicas para la Enseñanza de las Matemáticas 24- 27 agosto de 2020. Asistieron 18 docentes de primaria que participaron en el LVEM Primaria y 3 docentes externos al mismo.

Laboratorio Virtual de Enseñanza de las Matemáticas Nivel Bachillerato (LVEM Bachillerato) 11 octubre-9 diciembre 2020. Asistieron 28 docentes de 10 estados de la República

Se atendieron a 70 docentes de primaria y a 67 docentes de nivel medio superior de 23 entidades federativas. Se estima una incidencia en más de 4000 estudiantes.

ACTIVIDADES DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN

CONACYT | CIMAT

México 2021 Año de la Independencia

Proyectos de Transferencia que destacan por su integración con las otras actividades sustantivas:

A través del taller Integrative Think Tank, se han planteado las siguientes líneas de trabajo con investigadores, estudiantes y organizaciones externas:

Violencias estructurales para procesar información de la Guerra Sucia - Colaboración CNB

- ➔ Proyecto aprobado para desarrollarse en 2021
- ➔ Colaboración de técnicos de la Unidad Monterrey realizando Ciencia de Datos, Procesamiento de Lenguaje Natural y Procesamiento de Imágenes

Colaboración CENAPRED

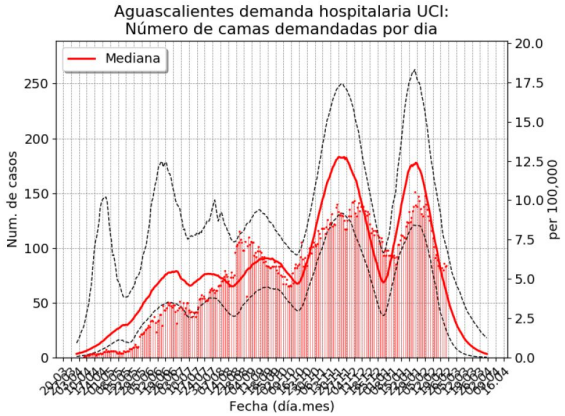
- ➔ En 2021 se realizará un evento ITT exclusivamente para esta institución

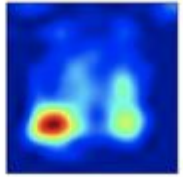
Prueba concepto para Samsung

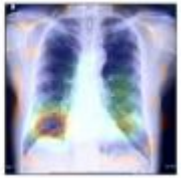
- ➔ Líneas: Neural Architecture Search, Automatic Data Augmentation
- ➔ Samsung Research America (SRA) para el departamento de Visual Display Intelligence y Samsung Research Tijuana (SRT)
- ➔ Desarrollada principalmente por el área de Ciencias de la Computación
- ➔ Se espera que a mediano plazo se integre un grupo de investigación y desarrollo enfocado y financiado por Samsung dentro de la Institución

Durante 2020, una de las principales actividades del área fue brindar apoyo al modelamiento de la pandemia por COVID-19

- Modelo “Gompertz”
- Modelo “AMA”
- Proyecto “Estimación de la Tasa Efectiva de Reproducción (Rt) para COVID-19 para los Estados y Zonas Metropolitanas de México”
- Proyecto “Tendencia de nuevos casos COVID-19”
- “Calculadora Epidemiológica”
- Diagnóstico por Rx





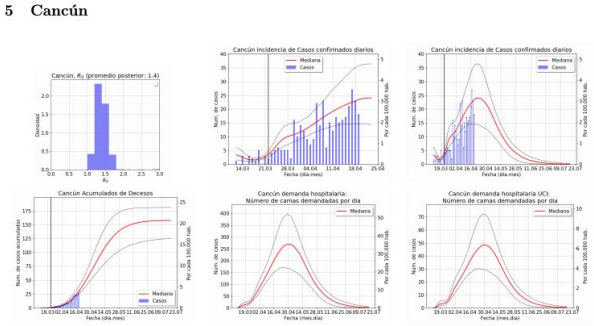


Se gestionaron 3.14 Mdp
para mantenimiento del site y otorgamiento de becas.

