

# **10. Enfoque inter, multi y transdisciplinar de la investigación e innovación Doctorado en Ciencias en Computación**

**Departamento de Computación – CINVESTAV-IPN**

**PNPC 2021**

## **10.1 Enfoque inter, multi y transdisciplinar de la investigación**

### **Colaboraciones al interior del departamento**

Al interior del Departamento de Computación, se han realizado algunas colaboraciones entre investigadores asociados a diferentes Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) para resolver problemas de investigación, en el marco de trabajos de tesis, y para reportar resultados en artículos científicos. Asimismo, nos ha permitido llevar a buen fin algunos proyectos de investigación financiados por fondos públicos o empresas privadas.

En nuestro programa de posgrado, se tienen definidas cuatro LGAC:

- Inteligencia Artificial (IA)
- Sistemas de Cómputo (SC)
- Teoría de la Computación (TC)
- Sistemas de Información (SI)

Casi todos los miembros del Núcleo Académico (NA) del programa de posgrado están asociados dos LGAC, sin embargo, cada uno trabaja en tópicos de investigación diferentes. Por lo tanto, aunque se tienen pocas colaboraciones entre miembros del NA, estas son indudablemente valiosas. Si bien los productos de investigación incluidos en este análisis tienen una componente más fuerte en una LGAC que en otra, el común denominador de todos ellos es que son resultado de la colaboración entre dos o más miembros del NA, haciendo converger dos o más subáreas de las Ciencias de la Computación. Las articulaciones identificadas entre LGAC son de cinco tipos:

- Inteligencia Artificial y Sistemas de Información
- Inteligencia Artificial y Teoría de la Computación
- Sistemas de Cómputo y Sistemas de Información
- Sistemas de Cómputo y Teoría de Computación
- Sistemas de Cómputo e Inteligencia Artificial

De los 190 artículos de revista producidos entre 2016 y 2020 en el programa de posgrado, 13 fueron generados de la articulación de Inteligencia Artificial con Sistemas de Información (10 artículos) y con Teoría de la Computación (tres artículos). Mientras que cinco artículos se derivaron de la orquestación de Sistemas de Cómputo con Sistemas de Información (un artículo), Teoría de la Computación (tres artículos) e Inteligencia Artificial (un artículo).

Por otra parte, del total de 168 artículos en memorias de congreso producidos en el programa de posgrado, 16 surgieron del vínculo entre Inteligencia Artificial y Sistemas de Información y 11 artículos de derivaron de la articulación de Sistemas de Cómputo con Sistemas de Información (nueve

artículos), Teoría de la Computación (un artículo) e Inteligencia Artificial (un artículo).

En cuanto a los capítulos de libro, sólo uno de los 28 generados se deriva del acoplamiento entre Sistemas de Cómputo y Sistemas de Información. Por otra parte, de las tres patentes logradas en el periodo de 2016 a 2020, una se derivó de la coyuntura entre Sistemas de Cómputo e Inteligencia Artificial.

Finalmente, de las 22 tesis de doctorado producidas, sólo una se derivó de la articulación entre Sistemas de Cómputo y Sistemas de Información.

Por otra parte, seis de los 17 proyectos vigentes entre 2016 y 2020 contaron con la participación de miembros del NA que están asociados a diferentes LGAC. En tres de estos proyectos que tienen incidencia en el sector Salud, colaboran dos investigadores asociados a Sistemas de Cómputo y/o a Teoría de la Computación. Respecto a los proyectos que se inscriben en el sector Educativo, en uno de ellos participaron dos miembros del NA asociados a Inteligencia Artificial, Sistemas de Información y/o Sistemas de Cómputo y en el otro proyecto participaron tres profesores asociados a las últimas dos LGAC mencionadas. Finalmente, en un proyecto que tiene incidencia en el sector Productivo coincidieron tres investigadores asociados a algunas de las cuatro LGAC de nuestro programa de posgrado, i.e., las cuatro LGAC están representadas en este proyecto.

### **Colaboraciones con instituciones académicas, asociaciones civiles, hospitales e industria**

Asimismo, hemos hecho colaboraciones con profesores de otras instituciones para realizar proyectos de investigación o bien para codirigir trabajos de tesis, cuando se requieren los conocimientos de un especialista en una subárea de las Ciencias de la Computación que no está comprendida en las LGAC del programa de posgrado.

Mediante proyectos financiados por fondos públicos, hemos resuelto problemas científicos y tecnológicos que atañen los sectores Educativo y de la Salud Pública. Asimismo, hemos solucionado problemas prácticos del sector Productivo, colaborando con Knowledge and Capital, S.A. de C.V. y con otra empresa de renombre internacional (se prefiere mantener el anonimato).

