



## Cátedras CONACYT - CIMAT Mérida Reporte Trienal

**Periodo: 01/09/2017 - 30/08/2020**



---

### DATOS GENERALES

<b>Nombre:</b>	<b>Miguel Angel Uh Zapata</b>
<b>Institución:</b>	Centro de Investigación en Matemáticas, A.C., Unidad Mérida
<b>Proyecto de adscripción:</b>	Desarrollo de nuevas capacidades en matemáticas y cómputo científico en el Estado de Yucatán
<b>Modalidad:</b>	Grupo

---

### RESUMEN

El presente reporte contiene en detalle los objetivos y actividades que se plantearon al inicio del proyecto de Cátedras, la metodología y finalmente las actividades y los resultados obtenidos durante el cuarto año de trabajo que comprende del 1 de septiembre de 2017 al 30 de agosto de 2020.

En estos tres años se publicó 10 artículos: siete con arbitraje internacional. Con respecto a la formación académica, fui el responsable técnico de una estancia postdoctoral, fui co-director de una tesis (internacional) y actualmente tengo otro tesista de doctorado a mi cargo, un tesista de licenciatura se graduó y dos tesistas de licenciatura en proceso. En este mismo ámbito se impartió un total de 7 signaturas (nivel doctorado, maestría y licenciatura). Se presentaron 37 conferencias y cursos, además de realizar 10 visitas académicas en México y el extranjero. Por otra parte se continuó ejerciendo mi proyecto de Ciencias Básicas y se renovó el Nivel I del SNI hasta el 2022. En la sección de vinculación y divulgación, se fue anfitrión de 5 visitantes internacionales y nacionales. Finalmente, entre otras actividades adicionales, se estuvo en la organización de 6 eventos nacionales y locales.

## I. OBJETIVOS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Con la misión de cumplir los objetivos generales del proyecto grupal de cátedras asignado, se propuso los siguientes objetivos particulares y actividades adicionales.

### Objetivos particulares:

1. Publicar artículos en revistas de calidad internacional.
2. Graduar estudiantes con tesis relacionados a mi línea de investigación.
3. Ingresar y permanecer en el Sistema Nacional de Investigadores.
4. Obtener proyectos de investigación con fondos externos al CIMAT.

### Actividades adicionales:

5. Formación de nuevas colaboraciones con investigadores.
6. Organización y participación en Coloquios y Seminarios.
7. Asistencia a congresos o talleres científicos.
8. Continuación de líneas de investigación presentes.
9. Apoyo a la formación de recursos humanos con al menos un curso semestral.
10. Impulso y desarrollo del centro de cómputo de alto desempeño.

Como se puede observar de mis objetivos particulares, al igual que del proyecto grupal sometido, el propósito global está centrado en generar investigación de alto rendimiento con los más altos estándares de excelencia académica con impacto local e internacional.

**El desarrollo de mi proyecto cumple con los plazos establecidos en el plan de trabajo.**  
Todos los puntos se han satisfecho como se describe en los resultados de la sección III y IV.  
El único punto que no se ha cubierto en su totalidad es el 10; dado que la institución adscrita aún empieza a adquirir dicho centro de alto desempeño.

## II. METODOLOGÍA

Mi proyecto individual pretende generar un impacto en la comunidad académica local mediante el fomento del tema de la modelación numérica a ecuaciones diferenciales y sus aplicaciones. Más en específico en el desarrollo y análisis de métodos numéricos eficientes y de alto orden aplicados a resolver ecuaciones en dinámica de fluidos.

Las estrategias empleadas para lograr los objetivos establecidos se basan inicialmente en el continuo desarrollo de mis líneas de investigación; igual de importante en la colaboración con otros investigadores tanto de México como de otros países; así como la presentación de los resultados obtenidos en congresos nacionales e internacionales. A falta de programas de licenciatura y posgrado en CIMAT-Mérida, se ha optado por colaborar con el apoyo docente y dirección de tesis en la Facultad de Matemáticas (FMAT) de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY).

A continuación se describe los avances, resultados y los productos obtenidos en el periodo correspondiente al cuarto año de trabajo. Estos se han dividido en tres secciones correspondientes a publicaciones, formación de recursos humano y vinculación y divulgación.

### III. PUBLICACIONES

Durante este segundo periodo del proyecto de Cátedras se han publicado un total de 10 artículos: siete arbitrados en revistas internacionales, uno en un capítulo de un libro, uno en una revista de circulación nacional y uno más en un congreso internacional. Adicionalmente tengo 6 trabajos que actualmente están sometidos a revisión en revistas internacionales; sin contar los trabajos en progreso. Cabe destacar entre estos trabajos 6 artículos se encuentran en los niveles Q1 y Q2 del *Journal Citation Report* (JCR). Detalles del factor de impacto y otros índices se encuentran en el apéndice de este trabajo.

