

UNIVERSIDAD VERACRUZANA



DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

Plan de estudios 2023

| Datos generales | |
|---------------------------------|---|
| Institución que lo propone | Universidad Veracruzana |
| Entidad de adscripción y región | Facultad de Estadística e Informática Región Xalapa |
| Grado que se otorga | Doctor en Ciencias de la Computación Doctora en Ciencias de la Computación |
| Orientación | Investigación |
| Duración | Cuatro años (ocho semestres) |
| Modalidad | Escolarizado |
| Total de créditos | 200 |

Índice

| | Página |
|---|---------------|
| I Justificación | 3 |
| II Fundamentación Académica | 23 |
| III Objetivos Curriculares | 27 |
| IV Recursos Humanos, Materiales y de Infraestructura Académica | 28 |
| V Perfil del Alumno y Requisitos de Ingreso | 33 |
| VI Perfil y Requisitos de Permanencia, Egreso y Titulación | 35 |
| VII Perfil del Académico | 37 |
| VIII Diseño Curricular | 42 |
| IX Duración de los Estudios | 49 |
| X Descripción del Reconocimiento Académico | 49 |
| XI Referencias Bibliográficas | 49 |
| XII ANEXOS | |
| A. Programas de Estudio | 52 |
| B. Plan de Autoevaluación Anual | 132 |
| C. Plan de Mejora | 135 |

I. JUSTIFICACIÓN

La Computación puede definirse como cualquier actividad que involucre el uso, beneficio o creación de computadoras (ACM, 2005). Esto incluye la creación de sistemas de hardware y software para diferentes propósitos, que incluyen el apoyo a procesos educativos, la atención a la salud, el análisis de datos científicos, por mencionar algunas. La Computación ha influenciado el progreso humano en múltiples áreas del conocimiento y seguirá siendo una fuente de oportunidades de desarrollo profesional.

La Computación ha experimentado un rápido crecimiento, pasando de ser considerada como una sola disciplina a ser una familia de disciplinas, entre las que destacan la Ingeniería Computacional, los Sistemas de Información, las Tecnologías de la Información y las Ciencias de la Computación. El programa educativo que se presenta en este documento, el Doctorado en Ciencias de la Computación (DCC) de la Universidad Veracruzana, se enfoca en las Ciencias de la Computación que se centran en los fundamentos teóricos y algorítmicos de la Computación, así como en la creación de nuevas formas de utilizar las computadoras. Las áreas de interés específico de este programa son el Cómputo Centrado en la Persona, la Ingeniería de Software y las Metodologías de Cómputo. Cabe señalar que este es el tercer plan de estudios de este programa, pasando por los planes 2012 y 2017, y que se ha adaptado a los avances en la disciplina central y al entorno en el que se ofrece el programa.

En los siguientes apartados se presenta la justificación del programa educativo, su fundamentación académica, sus objetivos, su perfil de ingreso y egreso y su diseño curricular.

Pertinencia social

La pertinencia social de un programa educativo trasciende la formación de sus egresados siendo un reflejo del compromiso de la institución educativa con las necesidades de la sociedad a la que responde. En las sociedades contemporáneas, sus integrantes están cada vez más interconectados, dependiendo en gran medida de la tecnología para realizar sus actividades. El área de la Computación ofrece herramientas para el desarrollo e innovación y es un catalizador de cambios significativos en las sociedades. Desde esta perspectiva, el Doctorado en Ciencias de la Computación (DCC) de la Universidad Veracruzana nace en 2012 de las necesidades del Estado de Veracruz, de la región Sur-sureste del país y de México en su totalidad, y se alinea hacia el futuro con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de la ONU, así como con el Plan Nacional de Desarrollo y los Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES), particularmente en lo que respecta a la innovación y la infraestructura. En el Doctorado en Ciencias de la Computación se forman no solo individuos de alta calidad académica, dedicados a la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) de tecnología, sino también

ciudadanos conscientes de su papel transformador en el tejido de la sociedad, capaces de identificar y responder a los desafíos sociales mediante la tecnología contribuyendo significativamente al bienestar y desarrollo del estado de Veracruz y de México.

El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND, 2019) identifica que México enfrenta retos con una intersección en el ámbito digital y tecnológico. La persistente brecha digital en zonas rurales restringe el acceso a información y oportunidades educativas. Paralelamente, las instituciones y empresas nacionales se integran a una economía global que se inclina hacia la dependencia tecnológica. Además, problemas como la marginación, la exclusión, el acceso a servicios básicos, como la salud y la educación, los desafíos medioambientales como el calentamiento global, la transparencia institucional, la inclusión ciudadana en procesos democráticos y la democratización política, social y cultural, emergen como temas vitales que demandan soluciones tecnológicas innovadoras.

Dada la firme determinación de formar recursos humanos de alta calidad en Ciencias de la Computación, se espera que sus egresados asuman roles destacados en áreas de investigación, desarrollo e innovación no solo en Veracruz y la región Sur, sino también a nivel nacional. Estos individuos estarán capacitados para encabezar el desarrollo de tecnologías adaptadas a las necesidades sociales, contribuyendo directamente a objetivos como la reducción de desigualdades y la promoción de comunidades sostenibles, reduciendo la dependencia tecnológica del exterior. Por ejemplo, revolucionando la gestión pública en Veracruz a través de sistemas de información avanzados, garantizando mayor transparencia y eficiencia. En otros casos, liderando la fundación de empresas tecnológicas de I+D+i que se integren a cadenas de valor estratégicas y potenciando el crecimiento económico mexicano. Su formación les posicionará favorablemente tanto en un ámbito nacional e internacional, permitiéndoles sobresalir en investigación, innovación y en la resolución de desafíos sociales desde un enfoque tecnológico.

El DCC, además de estar alineado con políticas institucionales, también se encuentra alineado con marcos estratégicos nacionales como los PRONACES, los cuales están dentro de la misión del CONAHCYT como iniciativas prioritarias. Éstos funcionan como una plataforma de apoyo, procurando el fortalecimiento de infraestructura y recursos para que las comunidades académicas puedan abordar retos a nivel nacional en lo que respecta a seguridad, alimentación, salud, educación, protección de la vida, ambiente y ecosistemas, acceso al agua en calidad y cantidad, vida rural digna y productiva, protección a migrantes, preservación de la vida democrática en una sociedad compleja, entre otras (García-Barrios, s.f.). La vinculación del programa con dichos esfuerzos refuerza un compromiso con la excelencia y pertinencia, garantizando que el doctorado sea una pieza clave en la evolución tecnológica y científica de México en este momento crucial de transformación.

El DCC va más allá de la mera formación técnica y académica. Se busca un compromiso con una formación ética y responsable, que se alinea con los ODS y PRONACES relativos a la acción por el clima, vida de ecosistemas, y paz, justicia e

instituciones sólidas, garantizando investigaciones y desarrollos tecnológicos inclusivos, equitativos y que respeten la dignidad de todos. Paralelamente, nuestra preocupación por la sustentabilidad se refleja en la promoción de tecnologías amigables con el medio ambiente, proyectos que atiendan problemáticas ecológicas y la formación de profesionales conscientes de su impacto y responsabilidad en el mundo.

En breve el DCC, más que un programa académico, es una manifestación del compromiso con la excelencia, la relevancia nacional y una visión de futuro sostenible y respetuosa con los derechos de todos. En el cruce de la tecnología con la ética y la responsabilidad social, formamos expertos listos para enfrentar los desafíos del mañana, contribuyendo activamente al bienestar y progreso de nuestra sociedad.

El campo profesional y el mercado laboral

Estudio de aspirantes potenciales

Para sustentar la necesidad percibida en la generación y aplicación del conocimiento hacia el desarrollo de tecnología propia, se realizó un análisis de mercado de aspirantes potenciales con base en la información del ciclo escolar 2021-2022 de los programas de Posgrado por Institución de la Secretaría de Educación Pública (SEP), tomando información del Anuario Estadístico de Educación Superior de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES, 2022), y principalmente mediante el análisis de registros de eventuales aspirantes que se apersonaron a la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana solicitando información sobre programas de Doctorado en Ciencias de la Computación, a través del levantamiento de encuestas.

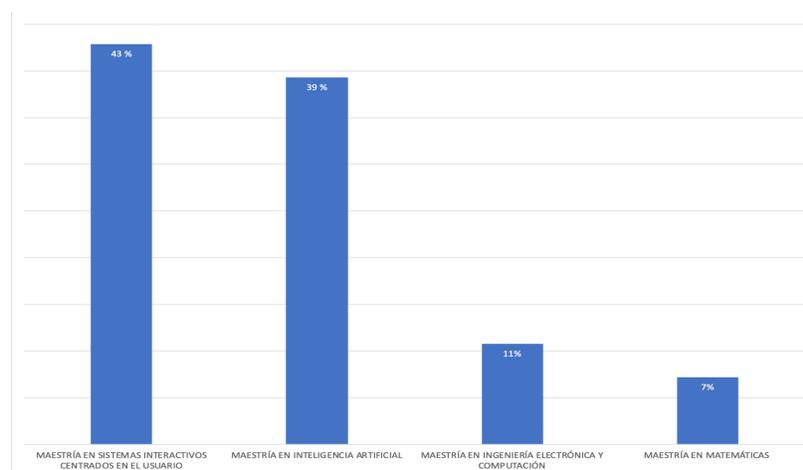


Figura 1. Aspirantes potenciales: estudiantes en maestrías de la UV afines a las Ciencias de la Computación

La Figura 1 muestra un primer grupo de posibles aspirantes, que son estudiantes de la propia Universidad Veracruzana que en la actualidad están cursando sus estudios de maestría en alguno de los programas de posgrado afín, o que tengan relación con las Ciencias de la Computación. De un total de 56 posibles aspirantes, se observa que la mayor cantidad de éstos se tiene en la Maestría en Sistemas Interactivos Centrados en el Usuario y Maestría en Inteligencia Artificial, con 43% y 39%, respectivamente. Otro grupo importante se presenta en las maestrías en ingeniería electrónica y computación que representa el 11% y la maestría en matemáticas el 7%.

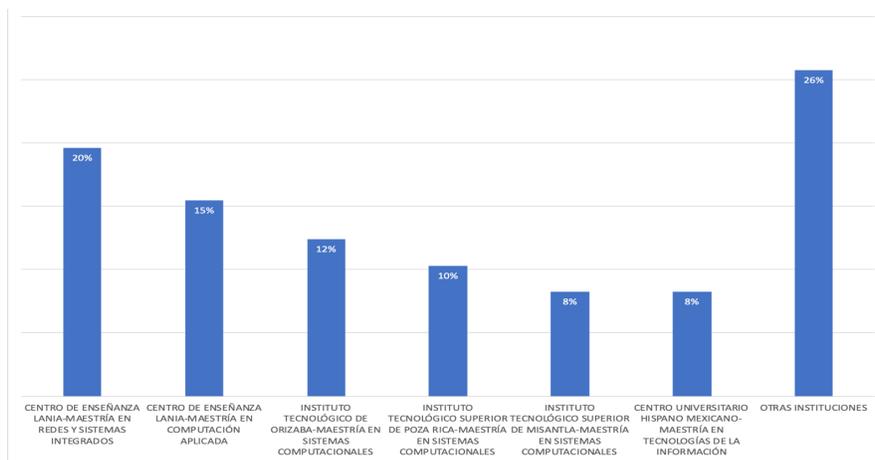


Figura 2. Aspirantes potenciales: egresados de otras instituciones públicas y privadas del estado de Veracruz.

Otro grupo de interés son egresados de maestrías de otras Instituciones Públicas y Privadas del Estado de Veracruz, que en total suman 97 en 2021-2022. De éstos (véase Figura 2), el 20% son de la Maestría en Redes y Sistemas Integrados del Centro de enseñanza LANIA; el 15% de la Maestría en Computación Aplicada del mismo centro; el 12% de la maestría en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Orizaba; el 10% de la Maestría en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica; el 8% de la Maestría en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Misantla; el 8% de la Maestría en Tecnologías de la Información del Centro Universitario Hispano Mexicano y el 26% restante de maestrías de otras instituciones (Universidad Cristóbal Colón, Universidad Atenas Veracruzana, Universidad Euro Hispanoamericana, Instituto Tecnológico Superior de Xalapa, Universidad CEUNICO).

Finalmente, otro grupo de interés son los estudiantes vigentes de otras Instituciones Públicas y Privadas del Estado de Veracruz, que suman en total 222 en 2021-2022. De estos (véase Figura 3), 27% son de la Maestría en Ingeniería y Desarrollo de Software del Instituto Universitario Veracruzano; el 15% de la Maestría en Computación Aplicada del Centro de enseñanza LANIA; el 13% de la Maestría en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Orizaba; el 10% de la Maestría en Redes y Sistemas Integrados del Centro de enseñanza LANIA; otro 10% de la Maestría en Redes y Telecomunicaciones de la Universidad Atenas Veracruzana; el 7% de la Maestría en Sistemas Computacionales del Instituto

Tecnológico Superior de Misantla; el 7% de la Maestría en Sistemas Computacionales el Instituto Tecnológico Superior de Xalapa y el 10% restante de maestrías en otras instituciones (Instituto Tecnológico Superior de Alvarado, Centro Universitario Hispano Mexicano, Universidad Euro Hispanoamericana, Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica).

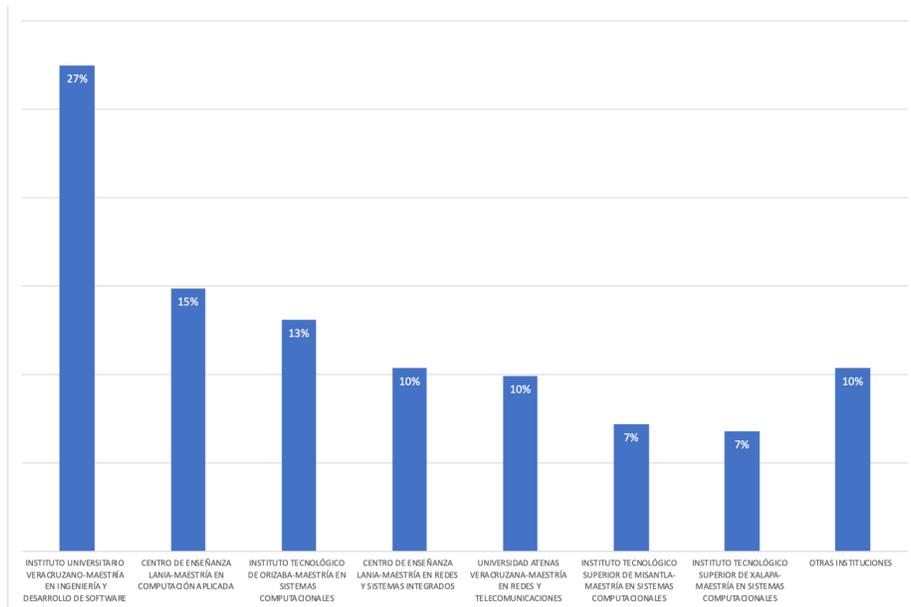


Figura 3. Aspirantes potenciales: estudiantes de otras instituciones públicas y privadas del estado de Veracruz.

Áreas de interés de estudiantes potenciales

Por otro lado, para crear el perfil de aquellos estudiantes que se consideran no solamente potenciales, sino que se ajustan a los intereses del programa doctoral, se hizo un análisis de los registros de 17 aspirantes que se apersonaron a la Facultad de Estadística e Informática de la UV durante el 2022 y 2023 solicitando información sobre el DCC. Así, se identificaron como principales áreas de interés de los aspirantes: TIC en Educación, IA, IHC, Cómputo centrado en la persona, Big Data, Generación Automática de Aplicaciones, Aplicaciones médicas e Ingeniería de Software, por mencionar los más citados. La Figura 4 muestra la agrupación de dichos temas según el Sistema de Clasificación de la ACM. Estos temas reflejan la posibilidad de definir un contenido de valor que logre atraerlos, de modo que se pueda convertir a los visitantes en estudiantes potenciales del programa doctoral.