Colaboración con la Secretaría de Salud y CONACyT

Pronaii Covid - 19

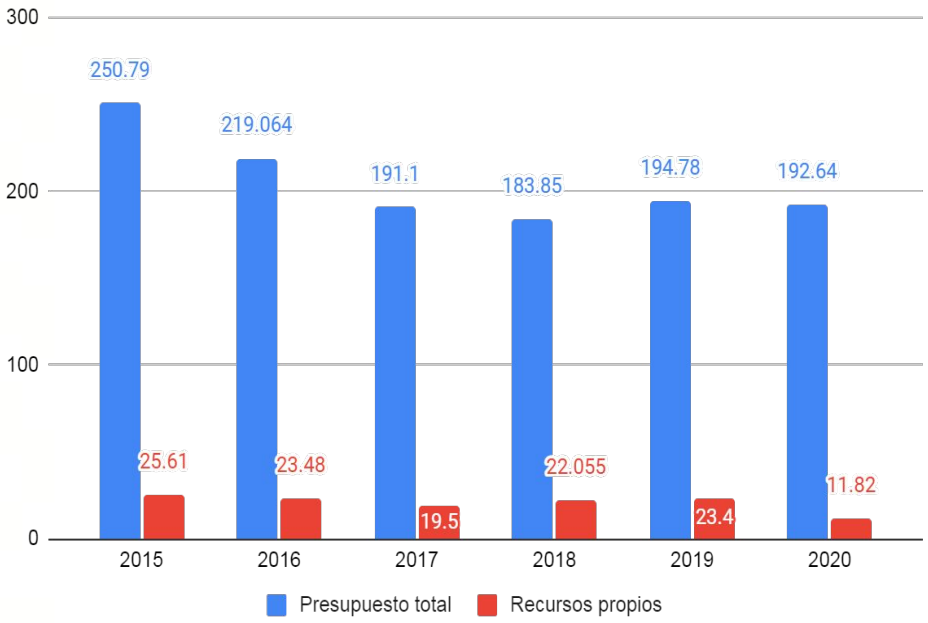
Actualmente, continuamos nuestra participación en proyectos que integran el Ecosistema Nacional Informático COVID-19 (ENI/COVID-19) del Conacyt y forman parte del Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia Covid19 (Pronaii Covid-19) establecido en enero del 2020.



Resumen de actividades

En el año 2020 se atendieron un total de

- 39 productos de vinculación (proyectos de desarrollo tecnológico, asesorías y capacitación).
- Se obtuvieron ingresos por **$11,826,307.42**. Al 31 de diciembre los pendientes de cobro eran cercanos a los $4,000,000.00
- El 84% de estos ingresos corresponde a proyectos externos.
- **Menor demanda de servicios por emergencia sanitaria, mayor dedicación a Pronaii-Covid 19**



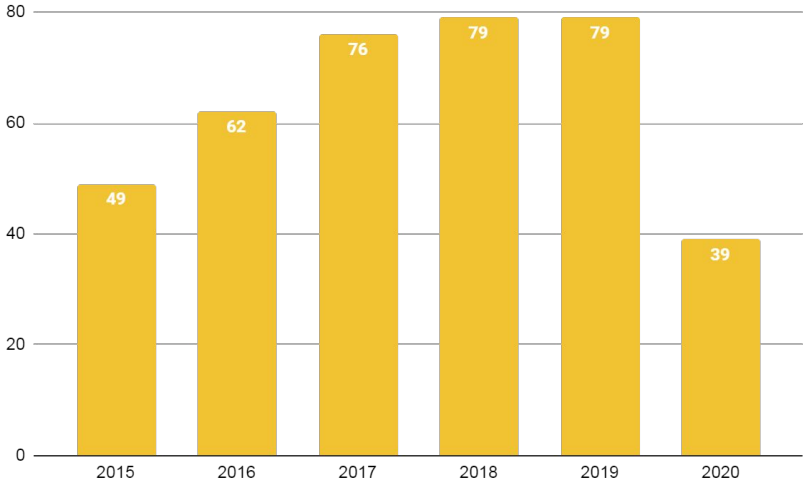
Resumen de actividades

Se atendió a un total de 26 empresas e instituciones

- 15% de estos clientes (4 de 26) contrató más de un servicio durante este periodo.

Zonas de influencia de los resultados de los proyectos de vinculación

- 24% Local
- 34% Alcance nacional
- 22% Zona de influencia estatal
- 10% Alcance internacional, la mayor parte de ellos en el sector público.



Proyectos de vinculación

Otras actividades en vinculación

Eventos organizados:

- Artificial Intelligence and Data Science Workshops for Industrial Problem Solving
    - Fin-ML/IVADO Workshop.
    - 13 Taller de Solución de Problemas Industriales.

Promoción y Difusión:

- SMART MOVE 4.0, evento industrial de transformación digital organizado por CAINTRA **(El stand virtual más visitado del evento).**
- R+D+I Round Table, visitas a las empresas más importantes de la región N.L. organizado por CAINTRA.