Algunos proyectos de investigación también han requerido la participación de escuelas y hospitales, así como de especialistas en otras disciplinas como Pedagogía y Psicología. Estas colaboraciones nos han permitido conocer mejor algunos métodos, obtener datos médicos y realizar pruebas de sistemas de software. De esta manera, se han logrado dos trabajos interesantes:

- Applacovid es una aplicación resultante del proyecto titulado “*Sistema descentralizado para detectar zonas de riesgo y contacto con personas confirmadas con COVID-19 protegiendo la privacidad de los participantes*”. Este proyecto fue financiado por el programa “Apoyo para proyectos de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación en salud ante la contingencia por COVID-19”.
- Chatbot es un sistema de software producto del proyecto de investigación titulado “Desarrollo de un chatbot inteligente para asistir el proceso de enseñanza/aprendizaje en temas educativos y tecnológicos”. Este proyecto fue financiado por el programa Fondo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico del CINVESTAV-IPN. Este chatbot está en proceso de pruebas (detenidas por el momento a causa de la pandemia) con estudiantes y docentes del Instituto de

Educación Media Superior de la CDMX, Plantel Vasco de Quiroga. Asimismo, este proyecto cuenta con la participación de la Psicóloga Rosario Melina Sánchez Adame (C.P. 12129672).

Algunos miembros del NA ha colaborado con diversas instituciones académicas nacionales para realizar actividades de divulgación de la ciencia en foros multidisciplinarios. Entre estas instituciones se encuentran las siguientes: Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad de Colima, Instituto Tecnológico de Pachuca, UAM-Azcapotzalco, Universidad Autónoma de Querétaro, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Universidad Juárez del Estado de Durango, Universidad Autónoma de Morelos e Instituto de Ingenieros Electrónicos y Eléctricos de Morelos A.C. La finalidad de estos foros es hacer converger las Ciencias de la Computación con otras áreas, como Administración, Arquitectura, Educación, Física, Matemáticas, así como Ingenierías Automotriz, Civil, Eléctrica, Electrónica y Mecatrónica. Incluso, se impartió una plática en las instalaciones de la Agencia Espacial Mexicana.

En el marco del Seminario de Investigación, nuestros estudiantes de doctorado hicieron una serie de actividades de divulgación de su trabajo de investigación, con la finalidad de despertar el interés de jóvenes estudiantes en ciencia y tecnología. Estas actividades incluyeron la creación de una caricatura de su proyecto doctoral, entrevistas entre estudiantes sobre sus trabajos investigación y exposición de sus temas de tesis en formato de divulgación. Todas estas actividades fueron difundidas en redes sociales y las dos últimas quedaron grabadas en videos accesibles desde la página del programa de posgrado.

Nuestros egresados han participado en escuelas, conferencias y seminarios organizados por la Facultad de Ciencias de la UNAM, ESCOM-IPN, INAOE y el Centro Nacional de Capacitación Universitaria (sólo por citar a algunos), impartiendo pláticas de sus investigaciones en formato de divulgación. También, nuestros egresados han impartido cursos destinados a estudiantes de licenciatura en ESCOM-IPN y de posgrado en la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño de la Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada.

Algunos miembros del NA ha publicado algunos artículos relacionados con áreas como Física, Química y Físico-Química, gracias a las colaboraciones establecidas con colegas del Departamento de Química de la UAM Unidad Iztapalapa, Facultad de Química de la UNAM y Departamento de Química del CINVESTAV-IPN.

Finalmente, en el marco de dos proyectos que tienen incidencia en el sector de la Salud Pública y que involucran diversas áreas del conocimiento, se han establecido colaboraciones con el Centro Médico Nacional “20 de Noviembre” ISSSTE y con otros departamentos de nuestra institución, como son Patología Experimental, LANGEBIO, Biotecnología y Bioingeniería, Infectómica y Patogénesis Molecular, Biomedicina Molecular, Ingeniería Biomédica, Biomedicina Molecular, Fisiología, Biofísica y Neurociencias, Paleogenómica, así como el Programa del Doctorado Transdisciplinario.

### **Medios de Verificación 10.1**

- Documento descriptivo: Actividades de colaboración social más relevantes que tiene el programa de posgrado con los sectores de la sociedad
- Convenios de proyectos
- Primera página de publicaciones en las áreas de Física y Físico-Química
- Cartas de intención
- Reconocimientos por la participación en foros multidisciplinarios para la divulgación de la ciencia
- Evidencias de movilidad académica por cursos (actas)

### **Medios de Verificación 10.2**

- Documento descriptivo con evidencias: Principales productos derivados de la colaboración en la aplicación e incidencia para la solución de problemas sociales y científicos

### **Medios de Verificación 10.3**

- Documento descriptivo con evidencias: Actividades de comunicación y difusión de resultados de investigación que han participado estudiantes y personas que egresaron

### **Medios de Verificación 10.4**

- Documento descriptivo: Actores sociales, institucionales, académicos y productivos con los que interactúa el posgrado
- Evidencias de actores involucrados en la resolución de problemas científicos o tecnológicos (cartas de intención)
- Evidencias de actores involucrados en la resolución de problemas prácticos (convenios de proyectos)
- Evidencias de actores involucrados en la publicación de resultados (primera página de artículos)
- Evidencias de actores involucrados en la difusión de la ciencia en foros multidisciplinarios (reconocimientos)
- Evidencias de actores involucrados en la movilidad académica por cursos (actas)