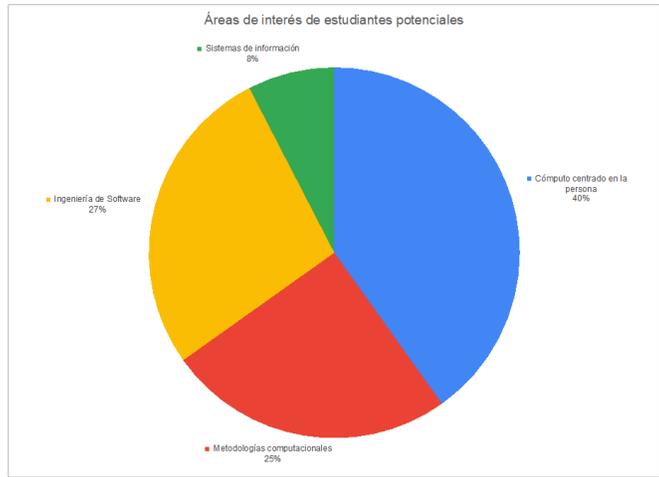


Figura 4. Áreas de interés de estudiantes potenciales por grupo de la ACM

Se analizó también la actividad actual y la disponibilidad de tiempo de éstos con el fin de determinar la demanda y el potencial de los candidatos a cursar el programa de doctorado. Se observó que el 41% están empleados, al igual que los que estudian (41%), el 6% son independientes y el 12% son desempleados (véase Figura 5).

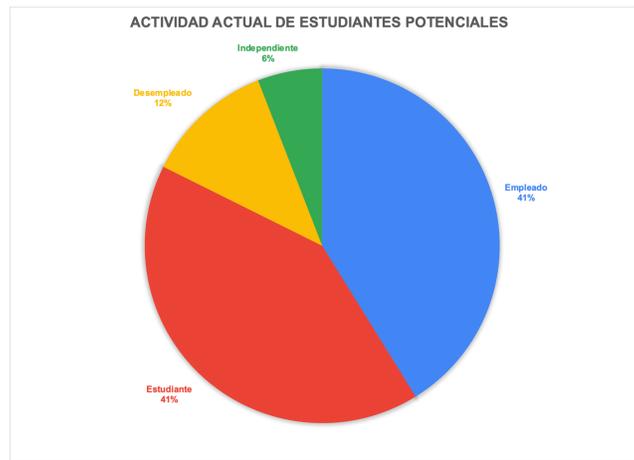


Figura 5. Actividad actual de estudiantes potenciales.

Por otro lado, sobre la disponibilidad de tiempo para realizar los estudios de doctorado, en menor cantidad los aspirantes mencionaron tener la necesidad de tiempo flexible (12%) y en mayor proporción no tienen problemas con una dedicación a tiempo completo (88%) (véase Figura 6).

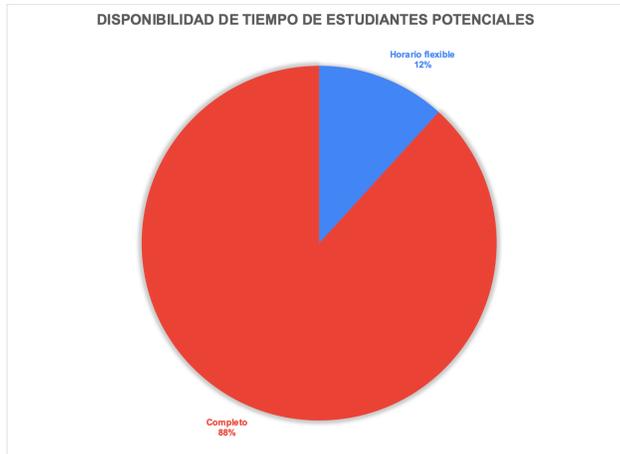


Figura 6. Disponibilidad de tiempo de estudiantes potenciales.

Áreas de interés del personal académico

Otro estudio realizado fue el análisis de las áreas de generación y aplicación de conocimiento del personal académico del Doctorado en Ciencias de la Computación. Cabe destacar que para todos los integrantes del Núcleo Académico Básico que son en total 11 investigadores con grado de doctor, la función más importante es la de formar recursos humanos de excelencia académica en el posgrado, acorde a los niveles de calidad y competitividad. Se identificaron como principales áreas de interés IA, IHC, Big Data, Ingeniería de Software, Sistemas Colaborativos, TIC en Educación, UX, Sistemas Distribuidos, los cuales fueron agrupados según el Sistema de Clasificación de la ACM (véase Figura 7). Es importante mencionar que algunos investigadores indicaron tener más de un área de interés.

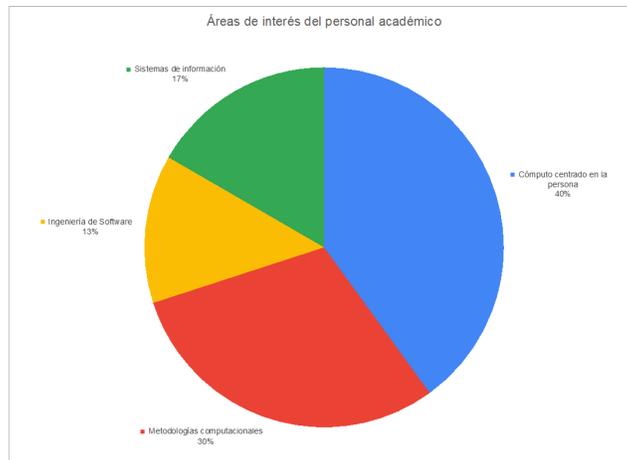


Figura 7. Áreas de interés del personal académico del DCC agrupados según la ACM

La labor realizada por el Núcleo Académico Básico del doctorado se verá reflejada con la formación de egresados con conocimientos sólidos, experiencia y creatividad, para dirigir investigación científica, generar publicaciones con impacto internacional,

así como participar en la generación de soluciones innovadoras a problemas científicos y tecnológicos. Es importante destacar que uno de los componentes claves en la formación de los doctores en Ciencias de la Computación será la generación y aplicación de conocimiento, logrados por medio de la combinación de Experiencias Educativas, el estricto trabajo de tesis de investigación y la supervisión de los investigadores en el área de su especialidad.

Estudio de empleadores

Para crear el perfil de empleadores se hizo un análisis con base en los registros de egresados del programa de Doctorado en Ciencias de la Computación que se apersonaron a la Facultad de Estadística e Informática de la UV durante el 2022 y 2023 a los que se les solicitó información sobre su experiencia en el campo laboral. Así, se tienen 10 registros reportados.

Con base en lo anterior, en la Figura 8 se muestra una distribución de la demografía de empleadores de egresados. Se observa que un amplio número de la muestra se ubica en la educación pública específicamente en la Universidad Veracruzana (62%), otro tanto en la Industria de Tecnologías de la Información (13%) y finalmente otro grupo en la educación privada (15%). Por lo tanto, en la educación pública es donde se encuentra un mayor movimiento para ser empleado.

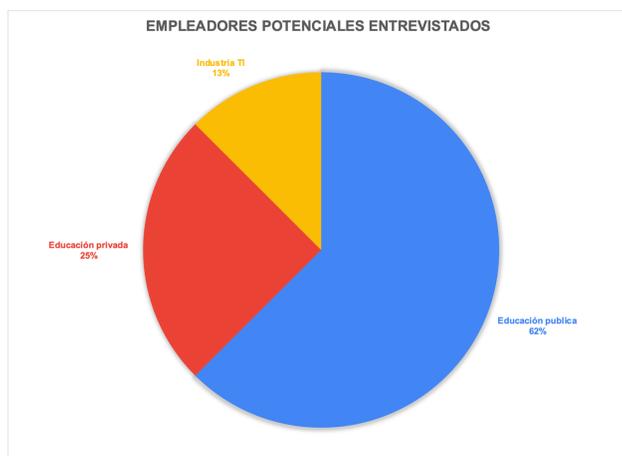


Figura 8. Empleadores potenciales entrevistados por sector.

La pertinencia de ocupación de personal especializado con grado de Doctor en Ciencias de la Computación se amplía con el paso de los años, no solo en los sectores de Educación, sino también en Industria manufacturera y de Tecnologías de Información, así como en Comercio y Servicios. Entre los profesionales de la informática de manera general según la CEPAL en el 2020 (CEPAL, 2020) (véase Figura 9), el 54% se dedicaba al desarrollo y análisis de software, mientras que el 6% trabajaba como administrador de bases de datos y redes informáticas, el 30% se encargaba de la instalación de redes, equipos y sistemas informáticos, y el 10,1% de la instalación de equipos electrónicos y de telecomunicaciones (CEPAL, 2020).

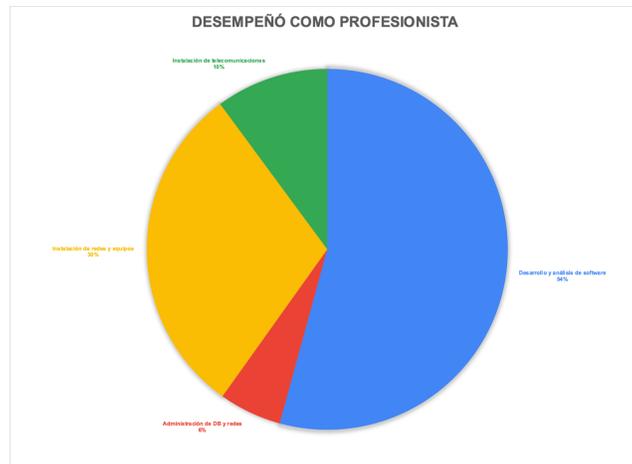


Figura 9. Campo laboral CEPAL 2020.

Por tanto, la tarea fundamental de formar doctores en Ciencias de la Computación es una consecuencia de las transformaciones económicas, sociales y tecnológicas que ocurren en el país y en el mundo. Por lo que, con base en las tendencias de los mercados laborales actuales nuestros egresados podrán desempeñarse realizando: a) labores de investigación en institutos o centros de investigación, b) enseñanza en Instituciones de Educación Superior pública y privada, c) labores de asesoría especializada en el sector productivo, d) consultoría para asuntos específicos con particulares, organizaciones no gubernamentales, entre otros, y e) dirección de todo tipo de instituciones que generen conocimiento científico-tecnológico, como departamentos de investigación y desarrollo de empresas o instituciones que requieran para su operación eficiente de las más altas calificaciones académicas en materia de Ciencias de la Computación.

Oferta educativa internacional y nacional

Oferta educativa nacional

Con relación a los programas de doctorado en Ciencias de la Computación y áreas relacionadas en nuestro país, se han reconocido un total de 38 programas afiliados al Sistema Nacional de Posgrados (SNP) del CONAHCYT (2023). La Tabla 1 lista los programas, la institución que la oferta y la entidad federativa donde está ubicada.

| | Programa | Institución | Entidad |
|---|---|--|-----------------|
| 1 | DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA | TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO (AGUASCALIENTES) | AGUASCALIENTES |
| 2 | DOCTORADO EN CIENCIAS EN CIENCIA DE DATOS | INFOTEC CENTRO DE INVESTIGACION E INNOVACION EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION Y COMUNICACION | AGUASCALIENTES |
| 3 | DOCTORADO EN CIENCIAS EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN | CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA. | BAJA CALIFORNIA |
| 4 | DOCTORADO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA | UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA | BAJA CALIFORNIA |
| 5 | DOCTORADO EN CIENCIAS EN COMPUTACIÓN | TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO (TIJUANA) | BAJA CALIFORNIA |

| | | | |
|----|--|---|------------------|
| 6 | DOCTORADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE LA COMPUTACIÓN | UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO | CDMX |
| 7 | DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN | INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL | CDMX |
| 8 | DOCTORADO EN CIENCIAS EN COMPUTACIÓN | CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL. | CDMX |
| 9 | DOCTORADO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN | UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA | CDMX |
| 10 | DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN | UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO | ESTADO DE MÉXICO |
| 11 | DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA | TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO (TLANEPLANTA) | ESTADO DE MÉXICO |
| 12 | DOCTORADO EN CIENCIAS | CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS AC | GUANAJUATO |
| 13 | DOCTORADO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS AVANZADAS | UNIVERSIDAD POLITECNICA DE PACHUCA | HIDALGO |
| 14 | DOCTORADO EN CIENCIAS COMPUTACIONALES | UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE HIDALGO | HIDALGO |
| 15 | DOCTORADO EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN | UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA | JALISCO |
| 16 | DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA | INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE AC | JALISCO |
| 17 | DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA ELECTRÓNICA Y LA COMPUTACIÓN | UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA | JALISCO |
| 18 | DOCTORADO EN CIENCIAS EN INTELIGENCIA COMPUTACIONAL | UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA | JALISCO |
| 19 | DOCTORADO EN INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS | UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MORELOS | MORELOS |
| 20 | DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN | TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO | MORELOS |
| 21 | DOCTORADO EN CIENCIAS DE INGENIERÍA | INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY | NUEVO LEON |
| 22 | DOCTORADO EN CIENCIAS COMPUTACIONALES | INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY | NUEVO LEON |
| 23 | DOCTORADO EN INGENIERÍA CON ORIENTACIÓN EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN | UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON | NUEVO LEON |
| 24 | DOCTORADO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL | UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE LA MIXTECA | OAXACA |
| 25 | DOCTORADO EN CIENCIAS EN EL ÁREA DE CIENCIAS COMPUTACIONALES | INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFISICA OPTICA Y ELECTRONICA | PUEBLA |
| 26 | DOCTORADO EN SISTEMAS INTELIGENTES | FUNDACION UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA | PUEBLA |
| 27 | DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN | UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO | QUERETARO |
| 28 | DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN | UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI | SAN LUIS POTOSÍ |
| 29 | DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA | TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO (CULIACAN) | SINALOA |
| 30 | DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA | SONORA |
| 31 | DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN | UNIVERSIDAD JUAREZ AUTONOMA DE TABASCO | TABASCO |
| 32 | DOCTORADO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS COMPUTACIONALES | CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL. | TAMAULIPAS |
| 33 | DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN | UNIVERSIDAD AUTONOMA DE TAMAULIPAS | TAMAULIPAS |
| 34 | DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA | TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO (CIUDAD MADERO) | TAMAULIPAS |
| 35 | DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA | TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO (ORIZABA) | VERACRUZ |
| 36 | DOCTORADO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL | UNIVERSIDAD VERACRUZANA | VERACRUZ |
| 37 | DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA | INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR DE MISANTLA | VERACRUZ |

| | | | |
|----|--|-----------------------------------|-----------|
| 38 | DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA | UNIVERSIDAD AUTONOMA DE ZACATECAS | ZACATECAS |
|----|--|-----------------------------------|-----------|

Tabla 1. Doctorados en Computación o afines en el SNP

De los 38 programas en computación del SNP, 26% son programas relacionados con las Tecnologías de la Información, Inteligencia Artificial y Ciencias de Datos, 38% son posgrados centrados en Ciencias Computacionales y 36% conciernen a las Ciencias en Ingeniería que abordan Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) con temáticas en computación, véase Figura 10.

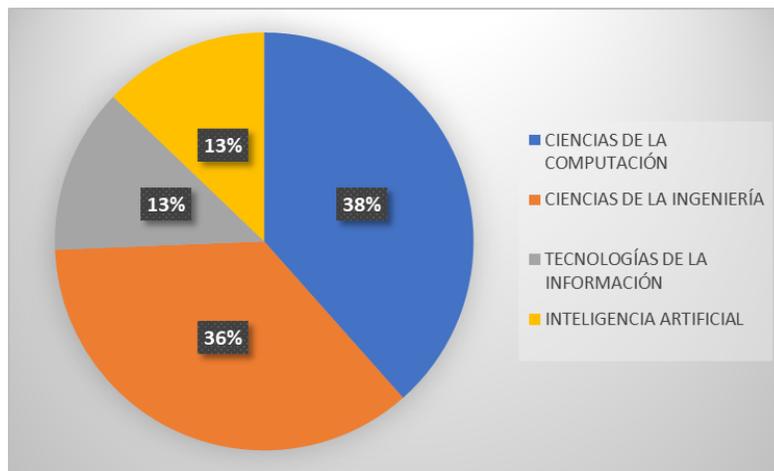


Figura 10. Programas de doctorado en computación

En cuanto a la distribución de los programas de doctorado en computación por entidad federativa, en la Figura 11 se puede observar que la región centro, occidente y noroeste del país concentra la mayoría de los programas. Respecto a la región sur oriente, el estado de Veracruz cuenta con un mayor número de instituciones que ofertan programas en computación pertenecientes al SNP.