MOOCs:

- Planeación y desarrollo del modelo para **C**ursos **M**asivos **A**biertos en **L**ínea.

La CST considera a las siguientes líneas de investigación como centrales en la transferencia tecnológica:

Matemáticas y estadística

- Matemáticas industriales
- Estadística aplicada

Ciencia de Datos

- Modelación y análisis de datos
- Inteligencia de mercados

Cómputo científico

- Inteligencia artificial
- Realidad virtual y realidad aumentada
- Robótica
- Optimización
- Visión computacional
- Modelación numérica

Las líneas principales para la implementación de servicios son:

Tecnologías de información

- Bases de datos
- Desarrollo de software

Administración de procesos

Integración

Formación de recursos humanos

- Educación continua
- Capacitación

PARTICIPACIÓN DEL CENTRO EN ESTRATEGIAS DE INTEGRACIÓN DEL SISTEMA

CONACYT | CIMAT

México 2021 Año de la Independencia

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Consorcio de Centros Públicos Conacyt

CONACYT | CIMAT | México 2021

CIMAT es el centro coordinador del proyecto **“Consorcio en Inteligencia Artificial”**, apoyado mediante el Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT).

El proyecto, denominado también como Alianza en Inteligencia Artificial, ha generado satisfactoriamente los entregables correspondientes a la segunda etapa del proyecto, a pesar de estar bajo condiciones de pandemia.

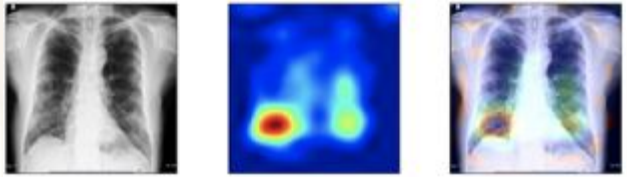
INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Consorcio de Centros Públicos Conacyt

CONACYT | CIMAT | México 2021

Alianza en Inteligencia Artificial

Correspondientes a su segunda etapa se pueden mencionar los siguientes resultados de impacto social:



- Diagnóstico Rápido de COVID mediante Imágenes de Rayos-X de Tórax (CIMAT/INAOE),
- Monitoreo y detección de grupos de personas para evitar contagios masivos usando Deep Learning (CIMAT),
- cuida2covid: Plataforma para el monitoreo y valoración inicial por COVID-19 de adultos mayores en residencias geriátricas (CICESE, INGER),
- Agente Virtual Conversacional para la Identificación y Ayuda de Problemas Asociados al COVID-19 (CICESE-UT3, CIMAT).

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Consorcio de Centros Públicos Conacyt

CONACYT | CIMAT | México 2021

La productividad académica de esta etapa incluye publicaciones y tesis, como a continuación se puede observar:

Tipo	Total
Artículos de investigación desarrollados por Investigadores y estudiantes de los CPI's aliados a raíz de los grupos de trabajo, publicados en revistas especializadas	11
Artículos de investigación presentados por investigadores y/o estudiantes en Congresos	8
Posters científicos de trabajos desarrollados por Investigadores y/o estudiantes	4
Total de productos científicos	23

Grado	#
Licenciatura o ingeniería	6
Maestría	11
Doctorado	6
Total de tesis	23

Además de sus avances y resultados, la Alianza ha llevado a cabo múltiples actividades de difusión, obteniendo una importante visibilidad y participando en un ecosistema de IA que trasciende el ámbito nacional.

- Agenda Nacional en Inteligencia Artificial
- THE OPEN DIALOGUE ON AI ETHICS Contribution to the UNESCO Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence
- Conversatorio: Datos e Inteligencia Artificial
- Women in Artificial Intelligence Mexico
- Reporte IA para la igualdad de género
- LatinXperiences Social AAA1-21
- Foro Código IA. Mujeres en la Computación

Siete centros, incluyendo el CIMAT, esperan la resolución al proceso de evaluación del proyecto Fordecyt, para determinar la continuidad de la Alianza en su tercera etapa.

Las actividades de la Alianza se pueden ver en Youtube:

[Alianza en Inteligencia Artificial]

INDICADORES DEL CONVENIO DE ADMINISTRACIÓN POR RESULTADOS

CONACYT | CIMAT

México 2021 Año de la Independencia

INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

1.- Generación de conocimiento de calidad.

Meta: 140 publicaciones arbitradas / 70 investigadores ordinarios = **2**

Resultado: 170 publicaciones arbitradas / 72 investigadores ordinarios = **2.36 (118%)**

2.- Proyectos externos por investigador.