#### 3.1 Publicados (10)

[1R] R. ITZÁ BALAM & **M. UH ZAPATA** (2020). A new eighth-order implicit finite difference method to solve the three-dimensional Helmholtz equation. *Computers & Mathematics with Applications*, 80(5), 1176-1200.

<https://doi.org/10.1016/j.camwa.2020.06.011>

ISSN: 0898-1221

[2R] W. ZHANG, **M. UH ZAPATA**, X. BAI, D. PHAM-VAN-BANG & K. D. NGUYEN (2020). An unstructured finite volume method based on the projection method combined momentum interpolation with a central scheme for three-dimensional nonhydrostatic turbulent flows. *European Journal of Mechanics-B/Fluids*, 164-185.

<https://doi.org/10.1016/j.euromechflu.2020.06.006>

ISSN: 0997-7546

[3R] W. ZHANG, **M. UH ZAPATA**, X. BAI, D. PHAM-VAN-BANG & K. D. NGUYEN (2020). Three-dimensional simulation of horseshoe vortex and local scour around a vertical cylinder using an unstructured finite-volume technique. *International Journal of Sediment Research*, 35(3), 295-306.

<https://doi.org/10.1016/j.ijsrc.2019.09.001>

ISSN: 1001-6279

[4L] **M. UH ZAPATA** & K. D. NGUYEN (2020). A semi-coupled projection model for the morphodynamics of fast evolving flows based on an unstructured finite-volume method. *Estuaries and Coastal Zones in Times of Global Change*, Springer Water. Springer, Singapore, 257-275.

[https://doi.org/10.1007/978-981-15-2081-5\\_16](https://doi.org/10.1007/978-981-15-2081-5_16)

ISSN: 978-981-15-2081-5

[5R] **M. UH ZAPATA**, W. ZHANG, D. PHAM-VAN-BANG & K. D. NGUYEN (2019). A parallel second-order unstructured finite volume method for 3D free-surface flows using a  $\sigma$ -coordinate. *Computers & Fluids*, 190: 15-29.

<https://doi.org/10.1016/j.compfluid.2019.06.001>

ISSN: 0045-7930

[6R] **M. UH ZAPATA**, D. PHAM-VAN-BANG & K. D. NGUYEN (2018). Parallel simulations for a 2D x/z two-phase flow fluid-solid particle model. *Computers and Fluids*, 173: 103-110.

DOI: [10.1016/j.compfluid.2018.03.019](https://doi.org/10.1016/j.compfluid.2018.03.019)

ISSN: 0045-7930

[7R] **M. UH ZAPATA**, R. ITZÁ BALAM & J. MONTALVO-URQUIZO (2018). High-Order Implicit Staggered-Grid Finite Differences Methods for the Acoustic Wave Equation. *Numerical Methods for Partial Differential Equations*. 34(2): 602-625.

DOI: [10.1002/num.22217](https://doi.org/10.1002/num.22217)

ISSN: 1098-2426

[8R] **M. A. UH ZAPATA**, & F. J. HERNANDEZ-LÓPEZ (2018). A GPU Parallel Finite Volume Method for a 3D Poisson Equation on Arbitrary Geometries. *International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics*, 9(1), 3-11.

<https://www.ijcopi.org/ojs/article/view/74>

ISSN: 2007-1558

[9C] **M. UH ZAPATA** & K. D. NGUYEN (2018). A finite-volume method for the flow around a cylinder in shallow-water flows with fixed and mobile bed. *The 6th International Conference on Estuaries and Coasts (ICEC-2018), Caen, France*.

[10N] H. ESCAMILLA PUC, R. ITZÁ BALAM, **M. UH ZAPATA** (2017). Volúmenes Invariantes de Sólidos Cilíndricos con Bases Simétricas. *Abstraction & Application*, 18: 18-27.  
<https://intranet.matematicas.uady.mx/journal/descargar.php?id=114>  
*ISSN: 2007-2635*

\*[R]=arbitraje internacional, [L]=artículo en libro, [N]=circulación nacional

### 3.2 Sometidos (6)

[S1] R. ITZÁ-BALAM, **M. UH ZAPATA**, & S. JEREZ (2019). The immersed interface method for Degenerate and Non Degenerate Nonlinear Elliptic Equations. *Submitted to Numerical Methods for Partial Differential Equations*. *ISSN: 1098-2426*.