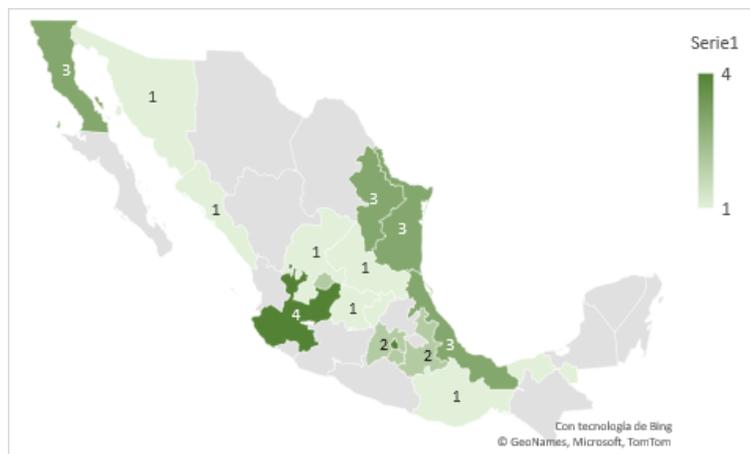


Figura 11. Número doctorados en Computación en el SNP por entidades

Excluyendo el programa de Doctorado en Ciencias de la Computación de la Universidad Veracruzana (UV), seis programas de doctorado reportados en el padrón de SNP son ofertados por instituciones del sur oriente del país: uno en Oaxaca, Doctorado en Inteligencia Artificial por la Universidad Tecnológica de la Mixteca; dos en Puebla, el Doctorado en Ciencias en el área de ciencias computacionales por el INAOE y Doctorado en Sistemas Inteligentes de la UDLAP; y tres en Veracruz, el Doctorado en Ciencias de la Ingeniería ofertados por el Tecnológico Nacional de México campus Orizaba y el Instituto Tecnológico Superior de Misantla y el Doctorado en Inteligencia Artificial por la UV.

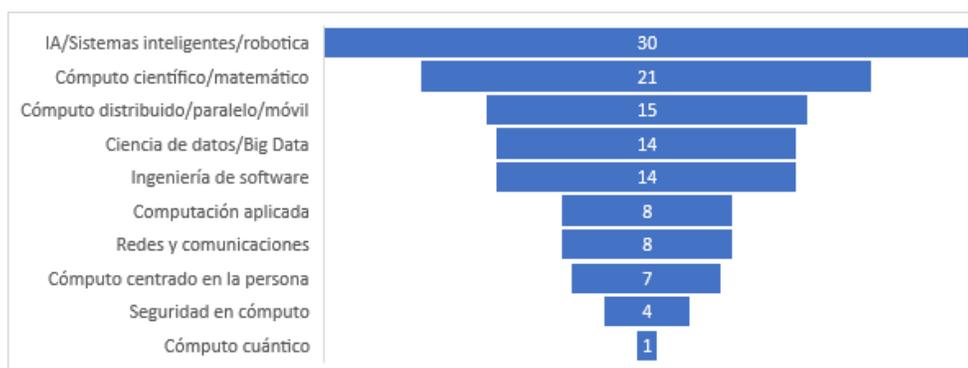


Figura 12. Distribución de las áreas temáticas identificadas de las LGAC de los doctorados en computación del SNP

Con relación a las líneas de Generación y Aplicación de Conocimiento (LGAC) de los posgrados nacionales son variadas y diversas. La amplitud de estas LGAC se extiende desde campos esenciales, como la Teoría de la Computación y los Métodos Formales, disciplinas promovidas en instituciones como la UNAM, CINVESTAV y la UAEM, hasta aspectos prácticos, como la Ciencia de Datos y las Tecnologías Aplicadas a la Educación, temáticas desarrolladas en el INFOTEC y la Universidad de Guadalajara, por mencionar solo algunos ejemplos. Concerniente a las áreas temáticas generales abordadas por los programas de doctorado en computación revisados, 79% aborda temas referentes a la inteligencia artificial, sistemas inteligentes, robótica, visión y cómputo cognitivo, así como los métodos algoritmos utilizados para dichos propósitos; 55% abordan temáticas de cómputo científico y matemático, 39% cómputo distribuido, paralelo y móvil; 37% ciencia de datos e ingeniería de software 21% se centran en temáticas de redes y resuelven problemas particulares a través de las ciencias computaciones (computación aplicada), tales como educación, medicina, datos biológicos; en cuanto a temas de redes y telecomunicaciones. En cuanto a temáticas relacionadas con el cómputo orientado a la persona, tan sólo 18% de los programas lo abordan, siendo el Doctorado en Ciencias de la Computación de la Universidad Veracruzana el primer programa en mayor trayectoria en dicho dominio. Finalmente, los temas de ciber seguridad y cómputo cuántico los menos abordados por los programas revisados. La Figura 12, muestra el número de áreas temáticas identificadas de las LGAC.

Oferta educativa internacional

De acuerdo con KeyStone Education Group (2023), existen registros de 150 programas doctorales en Ciencias de la Computación y temas afines en Estados Unidos, Reino Unido y otros países de Europa. En cuanto a Centro y Sudamérica se han identificado 50, de los cuales, 25 (50%) se encuentran en Brasil. Esto de acuerdo con la Coordinadora de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), organismo brasileño bajo la autoridad del Ministerio de Educación. A nivel internacional, se identificaron 24 programas doctorales que tienen como línea de investigación principal el Cómputo Centrado en la Persona. Estos programas se listan en la Tabla 2. De estos programas, 12 se encuentran en el continente americano (50%), 9 en Europa (38%), 2 en Asia (8%), y 1 en Oceanía (4%). De los 10 programas en América, 9 de ellos están en Estados Unidos y 1 en Canadá, ninguno en Centro y Sudamérica.

| Universidad | País |
|---|----------------|
| Universidad de Colorado Boulder | Estados Unidos |
| Instituto Tecnológico de Georgia | Estados Unidos |
| Universidad de Pittsburgh | Estados Unidos |
| Universidad de Florida | Estados Unidos |
| Universidad Tecnológica de Michigan | Estados Unidos |
| Universidad de Indiana - Universidad Purdue | Estados Unidos |
| Universidad de Maryland | Estados Unidos |
| Universidad del Noreste | Estados Unidos |
| Universidad Clemson | Estados Unidos |
| Universidad Carnegie Mellon | Estados Unidos |
| Instituto de Tecnología de Rochester – Nueva York | Estados Unidos |
| Universidad de York | Canadá |
| Instituto Tecnológico de Dundalk | Irlanda |
| Universidad Libre de Berlín | Alemania |
| Universidad Abierta | Reino Unido |
| Universidad de Warwick | Reino Unido |
| Universidad de Cambridge | Reino Unido |
| Universidad de Oxford | Reino Unido |
| Universidad de Cardiff | Reino Unido |
| Universidad de Copenhague | Dinamarca |
| Universidad de Hamburgo | Alemania |
| Universidad Nacional Tsing Hua y Cheng Chi | Taiwán |
| Universidad Nacional de Seúl | Corea del Sur |
| Universidad Nacional Australiana | Australia |

Tabla 2. Universidades con programas doctorales en Cómputo Centrado en la Persona

Por otra parte, se encontraron más de 50 programas doctorales en áreas de inteligencia artificial (IA), que van desde el procesamiento de lenguaje natural,

robótica, cómputo cognitivo y visión artificial, hasta líneas transversales como aprendizaje automático y métodos algorítmicos. La Tabla 3 muestra un listado de 44 universidades que ofrecen este tipo de programas, algunas ofrecen más de un programa especializado en IA, tales como la Universidad de Inteligencia Artificial Mahamed bin Zayed, Universidad de California, Michigan, entre otras. En cuanto a distribución geográfica, 48% se encuentra en Norte América, 39% en Europa, 9% en Asia y 5% en Oceanía.

| Universidad | País |
|--|------------------------|
| Universidad Tecnológica de Sídney | Australia |
| Universidad Tecnológica de Viena | Austria |
| Universidad McGill | Canadá |
| Universidad de Waterloo | Canadá |
| Universidad de Inteligencia Artificial Mahamed bin Zayed | Emiratos Árabes Unidos |
| Universidad Politécnica de Cataluña | España |
| Universidad de Arizona | Estados Unidos |
| Universidad de Pittsburgh | Estados Unidos |
| Universidad de Arizona | Estados Unidos |
| Universidad Cornell | Estados Unidos |
| Universidad de Florida | Estados Unidos |
| Universidad de Colorado | Estados Unidos |
| Universidad de Michigan | Estados Unidos |
| Universidad de Oregón | Estados Unidos |
| Universidad de California | Estados Unidos |
| Universidad de Maryland | Estados Unidos |
| Instituto Tecnológico de Georgia | Estados Unidos |
| Universidad de Clemson | Estados Unidos |
| Universidad Tufts | Estados Unidos |
| Instituto Tecnológico de Rochester | Estados Unidos |
| Universidad Católica de América | Estados Unidos |
| Universidad de Washington | Estados Unidos |
| Universidad de Maine | Estados Unidos |
| Instituto Tecnológico de Michigan | Estados Unidos |
| Universidad de Kentucky | Estados Unidos |
| Politécnico de Torino | Italia |
| Universidad de Pisa | Italia |
| Universidad de Tohoku | Japón |
| Universidad Nazarbayev | Kazakstán |
| Universidad Técnica Vilnius Gedminas | Lituania |
| Universidad de Wellington | Nueva Zelanda |
| Universidad de Twente | Países Bajos |
| Universidad Tecnológica de Eindhoven | Países Bajos |
| Universidad de Bristol | Reino Unido |

| | |
|-----------------------------------|-------------|
| Universidad Essex | Reino Unido |
| Universidad de Surrey | Reino Unido |
| Universidad de Londres Queen Mary | Reino Unido |
| Universidad College London | Reino Unido |
| Universidad de Edimburgo | Reino Unido |
| Universidad de Leeds | Reino Unido |
| Universidad de Exeter | Reino Unido |
| Universidad de Essex | Reino Unido |
| Universidad de East London | Reino Unido |
| Universidad Bogazici | Turquía |

Tabla 3. Universidades con programas doctorales en Inteligencia Artificial

Finalmente, se encontraron 23 programas doctorales especializados en Ingeniería de Software (IS). La Tabla 4, muestra un listado de universidades que ofertan doctorados en IS. Las temáticas centrales van desde la gestión de bases de datos y arquitecturas de software, hasta temáticas de gestión de proyectos. En cuanto a distribución geográfica, La mayoría (65%) se encuentra en Norte América, 26% en Europa, 8% entre Asia y Oceanía.

| Universidad | País |
|--|----------------|
| Universidad de Tecnología de Sidney | Australia |
| Universidad de Colorado | Estados Unidos |
| Universidad del Estado de Dakota del Norte | Estados Unidos |
| Universidad de Cornell | Estados Unidos |
| Universidad Tecnológica de Michigan | Estados Unidos |
| Universidad de California | Estados Unidos |
| Universidad de Texas | Estados Unidos |
| Universidad de Maryland | Estados Unidos |
| Universidad Metodista del Sur | Estados Unidos |
| Universidad Temple | Estados Unidos |
| Universidad de Texas | Estados Unidos |
| Universidad de Carolina del Norte | Estados Unidos |
| Universidad de Minnesota | Estados Unidos |
| Universidad de Houston | Estados Unidos |
| Universidad del Estado de Washington | Estados Unidos |
| Instituto Tecnológico de Rochester | Estados Unidos |
| Universidad College Dublín | Irlanda |
| Instituto Tecnológico de Dundalk | Irlanda |
| Escuela para Estudios Avanzados Lucca | Italia |
| Universidad de Aveiro | Portugal |
| Universidad de Staffordshire | Reino Unido |
| Universidad de Edimburgo | Reino Unido |
| Universidad Kadir Has | Turquía |

Tabla 4. Universidades con programas doctorales en Ingeniería de Software

Marco legal del programa de posgrado

De acuerdo con lo que establecen las leyes vigentes en materia de educación (Ley General de Educación, 2019) y los aspectos jurídicos que rigen al país (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos), las universidades que gozan con el reconocimiento de su autonomía tendrán la facultad para gobernarse a sí mismas con lo cual es su responsabilidad, entre otras cosas, determinar los planes y programas de estudio (Art. 3 Constitucional, Fracción VII). Por su parte, en la Ley General de Educación reafirma este precepto en su artículo 49. De forma particular esta ley también resalta en su capítulo V, relativo al fomento de la investigación, la ciencia, las humanidades, la tecnología y la innovación, que el Estado garantizará y promoverá el desarrollo, la vinculación y la divulgación de la investigación científica para el beneficio social (Art. 52). Asimismo, en su Título Decimo hace referencia a la validez nacional e internacional que tendrán los grados académicos que expidan las instituciones del Sistema Educativo Nacional, para quienes hayan cumplido con los requisitos que establecen los planes y programas que correspondan (Art. 141). Con respecto al apoyo del estado para la formación en estudios de posgrado, la Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías E Innovación (LGMHCTI) (Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación, 2023) afirma que el estado garantizará el acceso universal a becas para posgrados en ciencias y humanidades, así como a los posgrados profesionalizantes (Art. 33, Fracción III), siendo menester del organismo que las otorga (el Consejo Nacional) ministrarlas directamente a los estudiantes beneficiarios (Art. 39).

Por su parte, de acuerdo con los lineamientos del Sistema Nacional de Posgrados del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (LINEAMIENTOS del Sistema Nacional de Posgrados del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías, 2023) se brindan los lineamientos a través de los cuales el Sistema Nacional de Posgrados (SNP) cataloga a los posgrados en cuatro categorías de acuerdo a si son de entidades públicas o privadas y que estén orientados a la investigación o a la profesionalización. De esta forma, mediante el SNP, el Consejo Nacional facilitará y promoverá la creación y consolidación de programas de posgrado orientados a la investigación en todas las ciencias y humanidades, así como programas dedicados a la profesionalización de las personas en las áreas. Todo lo anterior en atención a lo establecido por el artículo cuarenta y dos de la Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGHCTI).

Así, la Universidad Veracruzana en su calidad de institución pública autónoma cuenta con la facultad que le permite proponer el programa de Doctorado en Ciencias de la Computación, en la capacidad de autorregulación universitaria y en el interés para atender necesidades de trascendencia social e impacto para el estado de Veracruz. Las normativas institucionales, específicamente las relativas al posgrado, impulsan la investigación científica en todas las áreas del conocimiento y la formación de quienes la realizarán. Los reglamentos son precisos y claros para regular el desarrollo de los programas de posgrado. Por tanto, teniendo en los antecedentes un respaldo legal e institucional, se asegura la puesta en marcha, el reconocimiento

de los estudios, el otorgamiento de grados y la participación del personal adscrito a la Universidad Veracruzana.

A nivel nacional

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019 – 2024, publicado el 12 de julio de 2019 establece tres ejes principales: Política y Gobierno, Política Social y Economía, como directrices del país. De estos, en el último eje se concibe el subtema de “Ciencia y Tecnología” el cual plantea que “el gobierno federal promoverá la investigación científica y tecnológica; apoyará a estudiantes y académicos con becas y otros estímulos en bien del conocimiento”. Para ello, el CONAHCYT coordinará el Plan Nacional para la Innovación. Asimismo, del PND se desprende el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI) 2021-2024, en donde se establecen seis objetivos prioritarios:

- Fortalecer a las comunidades de CTI y de otros conocimientos, a través de su formación, consolidación y vinculación con diferentes sectores de la sociedad, con el fin de enfrentar los problemas prioritarios nacionales con un enfoque de inclusión para contribuir al bienestar social
- Articular un ecosistema de innovación que integre a los diferentes actores de desarrollo científico, tecnológico y de innovación del país para la atención de las prioridades nacionales, con estricto cuidado del ambiente, respetuosos de la riqueza biocultural y en favor de la sociedad.
- Incrementar la incidencia del conocimiento humanístico, científico y tecnológico en la solución de problemas prioritarios del país, a través de los Programas Nacionales Estratégicos
- Fortalecer y consolidar las capacidades de la comunidad científica del país para generar conocimientos científicos de frontera con el potencial de incidir en el bienestar de la población y el cuidado del ambiente
- Articular y fortalecer las capacidades científicas, humanísticas y tecnológicas del país mediante la vinculación con actores regionales para incidir en los problemas nacionales estratégicos en favor del beneficio social, el cuidado ambiental, la riqueza biocultural y los bienes comunes.
- Ampliar el impacto de las ciencias, las humanidades y las tecnologías, a través de la articulación, colaboración y definición de estándares entre IES, centros de investigación y dependencias de gobierno, mejorando con bases científicas las políticas públicas nacionales para el bienestar social.