Meta: 49 proyectos con financiamiento externo / 119 investigadores = **0.41**

Resultado: 46 proyectos / 125 investigadores = **0.36 (87%)**

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS ESPECIALIZADOS

1.- Calidad de los posgrados (en PNPC).

Meta: 2 programas de reciente creación + 1 programa en desarrollo + 4 programas de calidad internacional / 7 programas = **0.71**

Resultado: 2 programas de reciente creación + 1 programa en desarrollo + 4 programas de calidad internacional) / 7 programas = **0.71 (100%)**

2.- Generación de recursos humanos especializados.

Meta: 45 graduados de maestría + 15 graduados de doctorado / 70 investigadores ordinarios = **0.85**

Resultado: 53 graduados de maestría + 11 graduados de doctorado / 72 investigadores ordinarios = **0.88 (103%)**

VINCULACIÓN

Proyectos interinstitucionales.

Meta: 24 proyectos interinstitucionales / 49 proyectos de investigación = **0.48**

Resultado: 15 proyectos interinstitucionales / 46 proyectos de investigación = **0.32 (66%)**

TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA E INNOVACIÓN

Transferencia del conocimiento

Meta: 78 contratos en 2020 / 79 contratos en 2019 = **0.98**

Resultado: 39 contratos en 2020 / 79 contratos en 2019 = **0.49 (35%)**

Patentes solicitadas: sin avance

DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

Actividades de divulgación por personal de CyT.

Meta: 500 actividades de divulgación / 168 miembros del personal de ciencia y tecnología = **2.97**

Resultado: 374 actividades de divulgación / 169 miembros del personal de ciencia y tecnología = **2.21 (74%)**

GESTIÓN PRESUPUESTAL

Sostenibilidad Económica

Meta: $25’432,338 de recursos propios / $210’568,814 de presupuesto total = **0.12**

Resultado: $11’826,307 de recursos propios / $192’648,370 de presupuesto total = **0.06** (**50%)**

Sostenibilidad Económica de la Investigación

Meta: $18’513,647 obtenido por proyectos de investigación financiados con recursos externos / $185,136,476 de recursos fiscales destinados a la investigación = **0.09**

Resultado: $28´585,137 obtenido por proyectos de investigación financiados con recursos externos / $163’676,251 de recursos fiscales destinados a la investigación = **0.17 (188%)**

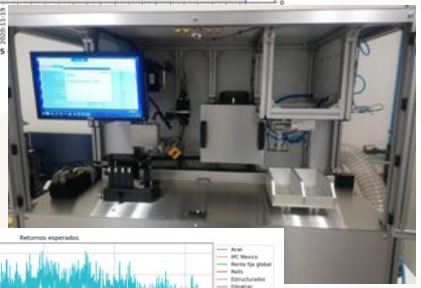
CASOS DE ÉXITO

CONACYT | CIMAT

México 2021 Año de la Independencia

CASOS DE ÉXITO

Fig. 3.3: Gráfico de tendencias
22-03-2021



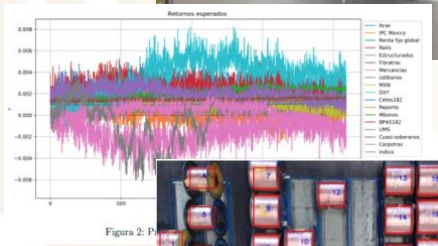


Figura 2: P

CASO 1: Tendencias de **curvas epidémicas** de casos nuevos de síndrome COVID-19 y de ocupación de camas y defunciones registrados en la Red IRAG.
Usuario: Secretaría de Salud.

CASO 2: BANXICO. Etapa II del proyecto Sistema de Inspección Visual Automática.
Usuario: Banco de México.

CASO 3: Desarrollo de algoritmos y capacitación para la optimización de la asignación de activos bajo un enfoque de “funciones de utilidad”.
Usuario: Fondo Nacional de Pensiones de los Trabajadores al Servicio del Estado (**PENSIONISSSTE)**.

CASO 4: Algoritmos de extracción de información de archivos, reconocimiento de imágenes y análisis de datos.
Usuario: **Viakable** S.A. de C.V.

CASO 5: Actualización 2020 del Algoritmo para máquina ***visual counter***.
Usuario: Inovacor S.A. de C.V.

3.- Desarrollo de algoritmos y capacitación para la optimización de la asignación de activos bajo un enfoque de “funciones de utilidad” (PENSIONISSSTE)

Objetivos:

Actualizar la estrategia óptima de asignación de activos ante cambios en las condiciones económicas, financieras y sociales.

Administrar y manejar información de carácter cuantitativo y cualitativo que permita a PENSIONISSSTE cumplir con las disposiciones emitidas por la CONSAR.