[S2] **M. UH ZAPATA**, L. GAMBOA-SALAZAR, K. D. NGUYEN & R. ITZÁ-BALAM (2019). An unstructured semi-coupled model for bed load sediment transport in shallow-water flows. *Submitted to Journal of Hydraulic Research*. *ISSN: 0022-1686*

[S3] **M. UH ZAPATA** & R. ITZÁ-BALAM (2020). A three-dimensional conservative level-set method based on a parallel unstructured finite-volume method. *Submitted to Computers and Fluids*. *ISSN: 0045-7930*.

[S4] R. ITZÁ-BALAM & **M. UH ZAPATA** (2020). A conservative level-set/finite-volume method on unstructured grids for two-phase flows based on a central interpolation. *Submitted to Journal of Computational Physics*. *ISSN: 0021-9991*.

[S5] **M. UH ZAPATA**, F. J. HERNANDEZ-LÓPEZ, J. TREJO-SANCHEZ & R. ITZÁ-BALAM (2020). An immersed boundary neural network for solving elliptic equations with singular forces on arbitrary domains. *Submitted to Mathematical Biosciences and Engineering*. *ISSN (Online): 1551-0018*

[S6] **M. UH ZAPATA**, W. ZHANG, L. MAROIS, A. HAMMOUTI, D. PHAM-VAN-BANG & K. D. NGUYEN (2020). Two-phase experimental and numerical studies on scouring at the toe of vertical seawall. *Submitted to European Journal of Mechanics-B/Fluids*. *ISSN: 0997-7546*.

### 3.2 En preparación (4)

[P1] **M. UH ZAPATA**, D. PHAM-VAN-BANG & K. D. NGUYEN. Three-dimensional numerical modeling of seawall scour due to wave impact on a vertical seawall.

[P2] R. ITZÁ-BALAM, F. MEDINA DORANTES & **M. UH ZAPATA**. The immersed interface method for moving interface Degenerate problems.

[P3] W. ZHANG, **M. UH ZAPATA**, PHAM-VAN-BANG & K. D. NGUYEN. A momentum interpolation method removing divergence noise on non-staggered triangular C-grids for curved channel flow in hydrostatic and non-hydrostatic calculations.

[P4] M. HURTADO-HERRERA, W. ZHANG, **M. UH ZAPATA**, A. HAMMOUTI, PHAM-VAN-BANG & K. D. NGUYEN. *HSS and WS scour pattern and numerical simulation*

## IV. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En este rubro se reporta una estancia pos-doctoral, un estudiante de doctorado (50% avance), una co-dirección de tesis externa internacional (graduada en 2019) y un alumno de licenciatura (graduado en 2018). Además cuento con 2 alumnos con tesis de licenciatura en proceso. También como parte de la formación de recursos humanos he impartido 7 cursos: cinco en nivel licenciatura, uno en maestría y otro más en nivel doctorado. La lista de los nombres de todos los alumnos y de los cursos se encuentra a continuación.

## 4.1 Tesistas y posdoctorantes (6)

### Investigador postdoctoral

- Supervisor académico de la estancia posdoctoral del Dr. Reymundo Itzá Balam realizada en la Unidad Mérida el CIMAT. La primera etapa fue del 1 enero 2018 al 31 de marzo de 2019 y la segunda del 1 de septiembre de 2019 al 31 de julio de 2020.

### Tesis dirigidas

- Co-asesor de un doctorado en Mecánica de Fluidos, Laboratorio de Hidráulica Saint-Venant: Wei Zhang, “3D Numerical Simulation of Scour Erosion Around an Obstacle”. Directores de Tesis Damien Phan Van Bang y Kim Dan Nguyen. La tesis se defendió el 13 de septiembre de 2019.
- Tesis en Ingeniería en Software, FMAT-UADY (7 de marzo de 2018): Josué David Pinzón Vivas, “Algoritmos en Paralelo en Entornos Multicore de Métodos Iterativos de Sistemas Lineales para Aguas Someras”. En co-dirección del *Dr. Luis Curi Quintal* de la FMAT-UADY.