De la LGHCTI se desprende el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2024 (PECiTI), que tiene como objetivo exponer los problemas de nuestro país en lo que concierne a ciencia, tecnología e innovación, asimismo prever como brindar una solución en una proyección sexenal, de esta forma busca contribuir a la solución de los grandes problemas planteados en el Plan Nacional de Desarrollo

2019-2024, desde un enfoque científico y tecnológico. De esta forma este programa tiene como objetivos prioritarios:

- Promover la formación y actualización de especialistas de alto nivel en investigación científica, humanística, tecnológica y socioeconómica que aporten a la construcción de una bioseguridad integral para la solución de problemas prioritarios nacionales, incluyendo el cambio climático y así aportar al bienestar social.
- Alcanzar una mayor independencia científica y tecnológica y posiciones de liderazgo mundial, a través del fortalecimiento y la consolidación tanto de las capacidades para generar conocimientos científicos de frontera, como de la infraestructura científica y tecnológica, en beneficio de la población.
- Articular a los sectores científico, público, privado y social en la producción de conocimiento humanístico, científico y tecnológico, para solucionar problemas prioritarios del país con una visión multidisciplinaria, multisectorial, de sistemas complejos y de bioseguridad integral.
- Articular las capacidades de CTI asegurando que el conocimiento científico se traduzca en soluciones sustentables a través del desarrollo tecnológico e innovación fomentando la independencia tecnológica en favor del beneficio social, el cuidado ambiental, la riqueza biocultural y los bienes comunes.
- Garantizar los mecanismos de acceso universal al conocimiento científico, tecnológico y humanístico y sus beneficios, a todos los sectores de la población, particularmente a los grupos subrepresentados como base del bienestar social.
- Articular la colaboración entre los diferentes niveles de gobierno, IES y centros de investigación, para optimizar y potenciar el aprovechamiento y reutilización de datos e información sustantiva y garantizar la implementación de políticas públicas con base científica en beneficio de la población.

A nivel estatal

El Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024 reconoce a la educación como un componente indispensable para el desarrollo de la sociedad y la ciudadanía. La educación es considerada en el plan como un eje general de Derechos Humanos, refiriendo al artículo tercero constitucional, el cual reconoce el derecho a la educación. Así mismo, en dicho eje general de educación, en su apartado 1.3, se contempla de forma particular a la Ciencia y Tecnología, donde se hace referencia a Ley de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica de Veracruz de Ignacio de la Llave (LFICyTV); el Programa Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico; el Programa Veracruzano de Educación; los Lineamientos del Sistema Veracruzano de Investigadores; y el Reglamento Interno del Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico.

En el Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024 se menciona que el desarrollo en materia de ciencia, tecnología e innovación en Veracruz se encuentra por debajo de la media con respecto al resto del país, por lo que se establece la necesidad de fortalecer la investigación científica y tecnológica de la población veracruzana. Se establece así mismo la necesidad de actualizar el Programa Veracruzano de Investigación Científica (PROVEICyDET). En este plan también se plantea como línea de acción impulsar la formación técnica, tecnológica y la investigación contextualizada en el nivel medio superior y superior.

A nivel institucional

La Universidad Veracruzana en su Plan General de Desarrollo 2030, revisión 2017, define los objetivos tendientes al fortalecimiento de la investigación, los cuales están en relación directa con el establecimiento del Doctorado en Ciencias de la Computación. En particular, los objetivos establecen 1) la promoción de la generación de nuevos conocimientos aplicados mediante el impulso de la investigación científica y el desarrollo tecnológico, 2) la generación de enfoques y procesos de investigación inter y transdisciplinarios, 3) difusión eficiente y oportuna de los resultados de la investigación científica y tecnológica. El programa de Doctorado en Ciencias de la Computación contribuye a la realización de los objetivos tendientes a generar y aplicar el conocimiento. En este programa educativo se definen puntos de interacción entre las áreas de interés, que están claramente enfocados a generar procesos de investigación inter y transdisciplinarios. Debido a que el programa tiene como exigencia la publicación de resultados, su calidad estará asegurada. Así mismo el Plan General de Desarrollo contempla la vinculación con los diferentes actores del entorno. La Universidad Veracruzana contempla la investigación como una opción privilegiada para impactar las actividades sociales y productivas, mediante la generación y aplicación del conocimiento. Debe destacarse que las LGAC del programa de Doctorado en Ciencias de la Computación contribuyen al desarrollo social y al fortalecimiento científico y tecnológico tal como se establece en el Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024 cumpliendo también con el sentido de vinculación al entorno establecido en el Plan General de Desarrollo de la Universidad Veracruzana.

De forma particular, en el Programa de Trabajo 2021-2025 del actual rector de la Universidad Veracruzana, Dr. Martín Gerardo Aguilar Sánchez, menciona que la meta de la investigación en la Universidad Veracruzana es promover y consolidar la generación de conocimiento, el desarrollo tecnológico, la innovación y la creación, así como su articulación con la docencia, coadyuvando a la formación de seres humanos sensibles a los retos y oportunidades de su entorno. Dicho programa de trabajo cuenta con un eje dedicado a la investigación e innovación, destacándose la estrecha relación entre la investigación, los posgrados y la innovación, cuya sinergia propicia la generación y aplicación de conocimiento socialmente útil. En el plan de trabajo se enuncian los siguientes objetivos en relacionados a la investigación e innovación:

- Fortalecer el binomio investigación-posgrado en todas las regiones universitarias, incentivando investigaciones inter, multi y transdisciplinarias enfocadas a la solución de problemas prioritariamente locales y regionales, en materia de derechos humanos, sustentabilidad y desarrollo científico.
- Impulsar una agenda de investigación para el desarrollo de investigación científica encaminada a la solución de los principales problemas del estado y de la región, la generación de conocimientos de calidad y la formación de recursos humanos, que contribuya al desarrollo social, el crecimiento económico y el cuidado del medio ambiente.
- Realizar una campaña permanente de divulgación de la ciencia a través de los diversos medios de comunicación universitaria, con el propósito de informar sobre resultados de investigación y el impacto de estos en el mejoramiento de las condiciones de vida del estado y la región, así como promover el acercamiento de la comunidad de científicos y tecnólogos a audiencias no especializadas para promover el derecho de todas las personas a gozar de los beneficios del progreso científico y tecnológico.

Cabe señalar que tanto el Plan General de Desarrollo 2030 y el Plan de Trabajo 2021-2025 del rector, se encuentran alineados con el Plan Estratégico para el Fortalecimiento de la Investigación y Posgrado 2022-2031 de la Universidad Veracruzana. Esta alineación se establece de acuerdo con los siguientes objetivos:

- Impulsar el trabajo coordinado entre la investigación y el posgrado, a través de una agenda que establezca líneas de trabajo y de comunicación entre ambas funciones.
- Contar con un Sistema Integral de Información de Investigación y Posgrado que garantice la interoperabilidad de ambas labores, simplifique procesos y mejore la toma de decisiones.
- Crear una agenda de investigación institucional que establezca líneas de trabajo en investigación de frontera en respuesta a problemas y necesidades locales, regionales, nacionales e internacionales.
- Impulsar el vínculo investigación-sociedad, para desarrollar conocimiento al servicio de las regiones y la protección de los bienes sociales, culturales y ambientales.
- Contar con un Sistema de Evaluación Interno de Investigación (SEII), que responda a los requerimientos de las áreas del conocimiento y a las características de las regiones universitarias.
- Impulsar que la Ley Orgánica y la normatividad secundaria de la Universidad Veracruzana reconozcan al posgrado como una función sustantiva.
- Garantizar la calidad del posgrado y su vinculación con la investigación.
- Impulsar el vínculo posgrado-sociedad.
- Fortalecer el posgrado en las regiones universitarias, con enfoque de derechos humanos y sustentabilidad.

II. FUNDAMENTACIÓN ACADÉMICA

Antecedentes del programa educativo

La historia de la Computación se remonta a épocas antiguas, cuando se utilizaban máquinas como el ábaco para realizar cálculos numéricos. En los siglos XVII y XVIII, Blaise Pascal diseñó y construyó la primera calculadora mecánica que funcionó, llamada Pascalina. Posteriormente, Charles Babbage diseñó una máquina diferencial y una máquina analítica de uso general en la época victoriana. Estos avances sentaron las bases para el desarrollo de la Computación moderna.

La Computación surgió en la década de 1940 con la creación de la computadora electrónica y los avances en la Teoría de Algoritmos y la Lógica Matemática. Aunque las primeras investigaciones se centraron en la automatización de cálculos y el razonamiento lógico, las primeras aplicaciones prácticas fueron para problemas militares como el cifrado y descifrado de códigos y el cálculo de trayectorias balísticas. En los años 1950, surgieron aplicaciones comerciales en el campo contable, pero se mantuvo el espíritu de investigación sobre la comprensión y emulación del pensamiento humano. El desarrollo de la Computación en estos primeros años fue liderado por profesionales con formación en disciplinas como Matemáticas, Física e Ingeniería.

En los años 1960, se reconoció la necesidad de abordar la Computación desde tres perspectivas: la creación de hardware, el estudio teórico de la Computación y el desarrollo de software, y el uso de hardware y software para resolver problemas empresariales. La creación de hardware fue responsabilidad de la Ingeniería Eléctrica. Los puntos (b) y (c) motivaron la aparición de dos nuevas disciplinas: las Ciencias de la Computación y los Sistemas de Información. A medida que los problemas se volvían más complejos, la creación de software confiable para resolverlos se hacía cada vez más difícil. Esto llevó a la necesidad de contar con métodos rigurosos para crear dicho software, lo que dio lugar a la Ingeniería de Software como una rama dentro de las Ciencias Computacionales.

En los años 1970, el desarrollo de hardware para computadoras impulsó el surgimiento de la Ingeniería Computacional como especialización dentro de la Ingeniería Eléctrica. Con la invención del microprocesador, la Ingeniería Computacional se convirtió en una disciplina independiente. Es importante destacar que, en ese momento, la distinción no estaba clara para personas fuera de la comunidad ingenieril, aunque con el tiempo se hizo evidente. En los años 1980, hubo una consolidación de las tres disciplinas mencionadas anteriormente.

En los años 1990, las computadoras y las redes se convirtieron en bienes básicos, lo que permitió que no solo los especialistas o científicos tuvieran acceso a ellas. Las organizaciones tuvieron que manejar mucha más información y los procesos organizacionales tuvieron que ser apoyados por la tecnología de cómputo. Por lo tanto, los Sistemas de Información tuvieron que enfrentar retos más grandes y

complejos. La consolidación de la computadora como herramienta de trabajo mejoró los niveles de productividad, pero también provocó que las organizaciones dependieran en gran medida de que la infraestructura computacional funcionara correctamente. Esto dio lugar al surgimiento de las Tecnologías de la Información, mismas que han continuado su evolución a un ritmo sorprendente desde los años 2000, debido a constantes cambios tecnológicos en relación con el hardware, cada vez más pequeño y poderoso, y las mejores respecto a la interconexión de dispositivos, dando pie a la consolidación del cómputo en la nube. En la actualidad, la Computación ha seguido prosperando y ha dado lugar a nuevas disciplinas, como la Bioinformática, la Ciencia de Datos y la Ciberseguridad.

En nuestros días, las Ciencias de la Computación han consolidado su legitimidad como disciplina independiente. La creciente demanda de graduados en esta área ha llevado a la creación de programas académicos en universidades de México y del resto del mundo. La Universidad Veracruzana en particular ha ofrecido el programa doctoral en Ciencias de la Computación (DCC) desde 2012 a la fecha, primero en formato interinstitucional (plan 2012) de 2012 a 2017 y luego de manera independiente (plan 2017) desde 2018. Cabe señalar que dos principales diferencias entre ambos planes de estudio fueron, por un lado, que el plan 2012 era a tres años mientras que el plan 2017 fue a cuatro años, y, por otro lado, el cambio de líneas de generación y conocimiento que pasó de tres a dos.

El DCC hoy en día cuenta con 9 generaciones. De ellas, 4 han egresado, 1 está en proceso de titulación y 4 están actualmente en curso. A lo largo de esas 9 generaciones han ingresado un total de 39 estudiantes y, de las 4 generaciones que han egresado, de 26 estudiantes que ingresaron se han titulado 17, obteniendo una eficiencia terminal promedio del 65%. Es importante señalar que las primeras 3 generaciones cursaron el plan de estudios 2012 y que de la cuarta generación en adelante cursaron el plan de estudios 2017. La Tabla 5 muestra el detalle por generación.

| Generaciones | Aspirantes | Estudiantes Inscritos | Egresados | Titulados | % de eficiencia terminal |
|--------------|------------|-----------------------|-----------|---|--------------------------|
| 2012-2015 | 15 | 6 | 6 | 4 | 67% |
| 2015-2018 | 5 | 5 | 3 | 3 | 60% |
| 2016-2019 | 7 | 7 | 6 | 5 | 71% |
| 2018-2022 | 10 | 8 | 7 | 5 | 63% |
| 2019-2023 | 6 | 4 | 3 | Terminando en el plazo permitido por la legislación universitaria (fecha estimada de examen de grado: enero 2024) | |
| 2020-2024 | 2 | 2 | 0 | Se encuentran cursando el plan de estudios 2017 | |
| 2021-2025 | 1 | 1 | 0 | | |
| 2022-2026 | 6 | 3 | 0 | | |

| | | | | | |
|-----------|----|----|----|--|-----|
| 2023-2027 | 8 | 3 | 0 | | |
| Total | 60 | 39 | 25 | | 65% |

Tabla 5. Demanda del programa y eficiencia terminal

En cuanto a resultados, cabe destacar que los estudiantes en colaboración con los académicos del programa han publicado a la fecha 30 artículos en revistas indizadas en el Journal Citation Reports (JCR) y en Scopus, 47 artículos en memorias de congresos nacionales e internacionales arbitrados, 5 capítulos de libro y un libro editado. Por otro lado, los estudiantes han realizado movilidades a instituciones nacionales como la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la Universidad de Guadalajara, la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad Autónoma de Aguascalientes, la Universidad Politécnica de Aguascalientes, la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, el Instituto Tecnológico Autónomo de México, el Instituto Tecnológico de Veracruz, el Instituto Tecnológico de Miantla y el Laboratorio Nacional de Informática Avanzada (sede Monterrey), así como instituciones en el extranjero, como la Universidad Cooperativa de Colombia, la Universidad de Chile, la Pontificia Universidad Católica de Chile, el Instituto Tecnológico de Costa Rica, y las Universidades de Ontario y de Waterloo en Canadá. También de destacarse son los 6 registros de derechos de autor ante el INDAUTOR por desarrollos tecnológicos. En cuanto a la difusión de las actividades del programa, se han llevado a cabo 9 foros de divulgación científica en donde los estudiantes y egresados han dado a conocer a público en general los resultados de sus investigaciones.

La calidad de los trabajos realizados repercutió en premios y reconocimientos tanto para egresados y académicos como para el programa mismo. Egresados del programa han obtenido reconocimientos estatales y nacionales: en el ámbito estatal, la Universidad Veracruzana otorgó en 2017 el premio “Arte, Ciencia, Luz” al Mejor Trabajo Recepcional de Doctorado del Área Económico-Administrativa y la Medalla al Mérito Estudiantil a Luis Gerardo Montané Jiménez, egresado de la generación 2012-2015; en el ámbito nacional, siete egresados han sido distinguidos con el nombramiento de Candidato a Investigador Nacional por parte del Sistema Nacional de Investigadores del CONAHCYT. En lo que respecta a los académicos, estos han conseguido consolidarse en el Perfil Deseable PRODEP y/o en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI), con los niveles Candidato y I. Por todo lo anterior, el DCC fue distinguido por el CONAHCYT con la pertenencia al Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) en dos periodos, de 2012 a 2017 y de 2018 a 2023.

La operación del plan 2017 ha permitido destacar sus ventajas, pero también identificar oportunidades de mejora. Los avances tecnológicos, la información recabada a partir de la revisión de la literatura en el estado del arte, y los estudios exploratorios entre estudiantes y egresados, ha motivado una actualización y a su vez una reestructuración del plan 2017, la cual culmina en una reforma curricular presentada en este documento, definiendo así el plan de estudios 2024 del programa

del DCC. En breve, el programa educativo descrito en este documento recoge las buenas experiencias plan 2017 (que inició operaciones en 2018) y las complementa.

