

# **11. Colaboración con los sectores de la sociedad**

## **Doctorado en Ciencias en Computación**

**Departamento de Computación – CINVESTAV-IPN**

**PNPC 2021**

### **11.1 Contexto de la colaboración con los sectores de la sociedad**

De acuerdo a los términos de referencia de la presente evaluación y dado que nuestro programa de posgrado está siendo postulado bajo la modalidad de ciencia básica y/o de frontera, este documento explica nuestras redes de colaboración, los actores involucrados en las mismas, así como los productos resultantes de tales colaboraciones.

El Departamento de Computación colabora con otros sectores de la sociedad a través de proyectos, pues estos son una parte vital del presupuesto para mantener una buena productividad. En la descripción que sigue se incluyeron proyectos que comenzaron en 2012, dado que seguían vigentes en 2016.

Así, entre 2012 y 2020, logramos obtener 17 proyectos que generaron un ingreso de \$14,012,106.00 a nuestro departamento. De esta cantidad, el 88% proviene de fondos públicos y el restante 12% de la industria privada.

Los programas públicos que financiaron 15 de los proyectos son:

- Fondo Sectorial de Investigación para la Educación (seis proyectos)
- UC MEXUS-CONACYT Collaborative Grants Program (un proyecto)
- Fondo de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología (un proyecto)
- Fondo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico del CINVESTAV-IPN (cuatro proyectos)
- Apoyo para proyectos de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación en salud ante la contingencia por COVID-19 (un proyecto)
- Fondo Conjunto de Cooperación México – Uruguay (dos proyectos)

Por otra parte, las empresas que financiaron los dos proyectos restantes son:

- Knowledge and Capital S.A. de C.V.
- Una importante empresa alemana que se mantendrá en anonimato

El 47% (8) de nuestros proyectos se clasifican como de Ciencia Básica, mientras que el 53% restante se inscriben en Ciencia de Frontera (9 proyectos). De estos últimos proyectos, dos inciden en el sector Educativo, dos en el sector Productivo y cuatro en el sector de la Salud Pública. Para dos de los proyectos que fueron aceptados en 2020 y que se inscriben en este último sector, incluimos, en los medios de verificación, una carta de intención para colaborar con el Centro Médico Nacional “20 de Noviembre” ISSSTE.

En los 17 proyectos, el responsable técnico es un miembro del Núcleo Académico (NA) del programa de posgrado. Estos proyectos están a cargo de seis miembros de NA, así que varios de ellos tienen más de

un proyecto a la vez.

La participación en el desarrollo de un proyecto es parte esencial de la formación académica y de investigación de un estudiante de posgrado. Por lo tanto, aquellos investigadores que tiene proyectos suelen involucrar a sus estudiantes en el desarrollo de los mismos, en función de sus trabajos de tesis. De esta manera, los estudiantes no sólo adquieren la experiencia y la responsabilidad que implica el trabajo grupal en el marco de un proyecto financiado, sino también logran avances en el trabajo de investigación propio de su tesis. Esta experiencia es invaluable en la formación de un estudiante de posgrado, pues requiere cumplir objetivos y obtener resultados eficientes.

Por lo tanto, en 13 de los 17 proyectos, se involucraron 20 estudiantes de doctorado en el desarrollo de los mismos. Incluso, dos de ellos participaron en tres proyectos cada uno, mientras que otros cuatro estudiantes participaron en dos proyectos cada uno. Entre las principales actividades que desarrollan los estudiantes en estos proyectos están:

- Diseño e implementación de algoritmos
- Desarrollo y prueba de sistemas
- Coautoría de artículos para revista y memorias de congreso
- Estancias de investigación en instituciones académicas nacionales o extranjeras

Un beneficio inmaterial que traen los proyectos es la colaboración con universidades nacionales e internacionales, así como con empresas privadas. Estas relaciones crean lazos de participación que fortalecen nuestro trabajo, permiten la movilidad de estudiantes, promueven el intercambio de puntos de vista y métodos de trabajo y cimentan amistades que aumentan el prestigio de nuestro departamento.

Estos proyectos de investigación nos han permitido colaborar con prestigiosas instituciones nacionales y extranjeras localizadas en América, Europa, Asia, África y Medio Oriente y con la industria. Del total de los proyectos, 12 de ellos nos han permitido colaborar con algunas de las siguientes 40 instituciones nacionales y extranjeras: ITESO, CIC-IPN, ESCOM-IPN, INAOE, Tecnológico de Cd. Madero, CIMAT, CINVESTAV-IPN Unidad Saltillo, Universidad de Guadalajara, Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco, Universidad Autónoma de Cd. Juárez, Universidad Autónoma de Sinaloa, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Universidad California Merced, Universidad Técnica Federico Santa María, Universidad Andrés Bello, Universidad de la Laguna, Universidad de Málaga, Universidad de Waterloo, Universidad de Tampere, Universidad Estatal de Campinas, Universidad Nacional de San Luis, Instituto Indio de Información Tecnológica, Universidad del País Vasco, Universidad de Granada, Universidad de Middlesex, Universidad de Alcalá, Universidad Autónoma de Madrid, Instituto Indio de Estadística, TECNALIA, Universidad Pablo de Olavide, Instituto Indio Tecnológico de Patna, Universidad Tecnológica de Nanyang, Instituto de Estudios Avanzados en Ciencias Básicas de Irán, Universidad de Michigan en Ann Arbor, Instituto Tecnológico de Massachussets, Universidad de Nueva Gales del Sur de Canberra, Universidad de Túnez, Universidad de Shenzhen, Universidad de Leiden, Knowledge and Capital S.A. de C.V. y una empresa que mantendremos anónima.