### Tesis en proceso

- Director de tesis de doctorado con orientación en Matemáticas Aplicadas, CIMAT Unidad Mérida (en progreso): Francisco Medina Dorantes, “Métodos de diferencias finitas de alto orden para la solución de ecuaciones degeneradas no lineales”. Titulación esperada diciembre de 2021.
- Licenciatura en Ciencias de la Computación, FMAT-UADY (en progreso): Daniel Israel Ceballos Uc, “Realidad aumentada en una mesa de arena para simular dinámica de fluidos en tiempo real”. En co-dirección del *Dr. Francisco Hernández López* del CIMAT-Mérida.
- Licenciatura en Matemáticas, FMAT-UADY (en progreso): José Carlos Sánchez Casanova, “Superficies de respuesta para la estimación de parámetros efectivos de un modelo multifásico sólido-líquido”.

### Prácticas profesionales

- Daniel Ceballos y José Sánchez hicieron sus prácticas profesionales conmigo en el periodo agosto-diciembre de 2017.

## 4.2. Asignaturas impartidas (7).

- Enero-Junio 2020. Álgebra Lineal I (FIQ-UADY). Licenciatura: Ingeniería Química.. Asignatura obligatoria.
- Agosto-Diciembre de 2019. Introducción a la Dinámica de Fluidos Computacionales (CICY). Posgrado: Maestría en Energías Renovables. Asignatura optativa.
- Enero-Junio 2019. Tópicos Selectos de Análisis Numérico I (CIMAT Unidad Mérida). Posgrado: Doctorado en Ciencias con Orientación en Matemáticas Aplicadas. Asignatura optativa.
- Septiembre-Diciembre 2018. Introducción a las Matemáticas (Universidad Politécnica de Yucatán). Ingeniería de Datos, Ingeniería en Robótica Computacional e Ingeniería en sistemas Embebidos. 90 horas frente a grupo. Asignatura obligatoria.
- Agosto-Diciembre 2018. Tópicos Selectos de Técnicas en Paralelo (FMAT-UADY). Licenciatura en Ciencias de la Computación. 75 horas presenciales.
- Enero-Mayo 2018. Tópicos Selectos de Técnicas en Paralelo (FMAT-UADY). Licenciatura en Ciencias de la Computación. 75 horas presenciales. Asignatura optativa.
- Agosto-Diciembre 2017: Tópicos Selectos de Técnicas en Paralelo (FMAT-UADY). Licenciatura en Ciencias de la Computación. 75 horas presenciales. Período. Asignatura optativa.

## V. VINCULACIÓN Y DIVULGACIÓN

Mi trabajo de investigación no sería posible sin la vinculación/colaboración con diferentes colegas y grupos de investigación en Mexico y en el extranjero. Con este fin, durante este período de evaluación, he dado un total de 37 conferencias y cursos tanto en congresos locales, nacionales e internacionales; siendo la mayoría de estas charlas por invitación. Entre estas destaco las dos conferencias plenarias en eventos nacionales, la plática invitada al Congreso de la Sociedad Mexicana de Física, el curso internacional y las diez conferencias internacionales impartidas en este últimos tres años. También durante este periodo de tres años, realicé 10 visitas académicas a colegas en Mexico, EUA, Francia, Canada y Vietnam. En esta sección también se presenta la vinculación académica y divulgación realizada en este periodo.

### 5.1 Eventos en los que se haya participado (37)

#### CONFERENCIAS PLENARIAS E INVITADAS (3):

- Cuarto Foro de Ingenierías.  
Instituto Universitario de Yucatán (IUDY), Villahermosa, Tabasco.  
6 de diciembre de 2019  
Simulaciones computacionales de fluidos con aplicaciones a energías renovables.
- Simulación eficiente de flujos tridimensionales usando volúmenes finitos en dominios irregulares. LXII Congreso Nacional de Física, División de Dinámica de Fluidos, Sociedad Mexicana de Física, Villahermosa Tabasco, 8 de octubre de 2019.
- XII Foro de Matemáticas del Sureste 2019.  
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Cunduacán, Tabasco.  
11 de septiembre de 2019.  
¡Ya casi, ahora solo falta programar! Desarrollo de un modelo de fluidos en 3D.

#### CURSOS (6):

- Curso: Pensando en paralelo. Verano de Investigación del CIMAT 2020, Merida Yucatán, 14 de julio de 2020.
- Curso: Programación en paralelo CUDA. en la división Académica de Ciencias Básicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa Tabasco. Del 7 al 9 de octubre de 2019.
- Curso: El método de elemento finito para la ecuación de calor. XII Foro de Matemáticas del Sureste 2019, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Cunduacán, Tabasco. Del 9 al 13 de septiembre de 2019.
- Curso: Solución de Ecuaciones Diferenciales Usando Machine Learning. XXVIII Escuela Nacional de Optimización y Análisis Numérico, ENOAN 2019, Zacatecas, Zacatecas del 26 al 28 de agosto de 2019. Curso por invitación.
- Curso: 3D Navier-Stokes Multi-Phase Flow Algorithm (NSMP3D). Seminario en Southern Institute of Water Resources Research (SIWRR) in Ho Chi Minh City, Vietnam. 20 de mayo de 2019. Presentación por invitación.
- Curso: *Pensando en paralelo: MPI Coloreando mallas triangulares*. Escuela de Verano CIMAT 2018. Merida, Yucatán, México a 10 de julio de 2018. Presentación por invitación.