Fundamentos de la enseñanza

Históricamente, la Computación ha sido abordada desde tres diferentes puntos de vista o paradigmas, cada una de ellas definiendo sus teorías y métodos correspondientes (Eden, 2007):

- El paradigma racionalista ve a la Computación como una rama de las Matemáticas, trata a los programas como objetos matemáticos y busca conocimiento a priori sobre su exactitud por medio de razonamiento deductivo.
- El paradigma tecnocrático ve a la Computación como una disciplina ingenieril, trata a los programas como datos y busca conocimiento a posteriori acerca de su confiabilidad usando conjuntos de pruebas.
- El paradigma científico ve a la Computación como una ciencia natural (empírica), considera a los programas como entidades a la par de procesos mentales y busca conocimiento a priori y a posteriori acerca de ellos combinando deducción formal y experimentación científica.

De estos tres paradigmas, es el paradigma científico el adoptado en el DCC. Bajo esta perspectiva, un programa de cómputo es un medio para realizar experimentos que arrojen datos que apoyen o rechacen una teoría; por ejemplo, para descubrir y establecer leyes de la naturaleza, para examinar modelos de memoria y aprendizaje, o para probar modelos de la creación del universo.

Por otro lado, a principios del 2000, la educación en computación en ese momento se basaba en el paradigma de aprendizaje basado en el conocimiento. No obstante, se comenzó a considerar que este paradigma de aprendizaje podría ser insuficiente por sí solo para direccionar todos los retos en educación para el futuro. Sobre todo, cuando la tecnología influye en las nuevas formas de aprender, lo que conlleva a que los estudiantes utilizan diferentes formas de adquirir el conocimiento las cuales salen del estilo tradicional. En la actualidad, el enfoque de la educación en computación en general, y en las Ciencias de la Computación en particular, es la basada en competencias. Esto debido a que los egresados de esta área ingresan a laborar en organizaciones en los que deben demostrar que no solo tienen el conocimiento, sino que saben aplicarlo de manera exitosa. Lo anterior se apega al modelo de enseñanza-aprendizaje actual de la Universidad Veracruzana.

Misión

Formar recursos humanos de alto nivel en la investigación de punta en áreas emergentes de las Ciencias de la Computación, que contribuyan al avance del conocimiento mediante la propuesta de soluciones conceptuales y tecnológicas de vanguardia a problemas propios de la disciplina y que a su vez repercutan en la

satisfacción de necesidades sociales, favoreciendo así al desarrollo social y económico del país. Para esto, se ofrece una enseñanza edificada en valores, con docentes comprometidos con la superación y actualización académica, y una currícula dinámica en mejora continua, acorde con la evolución de las Ciencias de la Computación y con respeto a los derechos humanos y a la sustentabilidad.

Visión

Para el año 2030, el Doctorado en Ciencias de la Computación se habrá consolidado como un referente a nivel nacional e internacional en cuanto a la formación de excelencia de investigadores capaces de contribuir significativamente al avance del conocimiento en áreas emergentes de la disciplina, así como al bienestar social y al desarrollo sustentable del país a través de la atención a sus necesidades con respeto irrestricto a los derechos humanos, consolidando sus niveles de acreditación por organismos nacionales e internacionales, con una planta docente comprometida, actualizada en su formación y con reconocimientos académicos.

III. OBJETIVOS CURRICULARES

Objetivo General

Formar investigadores altamente competitivos en las Ciencias de la Computación, enfocándose en la generación y aplicación del conocimiento, así como en la innovación tecnológica, en temas avanzados en las áreas de competencia del programa, contribuyendo así a la consolidación de la autonomía y competitividad científica y tecnológica del país.

Objetivos Particulares

- Formar a los estudiantes en la investigación y el desarrollo de tecnologías de primera línea en el ámbito de las Ciencias de la Computación, proporcionándoles las habilidades y herramientas necesarias para realizar, bajo principios éticos, investigaciones independientes y colaborativas, así como para difundir los resultados obtenidos
- Contribuir al avance del conocimiento en las Ciencias de la Computación a través de la investigación y el desarrollo de soluciones innovadoras para problemas complejos.
- Fomentar la cooperación académica y la movilidad estudiantil con entidades al interior de la Universidad, así como con instituciones nacionales e internacionales
- Promover la calidad del posgrado a nivel nacional e internacional.
- Fomentar la cooperación con diversos sectores de la sociedad

Metas

- Lograr la eficiencia terminal del 70% por cohorte generacional en un plazo no mayor a lo estipulado en la legislación universitaria vigente.
- Contar con al menos un producto académico por cohorte generacional y por año derivado de los proyectos doctorales del estudiantado
- Participar en al menos un evento académico anual (foro, congreso, taller, encuentro, coloquio) para difundir el programa y sus logros
- Establecer al menos una alianza estratégica por cohorte generacional con organismos para fortalecer la cooperación académica

IV. RECURSOS HUMANOS, MATERIALES Y DE INFRAESTRUCTURA ACADÉMICA

Personal académico

Los académicos que participan en el programa cuentan con estudios de Doctorado, con una amplia experiencia en docencia, investigación, generación de recursos humanos y desarrollo profesional en las LGAC que cultiva el programa, así como responsabilidad y ética profesional con una actitud de servicio y compromiso por el bienestar social y sustentable.

La planta académica del programa está conformada por 11 profesores de los cuales 7 son Profesores de Tiempo Completo (PTC), uno es un Investigador de Tiempo Completo, una más es Catedrático CONAHCYT y dos son profesores externos. Los profesores cuentan con estudios de doctorado en áreas afines al programa y obtuvieron sus grados en prestigias instituciones en Francia (Universidad de Grenoble, Universidad de Savoie), en Inglaterra (Universidad de Lancaster) y en México (UV, ITESM, Instituto Tecnológico de Orizaba). Actualmente, los académicos cuentan con reconocimientos nacionales, específicamente 9 son miembros del SNII (3 en nivel candidato y 6 en el nivel 1) del Sistema Nacional de Investigadores, y 6 son Perfil Deseable PRODEP. Otro punto a señalar es que 4 integrantes de la planta académica son miembros del Cuerpo Académico (CA) PRODEP denominado "Tecnología Computacional y Educativa" que se encuentra en nivel Consolidado.

Los profesores cuentan con experiencia en el ejercicio académico y profesional en áreas que comprende el programa, mostrando responsabilidad y ética profesional con una actitud de servicio y compromiso por el bienestar social y sustentable. En el ámbito académico, los profesores han impartido múltiples cursos a nivel licenciatura y posgrado. Asimismo, estos cuentan con amplia experiencia en la dirección y en la participación en proyectos de investigación con financiamiento externo (fondos mixtos, Cátedras de CONAHCYT, PRODEP), incluidas redes de colaboración con instituciones nacionales y extranjeras. Tales actividades han dado pie a la publicación de artículos en revistas indizadas (JCR, SCIMAGO, Scopus, WoS) y en congresos nacionales e internacionales arbitrados, así como capítulos de libro. En

este mismo ámbito, los profesores participan activamente en comités de evaluación de artículos para revistas y congresos, incluyendo capítulos de libros y proyectos de investigación, así como en jurados de concursos académicos y de trabajos recepcionales. Adicionalmente, estos han tenido participación en desarrollos tecnológicos registrados como software ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR). En el ámbito profesional, los académicos han dirigido y participado en proyectos de consultoría nacionales e internacionales para empresas gubernamentales y del sector privado. En general, la vinculación de los profesores con entidades externas, a través de la definición de convenios o acuerdos de colaboración, ha facilitado la movilidad de estudiantes y de ellos mismos, así como la participación de profesores externos como parte de comités tutorales y sinodales en exámenes de grado.

Personal administrativo, de apoyo, técnico y manual

El programa cuenta con personal administrativo, técnico y manual tanto a nivel institución como a nivel facultad. Hay un equipo de apoyo dedicado específicamente al programa y personal administrativo disponible en la Facultad para atender asuntos de escolaridad y administrativos de los estudiantes de posgrado. Además, hay personal de soporte técnico disponible para garantizar la operación constante del equipo de cómputo y la conectividad, y también hay personal encargado del mantenimiento de las instalaciones.

Materiales e infraestructura académica

En esta sección se describe los espacios dedicados al programa, así como los compartidos con el resto de la Facultad e Universidad, así como los recursos de hardware, de software, documentales y de Tecnologías de Información a los cuales tienen acceso los estudiantes y académicos del programa.

Espacios y equipamiento para la docencia

El programa cuenta con infraestructura física dedicada para la docencia que incluye un salón de clases. También existen cubículos para los profesores, aptos para realizar sesiones de tutoría y seguimiento con los estudiantes. Además, se tiene acceso a infraestructura compartida con otros programas educativos en la Facultad, tales como una sala de reuniones, una sala audiovisual y un auditorio. La Tabla 6 resume la infraestructura física para la docencia.

| Concepto | Cantidad |
|---------------------------|------------------|
| Salón de clases | 1 |
| Cubículos para profesores | 1 (por profesor) |
| Salón de reuniones | 1 |

| | |
|---------------------|-----------------------|
| Sala audiovisual | 1 (para 65 personas) |
| Auditorio | 1 (para 126 personas) |
| Locker de 4 gavetas | 3 |

Tabla 6. Infraestructura disponible

El salón de clases del doctorado se encuentra equipado con mobiliario tipo escritorio, impresora, proyector, pizarrón blanco e interactivo y monitores LED. Este espacio está destinado para que los estudiantes tomen cursos, talleres y seminarios de investigación, pero además para que tengan un espacio para trabajar fuera del horario de clases. La Tabla 7 muestra el equipo disponible con detalle.

| Salón de clases | Cantidad |
|--|----------|
| Escritorio estándar institucional c/cajonera | 7 |
| Librero de sobreponer con cerradura | 7 |
| Silla secretarial ergonómica con brazos | 8 |
| Impresora | 1 |
| Proyector Tecnología 3LCD, pantalla matriz activa TFT de polisilicio, resolución SVGA (800 x 600), | 1 |
| Pizarrón 2.40 x 1.20 MTS Melamínico Blanco de mayor resistencia. | 1 |
| Mesa de trabajo | 1 |
| Archivero vertical metálico de 0.47 X 0.72 X 1.32 mts. con 4 Gavetas. | 1 |
| Archivero vertical metálico de 0.47 X 0.72 X 1.32 mts. con 3 Gavetas | 1 |
| Sillones de lectura | 3 |
| Monitores LED con conectividad DP VGA | 8 |
| Mesas redondas | 2 |
| Gabinete 180 X 85 X 40 cms fabricado en lamina calibre 22, color gris. | 1 |
| Silla apilable con tapiz estándar institucional | 6 |
| Regulador | 7 |
| Credenza de piso | 1 |
| Pantalla TV de 42" marca SONY | 1 |
| Aire acondicionado tipo mini-split | 1 |
| Pizarra tradicional | 1 |

Tabla 7. Infraestructura salón de clases

Laboratorios y equipo

Además del salón de clases, el programa cuenta con otro espacio dedicado que es un laboratorio de experimentación y comparte con el resto de la Facultad un laboratorio de usabilidad y experiencia de usuario, así como 4 centros de cómputo. La Tabla 8 resume los espacios disponibles para experimentación.

| Concepto | Cantidad |
|--|----------|
| Laboratorio de experimentación | 1 |
| Laboratorio de usabilidad y experiencia de usuario | 1 |
| Centro de cómputo | 4 |

Tabla 8. Laboratorios disponibles

El laboratorio de experimentación cuenta computadoras y hardware especializado, tal como: una diadema Emotiv Epoc+ para lectura de ondas cerebrales, tabletas y teléfonos inteligentes (iPhone, Samsung). La Tabla 9 muestra el mobiliario y equipo.

| Laboratorio de experimentación | Cantidad |
|--|-----------------|
| Mesa de trabajo | 2 |
| Silla secretarial ergonómica con brazos | 6 |
| Librero de sobreponer con cerradura | 6 |
| Video proyector | 1 |
| Pantalla TV de 42" marca SONY | 1 |
| Computadoras de escritorio | 6 |
| Sillones de lectura | 3 |
| Tabletas | 6 |
| Computadora de bolsillo | 3 |
| Ipod touch de 8gb | 9 |
| Monitor Apple Thunderbolt Display pantalla plana de 27". | 4 |
| Cámara ip wifi | 2 |
| Credenza de piso alto 75cms. X Largo 140 cms, en color gris. | 2 |
| Bocinas Logitech z313 | 1 |
| Kinect for Windows | 2 |
| Kinect sensor Xbox 360 | 1 |
| Mesa redonda | 2 |
| Teléfonos celulares Samsung Galaxy S5 | 2 |
| Teléfono celular Samsung Galaxy S5 mini | 1 |
| Diadema Emotiv epoc: Diadema inalámbrica Sensores: AF3, AF4, F3, F4, FC5, FC6, F7, F8, T7, T8, P7, P8, O1, O2. | 1 |
| Computadora portátil Apple | 7 |
| ipod touch 32gb | 1 |
| ipad 64GB | 1 |
| Aire acondicionado tipo mini-split 36000 btu/hr | 2 |
| Computadora iMAC 2.5" | 1 |
| Relojes inteligentes Samsung gear 2Neo | 1 |
| Escritorio estándar institucional c/cajonera | 3 |
| Impresora multifuncional marca HP | 3 |
| Librero de 5 entrepaños color gris | 3 |
| No break | 4 |

Tabla 9. Mobiliario y equipo en el laboratorio de experimentación

El laboratorio de usabilidad y experiencia de usuario cuenta con mobiliario y equipo avanzado como lectores de ondas cerebrales y consolas para el desarrollo y pruebas de juegos serios. La Tabla 10 muestra el mobiliario y equipo.

| Laboratorio de usabilidad y experiencia de usuario | Cantidad |
|--|-----------------|
| Escritorios de cristal templado con espacio para dos estudiantes c/u | 8 |
| Mesa de juntas con multi-puertos | 1 |
| Computadora de escritorio | 12 |
| Sillas ejecutivas respaldo giratorio para mesa de juntas | 8 |
| Sillas para escritorios y mesas individuales | 22 |
| Mesas individuales | 8 |
| Routers para experimentación | 3 |
| Punto de acceso | 1 |

| | |
|--|---|
| Dispensador y enfriador de agua | 1 |
| Credenzas para almacenar dispositivos e insumos | 2 |
| Pizarra tradicional | 1 |
| Monitores táctiles | 7 |
| Diademas Emotiv Eporc | 2 |
| Diademas Neurosky | 3 |
| Proyector HDMI | 1 |
| Cámaras Ultra HD 4k | 2 |
| Televisión de 49" para diseño de videojuegos | 1 |
| Consolas de videojuegos | 2 |
| Mueble color negro para consolas | 1 |
| Impresora multifuncional | 1 |
| Archivero con dos cajones y llave | 1 |
| Persiana grande | 1 |
| Cafetera | 1 |
| Utensilios para atención a los usuarios que participen en experimentos | 1 |
| Extensiones, barras de conexión y UPS | 5 |
| Disco duro externo de 1TB | 1 |

Tabla 10. Mobiliario y equipo en el laboratorio de experimentación

Los profesores y estudiantes del programa también pueden acceder a 4 centros de cómputo compartidos con los otros programas de la Facultad. Tres de estos espacios están equipados con PCs y otro con iMacs. La Tabla 11 muestra el equipo disponible.

| Laboratorio de cómputo | Equipos de computo |
|------------------------|--------------------|
| CC1 | 20 |
| CC2 | 25 |
| CC2 | 24 |
| CC4 | 20 |

Tabla 11. Laboratorios de Cómputo

Bibliotecas y servicios

Con respecto a las bibliotecas, se cuenta con una biblioteca local con acervo bibliográfico especializado y actualizado. Además, se cuenta con una Unidad de Servicios Bibliotecarios y de Información (USBI) que cuenta con un gran volumen de libros, revistas, CDs y una biblioteca virtual (véase Tabla 12) a los que los estudiantes y académicos de las Universidad Veracruzana tienen acceso. Además, la USBI ofrece un Centro de Autoacceso (CADI), ubicado en la planta de acceso de las instalaciones de la USBI-Xalapa, que brinda a sus usuarios la oportunidad de aprender idiomas de manera autodirigida.

| | |
|----------|--------|
| Libros | 95,000 |
| Revistas | 2,611 |
| C.D. | 5,000 |

| | |
|--------------------|--|
| Biblioteca Virtual | Acceso a material bibliográfico IEEE/Springer/Web of Science, entre otras colecciones y bases de información |
|--------------------|--|

Tabla 12. Acervo de la USBI disponible para su consulta

Cabe señalar que la USBI, además, cuenta con un sistema de videoconferencias especializado conectado a Internet 2, desde el cual se pueden ofrecer a distancia o seguir remotamente conferencias, cursos, reuniones y otros tipos de eventos.