Frutos de estas colaboraciones han sido numerosos artículos de revista indizada, artículos en conferencia internacional, tesis de maestría y doctorado, sistemas de software y algoritmos, desarrollados por nuestros estudiantes, que han roto récords mundiales.

De los proyectos de Ciencia Básica, entre 2016 y 2020, se lograron 52 artículos de revista, cinco capítulos de libro, 1 libro y 49 artículos en memorias de congreso internacional. En cuanto al proyecto de Ciencia de Frontera, se lograron 23 artículos de revista y 20 artículos en memorias de congreso.

Sin embargo, no todas las colaboraciones que realizamos con instituciones académicas se hacen en el marco de un proyecto financiado. También hemos hecho codirecciones y evaluaciones de tesis con profesores externos. Entre 2016 y 2020, dos tesis de doctorado fueron codirigidas con profesores de la Universidad de Campinas y de la Universidad de Waterloo.

En cuanto a la examinación de tesis de doctorado por externos, participaron un total de 24 profesores de 17 instituciones académicas nacionales y extranjeras: ESCOM-IPN, ESFM-IPN, CIC-IPN, CIMAT, UAM Unidades Azcapotzalco, Cuajimalpa e Iztapalapa, Universidad de Guadalajara, ITESM-EDOMEX, Instituto Tecnológico de Mazatlán, Universidad Autónoma del Estado de México, Universidad Autónoma de Sinaloa, Universidad Jesuita de Guadalajara, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Universidad Estatal de Campinas, Universidad de Waterloo y Universidad de Porto.

Por otro lado, tres miembros del NA de nuestro posgrado participaron en la organización de seis conferencias internacionales y editaron las memorias correspondientes, que fueron publicadas por Springer y ACM. En esta actividad, hemos colaborado con una institución académica nacional y 13 extranjeras: Instituto Tecnológico de Tijuana, University of Munster, Université de Bordeaux, TU Dortmund University, University of Wuppertal, Clemson University, University of Surrey, South China Normal University, University of Bergen, Wuhan University of Technology, Michigan State University, University of Jyväskylä, Otto von Guericke University Magdeburg y Cornell University.

Para afianzar nuestras relaciones con colaboradores extranjeros y lograr una sólida formación de nuestros estudiantes, entre 2016 y 2020, 8 estudiantes de doctorado realizaron un total de 12 estancias de investigación en ocho universidades extranjeras: Universidad Técnica Federico Santa María, Université de Lille, University of California Merced, Universidade do Porto, Universidad Complutense de Madrid, Leiden University, Southern University of Science and Technology y University of Waterloo. Asimismo, recibimos a siete posdoctorantes nacionales y extranjeros y a siete estudiantes de licenciatura y posgrado en estancia de investigación.

Para fortalecer nuestras redes de colaboración nacionales y extranjeras, cuatro miembros del NA realizaron estancias sabáticas en ESCOM y UAM Unidades Azcapotzalco y Cuajimalpa, mientras otros cuatro miembros del NA hicieron estancias sabáticas en Indian Statistical Institute, University of Cologne, Shenzhen University y University of Waterloo.

Cinco de los profesores del NA fueron invitados, al menos dos veces, a realizar dos estancias cortas de investigación (14 en total) en 11 universidades extranjeras: Northeastern University, Universidad Don Bosco, University of Münster, University of California Merced, Texas Southern University, TU of Dortmund, South China University of Technology, University of Waterloo, Université de Lille, Université Jean Monnet y Simon Fraser University,

Para establecer posibles colaboraciones con seis universidades extranjeras, dos miembros del NA realizaron un total de seis visitas por invitación a Victoria University of Wellington, Southern University of Science and Technology, South China University of Technology, Michigan State University, Beijing University of Technology, Xi'an Jiaotong University y Nuclear Power Institute of China.

Dos profesores del NA recibieron invitaciones a impartir cursos, cátedras y seminarios para estudiantes de licenciatura en cinco instituciones extranjeras: Indian Institute of Technology Patna, Universidad de Don Bosco, Leibniz-Zentrum für Informatik, Indian Institute of Technology Kanpur y Ottawa University.

Entre 2016 y 2019, recibimos en nuestro departamento a una profesora de ESFM-IPN y a dos profesores del INAOE en estancia sabática. Finalmente, tuvimos en estancias de menor duración a una profesora chilena de la Universidad Técnica Federico Santa María y a dos profesores franceses adscritos a École Polytechnique y Université Côte d'Azur.

### **Medios de Verificación 11.1**

- Documento descriptivo: Acuerdos de colaboración con los sectores de la sociedad
- Convenios de proyectos y cartas de intención organizados por año

### **Medios de Verificación 11.2**

- Documento descriptivo: Actividades de colaboración más relevantes que tiene el programa de posgrado con los sectores de la sociedad
- Codirección de tesis con profesores externos (actas de examen)
- Examinación de tesis por profesores externos (actas de examen)
- Edición de memorias de conferencias internacionales (parte frontal de las memorias)
- Movilidad de estudiantes e investigadores posdoctorales (oficios, comisiones, cartas de aceptación, solicitudes de apoyo, informes de actividades y constancias)
- Movilidad de profesores (oficios, comisiones, cartas de invitación, informes técnicos y reportes de estancias)

### **Medios de Verificación 11.3**

- Documento descriptivo con evidencias: Principales mecanismos de transferencia y aplicación de los conocimientos que tiene el programa
- Solicitudes de visitas institucionales
- Participación de los miembros del NA como conferencistas en foros académicos (comisiones y reconocimientos)