#### CONFERENCIAS INTERNACIONALES (10):

- A three-dimensional two-phase model for dredged sediment releases into homogeneous water. The 4th symposium on two-phase modeling for sediment dynamics in geophysical flows (THESIS). University of Delaware, Newark, Delaware, EUA, 17 de septiembre de 2019.

- A new hydrodynamic model for three-dimensional free-surface flows on irregular domains. International Conference of Industrial and Applied Mathematics (ICIAM 2019). 17 de julio de 2019, Valencia España. Presentación por contribución.
- A MPI-CUDA parallel solver for 3D flows on unstructured finite volume meshes. Parallel Computational Fluid Dynamics (ParCFD 2019), Antalya, Turquía. Middle East Technical University. Mayo 14 de 2019. Presentación por contribución.
- An unstructured finite volume model for three-dimensional free-surface flows on irregular domains. Seminario en Laboratory of Hydraulics Saint-Venant en Paris, Francia. 23 de abril de 2019. Presentación por invitación.
- *A new hydrodynamic model for three-dimensional flows in estuaries based on an unstructured finite volume technique.* 6th International Conference on Estuaries and Coasts (ICEC-2018), Caen, Francia a 22 de agosto de 2019. Presentación por contribución.
- *The immersed interface method for degenerate nonlinear elliptic equation.* Mathematical Modelling In Engineering & Human Behaviour 2018. FMAT-UADY. Valencia, España a 18 de julio de 2018. Presentación por contribución.
- *A parallel multicolor unstructured finite volume method for 3D free-surface flows.* 30th International Conference on Parallel Computational Fluid Dynamics, Indianapolis, Indiana, EUA a 15 de Mayo de 2018. Indiana University - Purdue University Indianapolis. Presentación por contribución.
- *A 3D free-surface model using an unstructured finite-volume technique.* Southern Methodist University, Math Colloquium, Dallas, Texas, EUA a 5 de abril de 2018. Presentación por invitación.
- *A two-dimensional x/z two-phase flow model using a new fluid-solid particle interaction.* 3rd Sino-French Workshop for Water Science. Institute of Coastal & Hydraulic Engineering. Shanghai Jiao Tong University. Shanghai, China a 26 de Octubre de 2017. Presentación por invitación.
- *A second-order finite volume method for bed load sediment transport in shallow-water flows.* Seminar of the Laboratory for Hydraulic Saint-Venant. Chatou, Francia a 17 de octubre de 2017. Presentación por invitación.

#### **CONFERENCIAS NACIONALES (18):**

- Modelos matemáticos ante la pandemia ¿Que tanto confiar en ellos? Verano de Investigación del CIMAT 2020, Merida Yucatán, 16 de julio de 2020.
- Ejemplos de investigación en cómputo científico y matemático en el CIMAT Mérida. Conferencia en la UPY. Universidad Politécnica de Yucatán (UPY), Merida Yucatán, 30 de octubre de 2019.
- Fluidos Virtuales. Visita del Tecnológico de Mérida en el CIMAT-Mérida, CIMAT Merida, Sierra Papacal, Mérida Yucatán, 4 octubre de 2019.
- Solución de ecuaciones diferenciales parciales usando redes neuronales y aprendizaje máquina. Seminario de Matemáticas Aplicadas y Computación (SMAC), Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), Merida, Yucatán. 2 de octubre de 2019.
- Solución de Problemas en Mecánica de Fluidos de Millones de Variables. Conferencias Viernes en la ciencia. Universidad Olmeca, Villahermosa, Tabasco. 10 de septiembre de 2019.
- Fluidos virtuales en una caja de arena. Visita del Tecnológico de Chetumal al CIMAT, Sierra Papacal, Mérida, Yucatán, México a 3 de junio de 2019. Presentación por invitación.
- Fluidos virtuales en una caja de arena. Visita del Tecnológico de Mérida al CIMAT, Sierra Papacal, Mérida, Yucatán, México a 4 de marzo de 2019. Presentación por invitación.