En la Facultad se cuenta con un auditorio para albergar distintos tipos de eventos académicos y culturales con una capacidad de 126 personas. De igual forma, se cuenta con una sala audiovisual para 65 personas acondicionado para videoconferencias.

Tecnologías de Información y Comunicación

Todos los espacios para docencia y experimentación cuentan con equipo de cómputo y dispositivos avanzados. Dichos espacios tienen conectividad alámbrica e inalámbrica a Internet.

Finalmente, aun cuando se cuente con la infraestructura física y material necesaria, se requiere de una renovación constante de la misma con el fin de atender de manera adecuada las necesidades de este. En particular, la Facultad de Estadística e Informática cuenta con renovación constante de equipo de cómputo, así como instalaciones y equipo necesario para soportar el programa de doctorado.

V. PERFIL DE ALUMNO Y REQUISITOS DE INGRESO

Perfil de ingreso

El aspirante al Doctorado en Ciencias de la Computación contará con los siguientes conocimientos, habilidades, actitudes y valores.

Conocimientos

- De tecnologías de vanguardia y del área de las Ciencias de la Computación
- Generales del método científico y del proceso de investigación para generar y aplicar conocimiento
- Del idioma Inglés avalado por certificación vigente de al menos EXAVER II o equivalente

Habilidades

- Contar con habilidades de observación, de análisis crítico y de objetividad

- Habilidad para comunicarse correctamente de manera oral y escrita.
- Habilidad para aprender de manera autónoma con el fin de asimilar por sí mismo conocimientos y desarrollar habilidades
- Capacidad para el trabajo en equipos multidisciplinarios

Actitudes

- Actitud proactiva en el planteamiento de problemas y soluciones
- Disciplina rigurosa en la planificación y ejecución de investigaciones
- Persistencia para enfrentar retos que se presentan a lo largo de una investigación doctoral

Valores

- Respeto irrestricto a los derechos humanos, al medio ambiente, así como a la normatividad vigente en el área de las Ciencias de la Computación
- Apertura a la crítica constructiva para el mejoramiento de la investigación
- Responsabilidad para cumplir plazos y requisitos establecidos

Requisitos de ingreso

Los requisitos y la documentación académicos necesarios para el ingreso serán los señalados en la convocatoria oficial de posgrado de la Universidad Veracruzana para estudiantes nacionales y extranjeros y estarán sujetos a las disposiciones que se encuentren en la legislación universitaria vigente.

Procedimiento de admisión y selección de aspirantes

El procedimiento de admisión y de selección de aspirantes serán los señalados en la convocatoria oficial de posgrado de la Universidad Veracruzana para estudiantes nacionales y extranjeros y estarán sujetos a las disposiciones que se encuentren en la legislación universitaria vigente.

Requisitos de inscripción

Los requisitos y trámite de inscripción serán los señalados en la convocatoria oficial de posgrado de la Universidad Veracruzana para estudiantes nacionales y extranjeros y estarán sujetos a las disposiciones que se encuentren en la legislación universitaria vigente.

VI. PERFIL Y REQUISITOS DE PERMANENCIA, EGRESO Y TITULACIÓN

Perfil de egreso

Los conocimientos que el egresado adquirirá son:

- Modelos, teorías, métodos, herramientas y técnicas avanzadas de Ciencias de la Computación.
- Métodos de investigación y desarrollo en Ciencias de la Computación.
- Tecnologías y herramientas de apoyo a la investigación
- Del idioma Inglés avalado por certificación vigente EXAVER III o equivalente.

Las habilidades con las que contará el egresado serán:

- Identificar problemas susceptibles de ser resueltos mediante las Ciencias de la Computación.
- Dar solución innovadora e inédita a problemas de las Ciencias de la Computación
- Crear, evaluar y/o utilizar teorías, modelos, métodos, herramientas y técnicas avanzadas de Ciencias de la Computación en la solución de problemas de su entorno.
- Contribuir en la formación de recursos humanos de alto nivel.
- Comunicar de manera oral y escrita los resultados de su investigación en idioma Inglés y Español.

El egresado contará con actitudes y valores para:

- Respetar la normatividad vigente para la protección de propiedad intelectual (PI) en el área.
- Conducirse con honestidad académica.
- Conducirse con los principios de ética en la investigación.

Requisitos de permanencia

- Asistir a las sesiones de trabajo acordadas con el Director de Tesis.
- Asistir a las sesiones de tutoría.
- Aprobar las Experiencias Educativas que curse cada semestre.
- Cumplir con la legislación universitaria vigente.
- Cubrir las cuotas escolares dispuestas por la institución.
- Las disposiciones no previstas en los requisitos de permanencia serán resueltas por las autoridades competentes

Requisitos de egreso

- El estudiante deberá haber obtenido la totalidad de créditos que establece el plan de estudios, que implica aprobar las EEs establecidas en el plan de estudios y acreditar las actividades complementarias
- El estudiante deberá presentar su certificación vigente EXAVER III o equivalente
- El estudiante deberá presentar una constancia oficial de haber realizado una actividad de retribución social, previamente avalada por su Director(a) de Tesis y su Tutor(a), y seleccionada de un catálogo definido por el NAB.
- El estudiante deberá haber concluido su tesis de grado, cuyo contenido deberá constituir una aportación original al campo de las Ciencias de la Computación.
- El estudiante deberá defender su tesis ante un jurado en un examen de grado
- Cubrir las cuotas escolares dispuestas por la Universidad Veracruzana.
- Cumplir con la legislación universitaria vigente
- Las disposiciones no previstas en los requisitos de obtención del grado serán resueltas por las autoridades competentes

Requisitos de titulación

- Cumplir con la elaboración de la tesis doctoral.
- Sustentar y aprobar el examen de grado.
- Cumplir con los requisitos administrativos que determinen las autoridades universitarias.
- La realización de los trámites para la obtención del grado de Doctor en Ciencias de la Computación se registrará por la normativa universitaria vigente

Procedimiento de titulación

El proceso para la defensa del examen de grado y la titulación es el siguiente:

- El alumno entrega a la Coordinación del programa tanto la Carta de Liberación de Tesis firmada por el director (y co-director, si aplica), así como un Oficio de Solicitud de Evaluación
- La Coordinación solicita al Director(a) de la entidad académica la designación del jurado para el examen de grado del estudiante
- Una vez designado el jurado, la Coordinación entrega al alumno el Oficio de Asignación de Sinodales y el Oficio de 20 días hábiles para revisión por parte de los sinodales.
- El alumno entrega los oficios del paso anterior a los sinodales, quienes firman de recibido y, una vez recabadas todas las firmas, el alumno los entrega a la coordinación.
- Cuando los sinodales dan su visto bueno, se acuerda la fecha de examen. El estudiante entrega a la Coordinación los oficios de visto bueno firmados por los sinodales y el oficio de notificación de fecha de examen. Además, debe

entregar copias de su constancia de no adeudo a la biblioteca y de su recibo de pago de apoyo a biblioteca.

- La Coordinación envía los documentos anteriores a Oficialía Mayor, junto con un oficio de autorización de examen, copia del acta de nacimiento del alumno, copia del título de maestría, copia del certificado de maestría y original de cardex de doctorado.
- Una vez que Oficialía Mayor entrega el oficio de autorización, la Coordinación envía copia del oficio al personal administrativo (secretario o secretaria) de la FEI encargado del DCC con 3 fotografías formales para que realice el acta que será llenada en el examen por los sinodales. Las fotografías deben tener las siguientes características: tamaño credencial ovalada, papel mate, blanco y negro, frente y orejas, descubiertas, camisa blanca y saco oscuro.
- La Coordinación emite un citatorio a los sinodales solicitando su presencia el día y hora designados para el examen.
- Un día antes del examen, el estudiante entrega 7 ejemplares de la tesis (cinco para los sinodales, uno para la biblioteca y otro para el Doctorado)
- Una vez que el examen se realice y si el resultado es aprobatorio, el estudiante podrá solicitar su título de acuerdo con la legislación y procedimientos vigentes de la autoridad competente.

VII. PERFIL DEL ACADÉMICO

El profesorado adscrito a este programa deberá contar con los siguientes conocimientos, habilidades, actitudes y valores.

Conocimientos

- Trayectoria reconocida en la investigación en el campo de las Ciencias de la Computación.
- Expertos en su disciplina, de preferencia con experiencia en la realización de trabajos de carácter colectivo e interdisciplinario en organizaciones de los sectores público y privado.
- Prácticas didácticas para la impartición de las experiencias educativas

Habilidades

- Capacidad de identificar problemas y plantear soluciones innovadoras desde la perspectiva de las Ciencias de la Computación.
- Capacidad para dirigir trabajos de investigación de los estudiantes.
- Capacidad para fungir como tutores y docentes en el proceso de enseñanza aprendizaje.
- Habilidad para diseñar y desarrollar proyectos de investigación que permitan el aprendizaje a través de la aplicación del conocimiento.
- Habilidad para desarrollar una cultura de interacción y aprendizaje que favorezca el trabajo colaborativo para la construcción y aplicación del conocimiento en Ciencias de la Computación

Actitudes

- Compromiso con la formación de profesionistas.
- Compromiso en la investigación básica y aplicada y el desarrollo estatal y nacional.
- Responsabilidad para participar activamente en el enriquecimiento y actualización de las Líneas de Generación y Aplicación de Conocimiento del Doctorado en Ciencias de la Computación.
- De apoyo y seguimiento a la trayectoria académica de los estudiantes.
- De cooperación para el desarrollo de la institución y mejora académica.
- De colaboración en las actividades institucionales.

Valores

- Respeto
- Tolerancia
- Honestidad
- Compromiso

| No. | Nombre | Entidad de adscripción | Grado Académico | Reconocimientos |
|-----|------------------------------------|--|--|-------------------------------|
| 1 | Bárceñas Patiño Everardo | Facultad de Ingeniería, UNAM | Doctor en Ciencias de la Computación | S.N.I. (I) |
| 2 | Benítez Guerrero Edgard Iván | Facultad de Estadística e Informática, UV | Doctor en Informática | S.N.I. (I) / Perfil Prodep |
| 3 | Domínguez Isidro Saúl | Facultad de Estadística e Informática, UV | Doctor en Inteligencia Artificial | S.N.I. (I) |
| 4 | Limón Riaño Héctor Xavier | Facultad de Estadística e Informática, UV | Doctor en Inteligencia Artificial | S.N.I. (I) / Perfil Prodep |
| 5 | Mezura Godoy María del Carmen | Facultad de Estadística e Informática, UV | Doctora en Informática | S.N.I. (C) / Perfil Prodep |
| 6 | Molero Castillo Guillermo | Facultad de Ingeniería, UNAM | Doctor en Ciencias de la Computación | S.N.I. (I) |
| 7 | Montané Jiménez Luis Gerardo | Facultad de Estadística e Informática, UV | Doctor en Ciencias de la Computación | Perfil Prodep |
| 8 | Ocharán Hernández Jorge Octavio | Facultad de Estadística e Informática, UV | Doctor en Ciencias de la Computación | S.N.I. (C) / Perfil Prodep |
| 9 | Ramírez Martinell Alberto | Instituto de Investigaciones en Educación, UV | Doctor en Investigación Educativa | S.N.I. (I) / Perfil Prodep |
| 10 | Rojano Cáceres José Rafael | Facultad de Estadística e Informática, UV | Doctor en Ciencias Computacionales | Perfil Prodep |
| 11 | Rosales Morales Viviana Yarel | CONAHCYT-Facultad de Estadística e Informática, UV | Doctora en Ciencias de la Ingeniería | S.N.I. (C) |

Tabla 13. Planta Académica del DCC

La Tabla 13 muestra la planta académica del programa. A continuación se describe, para cada uno de ellos, una semblanza resumiendo su trayectoria.

Dr. Ismael Everardo Bárcenas Patiño

Profesor en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Anteriormente trabajó como Catedrático CONACYT comisionado a la FEI-UV y Profesor – Investigador de Tiempo Completo en el Departamento de Posgrado de la Universidad Politécnica de Puebla de 2012 a 2014. Entre el año 2011 y 2012 realizó una estancia postdoctoral como Investigador Asociado en el Departamento de Ciencias de la Computación en la Rice University. En el Instituto Nacional de Ciencias de la Computación de Francia se desempeñó como Investigador Asistente en el periodo de 2007 a 2011. Sus intereses de investigación incluyen tanto la teoría de métodos formales, como su aplicación a diversos dominios, tales como las bases de datos, lenguajes de programación, representación del conocimiento, análisis de programas y planificación. En el aspecto teórico, se tiene especial interés en lógicas modales y su teoría de pruebas.

Dr. Edgard Iván Benítez Guerrero

Ingeniero en Sistemas Computacionales por la Universidad de las Américas Puebla y Maestro en Inteligencia Artificial por la Universidad Veracruzana. Doctor en Informática por la Universidad Joseph Fourier (hoy Universidad de Grenoble-Alpes, Francia). Profesor de Tiempo Completo Titular “C” en la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Nivel I) y Perfil PRODEP. Experiencia de más de 20 años dirigiendo y participando en proyectos de investigación (financiados por Conahcyt y PROMEP) y consultoría para empresas gubernamentales y privadas. Participa de manera activa como miembro del Cuerpo Académico Consolidado “Tecnología Computacional y Educativa”. Sus áreas de interés son: Interacción Humano Computadora, Gestión y Análisis de Datos, Inteligencia Artificial, Trabajo Colaborativo Asistido por Computadora.

Dr. Saúl Domínguez Isidro

Profesor de Tiempo Completo adscrito a la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana. Cuenta con una carrera en el área de computación por más de 10 años, se ha enfocado en la solución de problemas en diferentes sectores de la industria a través de técnicas de inteligencia computacional y algoritmos de aprendizaje máquina para el reconocimiento de patrones. En 2017 recibió el grado de Doctor en Inteligencia Artificial por la Universidad Veracruzana, actualmente pertenece al Sistema Nacional de Investigadores y es miembro de diferentes grupos de trabajo de investigación e innovación.

Dr. Héctor Xavier Limón Riaño

Docente de tiempo completo en la facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana. Actualmente es miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Es Licenciado en Informática, con maestría y Doctorado en Inteligencia Artificial. Sus áreas de investigación de interés son Sistemas Multi-Agente, Minería de datos, Ciberseguridad y Sistemas Distribuidos; contando con diversas publicaciones en estas áreas.

Dra. María Del Carmen Mezura Godoy

Licenciada en Informática por el Instituto Tecnológico de Tijuana-ITT, Maestro en Inteligencia Artificial por la Universidad Veracruzana y Doctora en Informática, con especialidad en Groupware, por la Universidad de Savoie en Francia. Profesor de Tiempo Completo, Titular “C” en la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana. Cuenta con Perfil PRODEP y con experiencia en la docencia y proyectos de investigación (financiados por CONAHCYT, Fondos Mixtos y PROMEP) y consultoría para empresas de gobierno y privadas (CANACINTRA, Laboratorio Nacional de Informática Avanzada, LANIA, SEV). Participa de manera activa como miembro del Cuerpo Académico Consolidado “Tecnología Computacional y Educativa”. Sus áreas de interés son: CSCW, IHC, Cómputo consiente del contexto, e-learning y Sistemas Multiagente.

Dr. Guillermo Gilberto Molero Castillo

Doctor en Tecnologías de Información por la Universidad de Guadalajara, México y Maestro en Ciencia e Ingeniería de la Computación por la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente trabaja como Profesor en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Anteriormente trabajó como Catedrático CONACYT comisionado a la FEI-UV. en Petrosoft S.A. de C.V. (junio 2013 – agosto 2014), en el desarrollo del proyecto “Sistema para el cálculo de la saturación de aceite remanente en yacimientos naturalmente fracturados a través de la integración de diferentes técnicas de campo y de laboratorio”. Ha laborado también en SaitoSoft S.A. de C.V. como líder de proyectos en los desarrollos para la Comisión Nacional de Derechos Humanos, Gas Metropolitano y Suprema Corte de Justicia de la Nación. Sus principales líneas de interés son ciencia y minería de datos, inteligencia artificial, interacción humano computadora y gestión de procesos de negocio. Ha participado en eventos nacionales e internacionales, es autor de varias publicaciones científicas. Actualmente es candidato al Sistema Nacional de Investigadores (SNI, 2016–2018).