Impacto:

- Cumpliendo con la regulaciones del Sistema de Ahorro para el Retiro, **fueron asignados de manera óptima activos para 2 millones de pensionados.**
- Se simulan y comparan diversas estrategias de inversión de acuerdo con las restricciones de inversión impuestas por las regulaciones del Sistema de Ahorro para el Retiro

3.- Desarrollo de algoritmos y capacitación para la optimización de la asignación de activos bajo un enfoque de “funciones de utilidad” (PENSIONISSSTE)

El **modelo a optimizar** busca resolver el problema de **asignación de activos con restricciones bajo el enfoque multiperíodo**. La función objetivo considera el efecto de cada período en la asignación de los activos dentro del portafolio, y se busca minimizar el riesgo total de la inversión. Esta aproximación se puede pensar como una **discretización de la formulación por ecuaciones diferenciales estocásticas**.

$$\min_{u(0),\ldots,u(t-1)} \sum_{j=1}^{t} \gamma_k(j)\mathrm{var}_k\{W(j)\}$$

sujeto a:

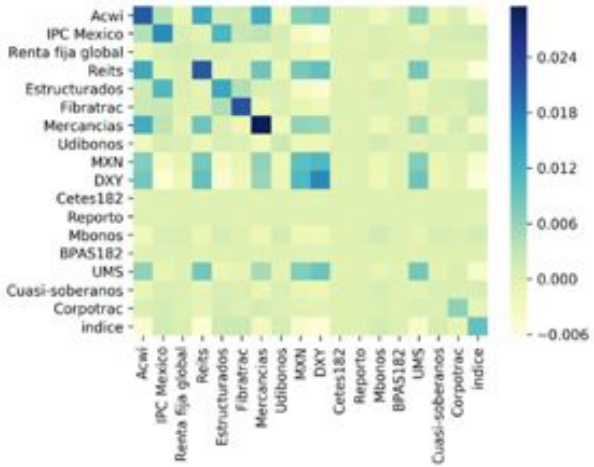
$$E\{W(t)\} \geq \Phi_{lb}\mathbf{x}(0),$$

$$1'\mathbf{u}(k) = 0, \quad k = 0,\ldots,t-1$$

$$E\{\mathbf{x}^+(k)\} \geq 0, k = 0,\ldots,t-1$$

$$\nu_{lb,j}(k)1'E\{\mathbf{x}(k)\} \leq \sum_{h\in c_j} (E_k\{x_i(k)\} + u_i(k)) \leq \nu_{ub,j}(k)1'E\{\mathbf{x}(k)\},$$

$$j = 1,\ldots,l; k = 0,\ldots,t-1$$



3.- Desarrollo de algoritmos y capacitación para la optimización de la asignación de activos bajo un enfoque de “funciones de utilidad” (PENSIONISSSTE)

Actividades:

En primer lugar, se construyó un **modelo de optimización con restricciones para la asignación de activos que tiene como objetivo diversificar el riesgo de los portafolios mediante una función de entropía.**

Para ello, se consideró un conjunto de portafolios principales haciendo uso de un análisis de **componentes principales**.

Finalmente, se implementó un **modelo de programación cuadrática con restricciones, para resolver el problema desde un enfoque multi-periodo**. Para la estimación de los retornos de cada activo se utilizó una metodología basada en **GARCH**.

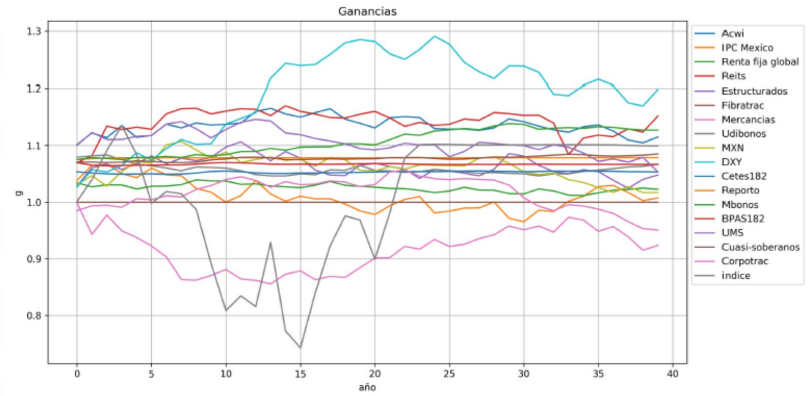


Figura 3: Ganancias esperadas

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

CONACYT | CIMAT

México 2021 Año de la Independencia