- El método de interfaces para la solución de ecuaciones diferenciales elípticas degeneradas no lineales. XI Coloquio de Ecuaciones Diferenciales y sus Aplicaciones. FMAT-UADY. Mérida, Yucatán, México a 11 de diciembre de 2018. Presentación por invitación.
- Fluidos virtuales en una caja de arena. Visita del Tecnológico de Campeche al CIMAT, Sierra Papacal, Mérida, Yucatán, México a 11 de diciembre de 2018. Presentación por invitación.
- Desarrollo y fortalecimiento de nuevas capacidades en matemáticas y cómputo científico en el Estado de Yucatán. Primer encuentro de Catedráticos en el PCTY. Parque Científico y Tecnológico de Yucatán, Sierra Papacal, Centro de Investigación y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS) Sierra Papacal, Mérida, Yucatán México a 8 de Noviembre de 2018. Presentación por invitación.
- Fluidos y realidad aumentada. Visita del Tecnológico de Mérida al CIMAT, CIMAT Unidad Mérida, Sierra Papacal, Mérida, Yucatán, México a 2 de octubre de 2018. Presentación por invitación.
- *Simulación eficiente de flujos tridimensionales usando el método SOR Óptimo*. ENOAM, Aguascalientes, Aguascalientes, México a 29 de agosto de 2018. Presentación por invitación.
- *Un método de segundo orden para el transporte de sedimento en aguas someras*. Escuela de Modelación y Métodos Numéricos 2018. Mérida, Yucatán, México a 22 de junio de 2018. Presentación por invitación.
- *Simulando Catástrofes*. Olimpiada Mexicana de matemáticas Educación Básica 2018 - UADY. Mérida, Yucatán, México a 11 de junio de 2018. Presentación por invitación.
- *Fluidos y realidad aumentada*. Jornada de Computación y Matemáticas Aplicadas, CIMAT-UTP (Universidad Tecnológica del Poniente), Mérida, Yucatán, México a 23 de febrero de 2018. Presentación por invitación.
- *Simulación de fluidos interactivos usando realidad aumentada*. Seminario de Matemáticas Aplicadas y Computación CIMAT-UADY, Mérida, Yucatán, México a 14 de febrero de 2018. Presentación por invitación.
- *Simulaciones en 3D de flujos alrededor de un cilindro usando volúmenes finitos*. X Coloquio de Ecuaciones Diferenciales y sus Aplicaciones. FMAT-UADY. Mérida, Yucatán, México a 13 de diciembre de 2017. Presentación por invitación.
- *Solución de Problemas en Mecánica de Fluidos de Millones de Variables*. 50° Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana. UNAM-SMM. CDMX a 23 de Octubre de 2017. Presentación por invitación.

## 5.2. Visitas académicas a otras instituciones (10)

- Del 22 al 30 de noviembre de 2019 se visitó al prof. Damien Pham Van Bang del Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), en Quebec, Canadá.
- Del 8 al 12 de julio de 2019 realicé una visita académica al Prof. Kim Dan Nguyen y Wei Zhang. en el Laboratory of Hydraulics Saint Venant en Paris, Francia.
- Del 16 al 22 de junio de 2019 realicé una visita académica a la Dra. Silvia Jerez Galiano en el CIMAT-Guanajuato.
- Del 19 al 26 de mayo de 2019 realicé una visita académica al Prof. San Dinh del Southern Institute of Water Resources Research (SIWRR) in Ho Chi Minh City, Vietnam.
- Del 16 abril al 10 de mayo de 2019 realicé una visita académica al Prof. Kim Dan Nguyen en el Laboratory of Hydraulics Saint Venant en Paris, Francia.



- Del 19 de julio al 19 de agosto de 2018 realicé una visita académica a la Prof. Kim Dan Nguyen en el Laboratory of Hydraulics Saint Venant en Paris, Francia.
- Del 1 de mayo al 12 de mayo de 2018 realicé una visita académica a la Prof. Kim Dan Nguyen en el Laboratory of Hydraulics Saint Venant en Paris, Francia.
- Del 3 al 6 de abril de 2018 realicé una visita académica al Dr. Sheng Xu del Departamento de Matemáticas en Southern Methodist University en Dallas Texas, EUA.
- Del 21 de enero al 3 de febrero de 2018 realicé una visita académica a la Dra. Silvia Jerez Galiano en el CIMAT-Guanajuato.
- Del 2 al 20 de octubre de 2017 realicé una visita académica a la Dr. Damien Pham Van Bang en el Laboratory of Hydraulics Saint Venant en Paris, Francia.