Dr. Luis Gerardo Montané Jiménez

Licenciado en Informática por la Universidad Veracruzana, Maestro en Computación Aplicada por el Laboratorio Nacional de Informática Avanzada y Licenciado en Informática por la Universidad Veracruzana, Maestro en Computación Aplicada por el Laboratorio Nacional de Informática Avanzada y Doctor en Ciencias de la Computación por la Universidad Veracruzana. Se desempeña como profesor de Tiempo Completo Titular “C” en la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana. Participa de manera activa como miembro del Cuerpo Académico Consolidado “Tecnología Computacional y Educativa” y cuenta con Perfil PRODEP y experiencia en el desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo (financiados por PRODEP y la industria). También ha sido profesor en la Maestría en Redes y Sistemas Integrados del Laboratorio Nacional de Informática Avanzada. En el ámbito profesional ha destacado por trabajar como consultor en la industria de desarrollo de software a nivel nacional e internacional, contando con certificaciones profesionales en distintas plataformas de desarrollo tecnológico. Sus áreas de interés son el CSCW, Desempeño de Equipos, Visualización de Información y Desarrollo de Videojuegos.

Dr. Jorge Octavio Ocharán Hernández

Obtuvo el grado de Doctor en Ciencias de la Computación y Maestro en Ingeniería de Software, ambos por la Universidad Veracruzana (UV). Además, obtuvo un Máster en Software Libre en la Universitat Oberta de Catalunya (UOC). Es profesor de Tiempo Completo en la Facultad de Estadística e Informática de la UV, donde realiza actividades de docencia, investigación, tutoría y vinculación. Ha sido parte activa de la comunidad académica y científica. Es miembro de la Association for Computing Machinery (ACM) y de la IEEE Computer Society. Asimismo, participa en el Comité Académico EGEL-Ingeniería de Software del CENEVAL y en el Cuerpo Académico "Ingeniería y Tecnologías de Software". Ha colaborado como profesor invitado en el Laboratorio Nacional de Informática Avanzada (LANIA) en los programas de Maestría en Computación Aplicada y la Maestría en Redes y Sistemas Integrados. Actualmente, pertenece al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores en la categoría de candidato y cuenta con el reconocimiento de Perfil deseable PRODEP. Sus intereses de investigación son la Ingeniería de Software, Ingeniería de Requisitos, Arquitectura de Software, Diseño de Software y la inteligencia artificial aplicada a la ingeniería de software. Tiene un especial aprecio por el Software Libre y de Fuente Abierta, promoviendo su uso y desarrollo en la comunidad académica y profesional.

Dr. Alberto Ramírez Martinell

Doctor en Investigación Educativa por la Universidad de Lancaster, Inglaterra. Maestro en Ciencias de la Computación y Medios de Comunicación por la Universidad de Ciencias Aplicadas, Furtwangen, Alemania. Ingeniero en Computación por la UNAM y Licenciado en Humanidades por la Universidad del Claustro de Sor Juana, México. Sus intereses de investigación son tecnología educativa, diseño de estrategias y herramientas digitales educativas, y Big Data Analytics en el contexto educativo. Es Investigador de tiempo completo de la Universidad Veracruzana y tiene el reconocimiento de nivel 1 en el Sistema Nacional de Investigadores de México.

Dr. José Rafael Rojano Cáceres

Licenciado en Informática por parte de la Universidad Veracruzana y Maestro en Inteligencia Artificial por la Universidad Veracruzana, Doctor en Ciencias Computacionales por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) Campus Cuernavaca. Realizó un postdoctorado en la Universidad de Granada, España. Su interés lo llevó a trabajar en el área de Minería de Datos. Actualmente es catedrático de tiempo completo en la Universidad Veracruzana y cuenta con el reconocimiento del perfil PRODEP. Participa de manera activa como miembro del Cuerpo Académico "Tecnología Computacional y Educativa". Participa con el grupo Internacional de Investigación en "Tecnología Educativa e Investigación Social" de la Universidad de Granada. Es miembro de la "Red Internacional De Tecnologías Inclusivas y Educación", fundada en Baja California, y es miembro de la "Red Iberoamericana de Educación Positiva Inclusiva", fundada en Granada, España. Finalmente, también es miembro del grupo en Inclusión Educativa del CENDHIU de la Universidad Veracruzana. Entre sus áreas de interés se encuentran:

Desarrollo de software para la discapacidad, Educación, Educación Inclusiva, Accesibilidad, Aplicaciones de la Minería de Datos y Desarrollo IoT.

Dra. Viviana Yarel Rosales Morales

Ingeniero en Sistemas Computacionales (2009), maestra en Sistemas Computacionales (2011) y Doctora en Ciencias de la Ingeniería (2017) por el Instituto Tecnológico de Orizaba. Actualmente investigadora de Cátedras CONAHCYT comisionada en la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana. Sus áreas de investigación son: Rich Internet Applications, aplicaciones Web and Móviles, UIDPs (User Interface Design Patterns), Diseño de interfaces gráficas de usuario, Generación automática de código y de software, Ingeniería de Software e Interacción humano-computadora.

VIII. DISEÑO CURRICULAR

Mapa curricular del plan de estudios

La duración estándar del Doctorado en Ciencias de la Computación es de 48 meses. El programa tiene 200 créditos distribuidos de la siguiente manera: 10% (20/200) se cubren con dos EEs introductorias a la investigación en Ciencias de la Computación, 70% (140/200) con ocho EEs dedicadas a la investigación doctoral, 10% (20/200) con dos EEs optativas y 10% (20/200) de los créditos corresponden actividades académicas complementarias. A continuación se describen brevemente cada uno de estos.

MAPA CURRICULAR DEL PLAN DE ESTUDIOS

| Nombre de la EE | Créditos | Horas | | | |
|--|----------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | Horas teoría con profesor | Horas teoría sin profesor | Horas prácticas con profesor | Horas prácticas sin profesor |
| Área Inicial | | | | | |
| Investigación en Ciencias de la Computación I | 10 | 30 | 30 | 0 | 30 |
| Investigación en Ciencias de la Computación II | 10 | 30 | 30 | 0 | 30 |
| Área de Investigación | | | | | |
| Proyecto de Investigación I | 10 | 30 | 30 | 0 | 30 |
| Proyecto de Investigación II | 10 | 30 | 30 | 0 | 30 |
| Seminario de Investigación I | 10 | 30 | 30 | 0 | 30 |
| Seminario de Investigación II | 10 | 30 | 30 | 0 | 30 |
| Seminario de Tesis I | 25 | 30 | 105 | 0 | 105 |
| Seminario de Tesis II | 25 | 30 | 105 | 0 | 105 |
| Seminario de Tesis III | 25 | 30 | 105 | 0 | 105 |
| Seminario de Tesis IV | 25 | 30 | 105 | 0 | 105 |

| Área de Especialización | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------------|------------|---------------------------------|------------|
| Optativa I | 10 | 30 | 30 | 0 | 30 |
| Optativa II | 10 | 30 | 30 | 0 | 30 |
| Actividades académicas | | | | | |
| Nombre de la actividad | | | | | Créditos |
| Publicación de artículo en revista indizada | | | | | 5 |
| Ponencia en congreso arbitrado especializado | | | | | 5 |
| Estancia de investigación | | | | | 5 |
| Actividad académica optativa | | | | | 5 |
| Totales | 200 | 360 | 660 | 0 | 660 |
| <i>Total en cursos</i> | <i>Total en créditos</i> | <i>Total en horas teóricas</i> | | <i>Total en horas prácticas</i> | |
| 16 | 200 | 1020 | | 660 | |

Tabla 14. Mapa curricular

EEs “Investigación en Ciencias de la Computación”

Estas EEs tienen como objetivo proveer al estudiante de competencias para la aplicación del método científico en investigaciones en Ciencias de la Computación. Se estudian los diferentes tipos de investigaciones que se pueden realizar, la hipótesis y sus tipos, el diseño experimental, los métodos para alcanzar los objetivos de investigación, así como los posibles sesgos y plagios que debe tratar un investigador del área. Estas EEs forman parte del primer año de la formación.

EEs “Proyectos de Investigación”

Los Proyectos de Investigación I y II son espacios dedicados a que el estudiante, bajo la supervisión de su Director de Tesis (y Codirector, en caso de existir), planteen a detalle el problema de investigación que abordará en sus estudios doctorales, así como una propuesta de solución de este. Esto implica un análisis preliminar del estado del arte, así como el planteamiento de hipótesis, de objetivos y de la metodología. El producto por obtener es el protocolo de investigación que guiará el trabajo doctoral. Estas EEs se cursan en el primer año de la formación y, al término de cada semestre, el estudiante deberá defender sus avances ante un comité de evaluación.

EEs “Seminarios de Investigación”

Los Seminarios de Investigación I y II son espacios dedicados al diseño detallado de la propuesta de solución al problema que se aborde en el proyecto doctoral del estudiante. En estas EEs se llevan a cabo actividades de investigación del estudiante supervisadas por el Director de Tesis (y Codirector, en caso de existir), que comprenden análisis profundo del estado del arte, caracterización del problema específico a abordar y diseño detallado de la investigación, dando pie a presentaciones periódicas de avances y a la generación de productos académicos. Estas EEs se imparten en el segundo año de la formación doctoral y, al término de cada semestre, el estudiante deberá defender sus avances ante comité de evaluación.

EEs “Seminarios de Tesis”

Las Experiencias Educativas “Seminario de Tesis” I a IV se dirigen a que el estudiante valide su solución propuesta y culmine su tesis doctoral. Es en este espacio donde el estudiante, bajo la supervisión de su Director de Tesis (y Codirector, en caso de existir), pone en marcha el diseño de su propuesta doctoral realizado en semestre previos y la valida mediante la recuperación de datos, su análisis e interpretación, además identifica sus principales contribuciones y líneas de trabajo futuro, dando pie a presentaciones periódicas de avances y a la generación de productos académicos. Estas EEs se imparten en el tercero y cuarto años de la formación doctoral y, al término de cada semestre, el estudiante deberá defender sus avances ante un comité de evaluación.

EEs Optativas

El estudiante deberá cursar dos EEs que podrá elegir de un catálogo de optativas. Dicho catalogo considera EEs en las Líneas de Generación y Aplicación de Conocimiento del programa: Computación Centrada en la Persona, Contenerización de Aplicaciones Científicas, Detección de Anomalías, Experiencia de Usuario, Ingeniería de Software Empírica, Ingeniería de Software Orientada a Agentes, Introducción al Aprendizaje Federado, Métodos de Investigación en Interacción Humano Computadora, Optimización con Técnicas Bioinspiradas, Tecnologías para Redes Neuronales, Trabajo Colaborativo Asistido por Computadora, Visualización de información. Con estas optativas se busca que el estudiante profundice en alguna de esas líneas en concordancia con su proyecto doctoral.

Actividades Académicas

El estudiante deberá realizar también actividades académicas complementarias a las experiencias educativas cursadas para obtener créditos. Dichas actividades se describen con más detalle más adelante.

FORMATO DE HORIZONTALIDAD Y VERTICALIDAD DEL PROGRAMA EDUCATIVO

| Área / Semestre | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------|--|---|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Inicial | Investigación en Ciencias de la Computación I (10) | Investigación en Ciencias de la Computación II (10) | | | | | | |
| Investigación | Proyecto de Investigación I (10) | Proyecto de Investigación II (10) | Seminario de Investigación I (10) | Seminario de Investigación II (10) | Seminario de Tesis I (25) | Seminario de Tesis II (25) | Seminario de Tesis III (25) | Seminario de Tesis IV (25) |
| Especialización | | | Optativa I (10) | Optativa II (10) | | | | |
| Total cursos | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |

| | | | | | | | | |
|--|--|----|----|----|----|----|----|-----|
| Créditos/ semestre | 20 | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Total de créditos de los cursos | | | | | | | | 180 |
| Actividades académicas | Publicación de artículo en revista indizada (5) | | | | | | | |
| | Ponencia en congreso arbitrado especializado (5) | | | | | | | |
| | Estancia de investigación (5) | | | | | | | |
| | Actividad académica optativa (5) | | | | | | | |
| Total de actividades académicas | 4 | | | | | | | |
| Total de créditos de las actividades académicas | 20 | | | | | | | |
| Créditos totales | 200 | | | | | | | |

Tabla 15. Formato de horizontalidad y verticalidad

Como se mencionó anteriormente, la duración estándar del programa doctoral es de cuatro años, durante los cuales el estudiante puede seguir la trayectoria sugerida en la tabla anterior. No obstante, el programa es flexible en lo que concierne la elección de optativas por parte del estudiante, así como por la elección del momento para acreditar las actividades académicas complementarias.

Descripción y registro de las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento

El Doctorado en Ciencias de la Computación tiene tres Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC): Cómputo Centrado en la Persona, Ingeniería de Software y Metodologías de Cómputo. A continuación, se describen brevemente cada una de ellas.

LGAC1. Cómputo Centrado en la Persona

Esta línea estudia a los sistemas humano-computadora de iniciativa mixta. Se desarrollan propuestas originales en temas de Interacción Humano-Computadora, Diseño de interacción, Cómputo colaborativo y social, Computación ubicua y móvil, Visualización, Accesibilidad.

LGAC2. Ingeniería de Software

Esta línea estudia al Software y a su ingeniería. Se desarrollan propuestas en temas de organización, de propiedades y métricas, de notaciones y herramientas, así como de creación y gestión de software.

LGAC3. Metodologías de Cómputo

Esta línea estudia métodos, algoritmos y herramientas utilizados para resolver problemas computacionales. Se desarrollan propuestas innovadoras en el ámbito de la programación automática, formalismos de representación de conocimiento,

aprendizaje automático, procesamiento de lenguaje natural y visión por computadora.

La Tabla 16 muestra la distribución, por LGAC, de los integrantes del NAB del programa. Como se puede observar, algunos profesores participan en más de una línea.

| Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento | Descripción | Profesores por LGAC |
|---|---|---|
| LGAC1: Cómputo Centrado en la Persona | Estudia a los sistemas humano-computadora de iniciativa mixta | Dr. Edgard Iván Benítez Guerrero Dra. Ma. Del Carmen Mezura Godoy Dr. Luis Gerardo Montané Jiménez Dr. Alberto Ramírez Martinell Dr. José Rafael Rojano Cáceres Dra. Viviana Yarel Rosales Morales |
| LGAC2: Ingeniería de Software | Estudia al Software y a su ingeniería | Dr. Saúl Domínguez Isidro Dr. Héctor Xavier Limón Riaño Dr. Luis Gerardo Montané Jiménez Dr. Octavio Ocharán Hernández Dra. Viviana Yarel Rosales Morales |
| LGCA3: Metodologías de Cómputo | Estudia métodos, algoritmos y herramientas utilizados para resolver problemas computacionales | Dr. Ismael Everardo Bárcenas Patiño Dr. Edgard Iván Benítez Guerrero Dr. Saúl Domínguez Isidro Dr. Héctor Xavier Limón Riaño Dra. Ma. Del Carmen Mezura Godoy Dr. Guillermo Gilberto Molero Castillo Dr. José Rafael Rojano Cáceres |

Tabla 16. Distribución, por LGAC, del personal académico del NAB del programa

Descripción detallada de las actividades complementarias

Los estudiantes deberán acumular 20 créditos en el área de actividades complementarias. Para ello, cada estudiante deberá realizar cuatro actividades obligatorias, de las cuales tres son pre-establecidas y la cuarta será elegida por el estudiante de un catálogo de opciones. La tabla 17 muestra esta distribución.

| Número | Actividad | Créditos |
|--------|--|----------|
| 1 | Publicación de artículo en revista indizada | 5 |
| 2 | Ponencia en congreso arbitrado especializado | 5 |
| 3 | Estancia de investigación | 5 |
| 4 | Actividad académica optativa | 5 |

Tabla 17. Actividades complementarias del programa.