### 5.3 Vinculación académica

Gran parte de mi trabajo de investigación no sería posible sin la vinculación/colaboración con diferentes grupos de investigación, tanto ya establecidos como nuevos. En la co-autoría de los artículos se puede notar la fuerte colaboración que se tiene con los investigadores citados a continuación.

#### COLABORADORES (8):

- El profesor Kim Dan Nguyen del Laboratorio de Hidráulica Saint-Venant, Francia.
- El profesor Damien Pham Van Bang del Laboratorio de Hidráulica y Ambiente, INRS-ETE, Canada.
- La Dra. Wei Zhang de la Universidad Xian Jiaotong-Liverpool, China.
- La Dra. Silvia Jerez Galiano del CIMAT-Guanajuato.
- La Dra. Lucía Gamboa Salazar de la Facultad de Matemáticas de la UADY,
- El Dr. Francisco Hernández López, colega Catedrático del CIMAT, Unidad Mérida.
- El Dr. Joel Trejo Sanchez, colega Catedrático del CIMAT, Unidad Mérida
- El Dr. Reymundo Itzá Balam y hasta un mes profesor visitante en CIMAT, Unidad Mérida.

Adicionalmente, a nivel nacional he fomentado más mis relaciones académicas:

- En 2018, fui incorporado a la Red Temática de Matemáticas y Desarrollo en la temática de Modelación Matemática del proyecto de CONACYT.
- Soy miembro de la mesa directiva de la Sociedad Mexicana de Computación Científica y sus Aplicaciones (SMCCA), organizadora de la ENOAN.
- En el mismo CIMAT, fui inicialmente invitado a incluir mi propuesta en el Proyecto de Inteligencia Artificial y Matemáticas Aplicadas.
- Soy miembro de la Sociedad Mexicana de Física.
- Soy miembro de la SIAM México.

Durante estos tres años fui anfitrión de 5 visitantes a la unidad de Mérida del CIMAT, tres de instituciones internacionales y dos nacionales. Estos sin contar con los otros profesores invitados a la escuela Nacional de Modelación y Métodos Numéricos organizada en la Unidad Mérida y descrita en la siguiente sección.

#### VISITANTES (5):

- Dr. Damien Pham Van Bang, Le Centre Eau Terre Environnement, Canada, del 22 al 30 de julio de 2018.
- Dra. Silvia Jerez Galiano, CIMAT- Guanajuato, del 20 al 22 de marzo de 2018.
- Prof. Kim Dan Nguyen, Laboratorio de Hidráulica Saint-Venant, Francia del 18 al 28 de noviembre de 2017.

- Dra. Wei Zhang, Laboratorio de Hidráulica Saint-Venant, Francia del 18 al 28 de noviembre de 2017.
- Dr. Marcos Aurelio Capistrán Ocampo del CIMAT-Guanajuato, del 26 al 29 de septiembre de 2017.

## 5.4 Vinculación con la industria

Se participó como asesor técnico en el evento: Taller de Solución de Problemas Industriales, SPI 2018 con el proyecto “Desarrollo de un algoritmo para análisis de perfil de temperatura y humedad en farmacias y hospitales”, presentado por la compañía ECOHYT en Mérida, Yucatán del 15 al 19 de enero de 2018.

## 5.5 Divulgación

En particular en estos tres años se invirtió una parte significativa de mi tiempo laboral en la divulgación de la ciencia. Se estuvo a cargo de la organización de varios seminarios y eventos locales y nacionales; todos enfocados en difundir las matemáticas aplicadas y la computación científica.

- Escuela Nacional de Optimización y Análisis Numérico (ENOAN). A nivel nacional soy parte del comité nacional para la organización de la ENOAN desde 2018. El último evento fue efectuado en Zacatecas, Zacatecas del 26 al 30 de Agosto de 2019. Lamentablemente debido a la pandemia provocada por el COVID-19 este año se tuvo que cancelar.
- Seminario de Matemáticas Aplicadas y Computación, su creación fue bajo mi iniciativa y la de otros colegas de la Unidad Mérida y de la Facultad de Matemáticas UADY. Durante cada semana de los dos últimos años se han presentado investigadores locales, nacionales e internacionales con temas de dichas áreas. Cabe destacar que debido a la pandemia, este seminario evolucionó a una forma virtual.
- Seminario de Solución de EDP usando Deep Learning. Este seminario fue organizador en 2018 con el Dr. Francisco Hernández López y el Dr. Joel Trejo Sánchez para estudiar y divulgar esta nueva técnica para la solución de ecuaciones parciales. Cabe destacar que dicho seminario dio fruto a un artículo de investigación que está en proceso de revisión.
- Primera Jornada de Computación y Matemáticas Aplicadas CIMAT-Mérida (75 participantes). Este fue un evento efectuado el 23 de febrero de 2018. En este, estudiantes de la Universidad Tecnológica del Poniente de Maxcanú, Yucatán visitaron el CIMAT-Mérida y escucharon una serie de charlas de divulgación de la investigación que fueron impartidas por investigadores de la unidad. Este evento fue importante porque dio cabida a una serie de visitas similares a la Unidad Mérida de varios institutos, no sólo de Yucatán sino de Campeche y Quintana Roo.
- Escuela Nacional de Modelación y Métodos Numéricos (55 participantes). Organizada del 19 al 22 de julio de 2018. Fui el encargado de la organización local, así como del programa académico. Ese año la temática fue *Dinámica de Fluidos Computacionales y sus Aplicaciones*. La organización de la escuela fue completada por Salvador Botello, Miguel Angel Moreles y Jonathan Montalvo.

Finalmente me gustaría resaltar dos eventos en los que participé debido a que fueron enfocados a estudiantes de primaria y secundaria. Importantes eventos enfocados a generar interés científico en las nuevas generaciones.

- La participación en la Feria de Ciencias del Estado de Yucatán en el mes de Noviembre de 2018 con el trabajo “Fluidos Virtuales” encabezado por el alumno de licenciatura Daniel Ceballos y con la co-dirección del Dr. Francisco Hernández Lopez (CIMAT Unidad Mérida).
- La charla presentada el 11 de junio de 2018 en el CIMAT-Mérida a jóvenes de secundaria que participaron en la Olimpiada Mexicana de Matemáticas Nivel Básico. El título fue Simulando Catástrofes.



Primera Jornada de Computación y Matemáticas Aplicadas CIMAT-Mérida.



Escuela Nacional de Modelación y Métodos Numéricos 2018.



Feria de Ciencias del Estado de Yucatán en 2018.

## VI. OTROS

### 6.1 Proyecto con fondos externos

Proyecto: “Métodos numéricos con aplicación a problemas de dinámica de fluidos en tres dimensiones”. **(90% de avance)**. Convocatoria de Investigación Científica Básica 2015, sometido el día 16/03/2015 y aprobado el 30/06/2016. Tiene un financiamiento por un monto de \$737,915.00 pesos. Estos recursos han sido indispensables para mi colaboración con varios colegas nacionales e internacionales.

Además, en el año 2019 se colaboró en otro proyecto titulado: “Modelado matemático basado en datos en las ciencias de la vida y la tierra mediante ecuaciones diferenciales” sometido en la convocatoria de proyectos de Ciencia de Frontera del CONACYT (a la espera de los resultados). También se sometió un proyecto a estancias pos-doctorales en 2019 y 2020.

### 6.2 Sistema Nacional de Investigadores (SNI)

Finalmente, en este periodo obtuve exitosamente por segunda vez el nombramiento de Nivel I del SNI, con vigencia hasta el año 2022.

### 6.3 Revisiones

Como actividades adicionales he participado como revisor de tres artículos internacionales. He participado como revisor de tres proyectos de estancias posdoctorales y de un proyecto de ciencias de frontera por parte del CONACYT. He sido revisor de una tesis de doctorado en Matemáticas Aplicadas de Salvador Flores (CIMAT) y revisor del examen de candidatura al grado de doctor de Claudia Acosta (CIMAT). Finalmente, en el otoño de 2019 fui invitado a ser parte del comité evaluador al ingreso de alumnos al doctorado en Matemáticas Aplicadas del CIMAT.

## APÉNDICE

### Journal Citation Report (JCR) 2019

Journal	Impact factor	Quartil	Editorial
<b>Computers &amp; Mathematics with Applications,</b> ISSN: 0898-1221	<b>3.370</b>	Q1	Elsevier
<b>Computers &amp; Fluids,</b> ISSN: 0045-7930	<b>2.399</b>	Q2	Elsevier
<b>International Journal of Sediment Research,</b> ISSN: 1001-6279	<b>2.577</b>	Q2	Elsevier
<b>European Journal of Mechanics - B/Fluids,</b> ISSN: 0997-7546	<b>2.131</b>	Q2	Elsevier
<b>Numerical Methods for Partial Differential Equations,</b> ISSN:1098-2426	<b>2.236</b>	Q1	Wiley