La publicación de artículos en revistas indizadas tiene como finalidad difundir los resultados (parciales o finales) encontrados en los proyectos de los estudiantes entre la comunidad científica, y de igual manera recibir retroalimentación externa a su trabajo recepcional. Para que el artículo sea válido, el estudiante y el Director de

Tesis deberán formar parte de los autores. Los índices aceptados serán Journal Citation Reports (JCR), Scopus y Web of Science. Para el cumplimiento de esta actividad, el estudiante debe entregar a la coordinación del programa, para artículos publicados, el artículo en extenso, así como la portada, la página legal, la tabla de contenido y evidencia del índice en donde se encuentra la revista. Para artículos aun no publicados, se deberá entregar el artículo, así como la carta de aceptación.

La participación de los estudiantes como ponentes en congresos nacionales o internacionales arbitrados especializados en el área es importante ya que, al someter sus trabajos a arbitrajes externos, se obtiene retroalimentación objetiva sobre el trabajo, además de que se difunden los logros reportados ante la comunidad científica. Además, esto genera una preparación previa en el estudiante para su defensa de trabajo recepcional. Para que el artículo sea válido, el estudiante y el Director de Tesis deberán aparecer como autores. Una vez que el estudiante termine su participación en la presentación de este trabajo, deberá entregar a la coordinación del programa la carta de aceptación del manuscrito, constancia de participación como ponente y la versión final del artículo en extenso, incluyendo portada, índice y página legal.

Con respecto a la estancia de investigación, esta se podrá realizar en una institución educativa o centro de investigación nacional o internacional en modalidades presencial, a distancia o híbrida. Para que una estancia sea válida, deberá contar con el visto bueno del Director de la Tesis y tener una duración mínima de un mes. La participación con entidades externas es importante para poder generar un ambiente de retroalimentación de mejora continua donde se deriven productos sometidos o derivados de actividades de vinculación. Para acreditar esta actividad, el estudiante deberá presentar una carta de liberación firmada por el investigador de la institución receptora.

Para la actividad académica optativa, el estudiante podrá elegir del catálogo de actividades académicas que se encuentran en la Tabla 18.

| Número | Actividad académica optativa |
|--------|--|
| 1 | Publicación de artículo en revista de investigación arbitrada |
| 2 | Publicación de artículo en revista de divulgación arbitrada |
| 3 | Ponencia en congreso |
| 4 | Registro de software ante el Instituto Nacional de Derechos de Autor |
| 5 | Participación en actividades de divulgación de la ciencia |
| 6 | Curso de sustentabilidad o derechos humanos |

Tabla 18. Actividades complementarias optativas

Las publicaciones de artículos de investigación o divulgación en revistas arbitradas tienen los mismos objetivos que la publicación en revista indizada mencionada

anteriormente. De igual forma, se deben entregar las mismas evidencias, excepto el índice de la revista dado que no aplica.

En cuanto a la ponencia en congreso, tiene el mismo objetivo que la ponencia en congreso arbitrado especializado, pero en este caso el congreso puede ser general y no se requiere evidencia de arbitraje. La evidencia por entregar a la Coordinación para acreditar esta actividad es la constancia de la ponencia realizada.

Referente al registro de software ante el INDAUTOR, los estudiantes podrán registrar productos de software derivados de su proyecto doctoral y que se habrán realizado en colaboración con su Director de Tesis. Para acreditar esta actividad, el estudiante deberá entregar a la Coordinación del DCC el certificado correspondiente donde se indique que el estudiante y el Director de Tesis son autores del software registrado. Asociado al certificado, el estudiante también deberá entregar a la coordinación un reporte técnico detallado que describa el desarrollo del software, señalando con claridad el objetivo del desarrollo, la generación de valor y el sector de incidencia y/o impacto para el beneficiario. Esto debe de estar acompañado de la descripción detallada de los logros, las etapas requeridas para su elaboración y los actores participantes en el desarrollo. En cada etapa del desarrollo se deben señalar las acciones realizadas y los recursos invertidos.

Los estudiantes podrán participar en otras actividades de difusión de la ciencia, diferentes a las ponencias. La evidencia por entregar a la Coordinación para acreditar esta actividad es la constancia oficial de la actividad realizada.

Finalmente, el estudiante podrá presentar evidencia de haber tomado un curso sobre derechos humanos o sustentabilidad. Para que sea válido, el estudiante deberá presentar a la Coordinación del DCC una constancia emitida por la Universidad Veracruzana u otra institución de prestigio de que el curso constó de al menos 20 horas y que el estudiante lo aprobó.

Alternativas de movilidad académica

Se contemplan las siguientes modalidades para la movilidad académica:

- Movilidad al interior de la Facultad de Estadística e Informática. Considerando que en la entidad académica se ofrecen diferentes programas de posgrado relacionados con la Informática y la Computación. El estudiante podrá cursar experiencias educativas de su interés.
- Movilidad al interior de la Universidad Veracruzana en las diferentes entidades académicas que la conforman.
- Movilidad externa hacia otros organismos e Instituciones de Educación Superior, de acuerdo con convenios académicos de vinculación nacional e internacional suscritos por la Universidad Veracruzana.

Sistema de tutorías

Cada estudiante del Doctorado en Ciencias de la Computación tendrá asignado un tutor académico, quién será el encargado de dar seguimiento a la trayectoria del estudiante en el programa. Se plantea llevar a cabo al menos tres sesiones de tutoría en cada semestre, cuyos resultados serán registrados por el tutor en el sistema que la Universidad Veracruzana ponga a disposición para tal efecto.

IX. DURACIÓN DE LOS ESTUDIOS

El programa del Doctorado tiene una duración máxima de ocho semestres (cuatro años).

X. DESCRIPCIÓN DEL RECONOCIMIENTO ACADÉMICO

El grado que se otorga es: Doctor en Ciencias de la Computación / Doctora en Ciencias de la Computación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACM, AIS, IEEE CS (2005). Computing Curricula 2005: The Overview Report.
- ANUIES (2022). Anuarios Estadísticos de Educación Superior - ANUIES. (n.d.). Anuiex.mx. Accedido el 29 de agosto del 2023, en <http://www.anuiex.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2019). Ley General de Educación. Sitio web de la Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lge/LGE_orig_30sep19.pdf
- CEPAL (2020). el Caribe, C. E. P. A. L. y. (2020). Cambio tecnológico, mercado de trabajo y ocupaciones emergentes en México.
- CONAHCYT (2023). Portal de consultas del Sistema Nacional de Posgrados (SNP). Disponible en <<http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultaSNP/?c=Consulta&a=Index>> [24-08-2023]
- Diario Oficial de la Federación. (2019, Julio 12). PLAN Nacional de Desarrollo 2019-2024. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019
- Diario Oficial de la Federación. (2023, Mayo 8). LINEAMIENTOS del Sistema Nacional de Posgrados del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y

- Tecnologías. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5688048&fecha=08/05/2023
- Diario Oficial de la Federación. (2023, Agosto 16). Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación, y se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales y de la Ley de Planeación. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5698698&fecha=16/08/2023
- Diario Oficial de la Federación. (2023, Mayo 8). PROGRAMA Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2024. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5639501&fecha=28/12/2021
- Eden, A. H. (2007). Three Paradigms of Computer Science. *Minds and Machines*, 17, 135-167.
- García-Barrios, R. (s.f.). ¿Qué son los PRONACES? Conahcyt.Mx. <https://conahcyt.mx/que-son-los-pronaces/>. [31-08-2023].
- Gobierno del Estado de Veracruz (2019). Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024 <http://www.veracruz.gob.mx/programadegobierno/2019/06/06/plan-veracruzano-de-desarrollo-2019-2024/> [31-08-2023]
- INEGI (2017). Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2016. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponibles en <www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825087357> [20-01-2017]
- KEYSTONE (2023). PhD Programs in Computer Science 2023. Disponible en <<https://www.phdstudies.com/phd/computer-science>> [23-08-2023]
- PND (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Gobierno de la República. Disponible en <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/487316/PND_2019-2024.pdf> [09-08-2023]
- PROSOFT (2017). Estado actual y perspectivas del capital humano en el sector TI y servicios relacionados. Programa para el Desarrollo de la Industria del Software y la Innovación, Secretaría de Economía. Disponible en <https://prosoft.economia.gob.mx/Imagenes/ImagenesMaster/Estudios%20Prosoft/GREF_21.pdf> [20-01-2017]
- SEP (2016). Programas de Posgrado por Institución, Datos y Recursos. Secretaría de Educación Superior. Disponible en <<https://datos.gob.mx/busca/dataset/programas-de-posgrado-por-institucion>> [16-01-2017]
- Universidad Veracruzana (2017). Plan General de Desarrollo 2030 <https://www.uv.mx/veracruz/odontologia/files/2017/07/UV-Plan-General-2030.pdf> [31-08-2023]
- Universidad Veracruzana (2021). Programa de Trabajo 2021-2025 <https://www.uv.mx/documentos/files/2022/03/Programa-Trabajo-2021-2025.pdf> [31-08-2023]
- Universidad Veracruzana (2022). Plan Estratégico para el Fortalecimiento da la Investigación y Posgrado 2022-2031

<https://www.uv.mx/documentos/files/2023/08/PEFIP-2022-2031.pdf> [31-08-2023]

United Nations, Department of Economic and Social Affairs-Sustainable Development. (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Nomos/Hart.

**ANEXO A.
PROGRAMAS DE ESTUDIO**

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

DATOS GENERALES

Nombre del Curso

INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN I

PRESENTACIÓN GENERAL

Justificación

Esta Experiencia Educativa contribuye de manera articulada con otras EE a la preparación del estudiante con relación al desarrollo de su proyecto de tesis y temas relacionados que sean necesario en su formación como investigador. Esta EE introduce al estudiante en los conceptos de investigación en Ciencias de la Computación, a la revisión de la literatura y al planteamiento de problemas de investigación.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

El estudiante relacionará conceptos, modelos y técnicas de las Ciencias de la Computación y Metodología de la Investigación que serán necesarios para su formación como investigador y desarrollar su trabajo de tesis doctoral.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1

Introducción a la Investigación en Ciencias de la Computación

Objetivos Particulares

El estudiante conocerá temas de interés sobre la Investigación en Ciencias de la Computación

Temas

1. El método científico
2. Fuentes de información
 - 2.1. Bases de datos especializadas o bibliotecas digitales
 - 2.2. Estilos de citas y referencias bibliográficas
 - 2.3. Gestores de citas o referencias bibliográficas
 - 2.4. Buscadores académicos
3. Planeación del trabajo de investigación
 - 3.1. ¿Qué es un diagrama de Gantt y para qué sirve?
 - 3.2. ¿Cómo se realiza un diagrama de Gantt?
 - 3.3. Uso de un diagrama de Gantt para la elaboración del cronograma de trabajo

| UNIDAD 2 |
|---|
| Revisión de la literatura y construcción del marco teórico |
| Objetivos particulares |
| El estudiante conocerá los temas relacionados a la Revisión de la literatura e identificará cómo construir el marco teórico |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Indización de documentos y principales índices <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Revistas indizadas 1.2. El JCR 2. Revisión de la literatura o del estado del arte <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Tipos de revisiones de la literatura 2.2. Metodologías de revisión de la literatura 3. El marco teórico y su construcción |

| UNIDAD 3 |
|--|
| Planteamiento del problema de investigación |
| Objetivos particulares |
| El estudiante conocerá temas relacionados con el planteamiento del problema de investigación. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué es plantear el problema de investigación? 2. ¿Qué elementos contiene el planteamiento del problema? 3. Tipos de planteamientos del problema según su propósito |

| TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Exposición oral. • Exposición audiovisual. • Seminarios. • Lecturas obligatorias. • Discusión de temas. • Trabajo de investigación. |

| EQUIPO NECESARIO |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Libros de texto. • Presentaciones Multimedia. • Documentos digitales. • Software especializado. • Conexión a Internet. • Sistema de videoconferencia. |

BIBLIOGRAFÍA

1. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). Metodología de la investigación (Vol. 4, pp. 310-386). México: McGraw-Hill Interamericana.
2. Kumar, R. (2018). Research methodology: A step-by-step guide for beginners. Research methodology, 1-528.
3. Murray, R. (2017). How to write a thesis. McGraw-Hill Education (UK).
4. Kitchenham, B., Brereton, O. P., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review. Information and software technology, 51(1), 7-15.
5. Petersen, K., Vakkalanka, S., & Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. Information and software technology, 64, 1-18.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

<https://dl.acm.org/>
<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>
<https://link.springer.com/>
<https://scholar.google.com/>
<https://www.biblionline.pearson.com/>
<https://www.scopus.com/>

Otros Materiales de Consulta

No aplica

EVALUACIÓN

| SUMATIVA | | | |
|-----------------------------|--|--|------------|
| Aspecto a Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
| Comprensión Teórica | Examen escrito | Respuestas a preguntas | 30% |
| Habilidades de Comunicación | Evaluación de presentaciones sobre temáticas relacionadas | Presentaciones orales y láminas | 30% |
| Capacidad analítica | Discusión oral en presentaciones en clase de actividades extra-clase | Reportes de lecturas y presentaciones en clase frente al grupo | 40% |
| Total | | | 100% |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

DATOS GENERALES

Nombre del Curso

INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN II

PRESENTACIÓN GENERAL

Justificación

Esta Experiencia Educativa contribuye de manera articulada con otras EE a la preparación del estudiante con relación al desarrollo de su proyecto de tesis y temas relacionados que sean necesario en su formación como investigador. Esta EE profundiza en los tipos de investigación, la noción de hipótesis, errores en la investigación (sesgos y plagio), así como en el diseño experimental.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

El estudiante relacionará conceptos, modelos y técnicas de las Ciencias de la Computación y Metodología de la Investigación que serán necesarios para su formación como investigador y desarrollar su trabajo de tesis doctoral.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1

Tipos de investigación

Objetivos particulares

El estudiante conocerá los tipos de investigación existentes

Temas

1. Investigación cuantitativa
2. Investigación cualitativa
3. Investigación mixta
4. ¿Cómo se originan las investigaciones cuantitativas, cualitativas o mixtas?

UNIDAD 2

La hipótesis

Objetivos particulares

El estudiante conocerá los tipos de hipótesis y cómo formular una hipótesis de investigación

| Temas |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué son las hipótesis? 2. ¿Cuándo se deben formular hipótesis? 3. Tipos de hipótesis 4. Características de las hipótesis 5. Formulación de la hipótesis de investigación |

| UNIDAD 3 |
|---|
| Errores en la investigación |
| Objetivos particulares |
| El estudiante conocerá los errores en la investigación con la finalidad de evitarlos |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Tipos de errores en la investigación <ol style="list-style-type: none"> 1.1. El error aleatorio 1.2. El error sistemático 2. El sesgo <ol style="list-style-type: none"> 2.1. ¿Qué es el sesgo? 2.2. Tipos de sesgo 2.3. ¿Cómo evitar el sesgo? 3. El plagio <ol style="list-style-type: none"> 3.1. ¿Qué es el plagio? 3.2. Tipos de plagio 3.3. ¿Cómo evitar el plagio? 3.4. Herramientas antiplagio 4. Derechos de autor |

| UNIDAD 4 |
|--|
| Diseño experimental |
| Objetivos particulares |
| El estudiante conocerá temas relacionados con el diseño experimental |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño de investigación 2. Diseño experimental y no experimental 3. Diseño experimental <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Las variables: dependiente e independiente 3.2. El diseño del experimento y su validez |

| TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Exposición oral. • Exposición audiovisual. • Seminarios. • Lecturas obligatorias. • Discusión de temas. |

- Trabajo de investigación.

EQUIPO NECESARIO

- Libros de texto.
- Presentaciones Multimedia.
- Documentos digitales.
- Software especializado.
- Conexión a Internet.
- Sistema de videoconferencia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). Metodología de la investigación (Vol. 4, pp. 310-386). México: McGraw-Hill Interamericana.
2. Kumar, R. (2018). Research methodology: A step-by-step guide for beginners. Research methodology, 1-528.
3. Murray, R. (2017). How to write a thesis. McGraw-Hill Education (UK).
4. Kitchenham, B., Brereton, O. P., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review. Information and software technology, 51(1), 7-15.
5. Petersen, K., Vakkalanka, S., & Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. Information and software technology, 64, 1-18.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

<https://dl.acm.org/>
<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>
<https://link.springer.com/>
<https://scholar.google.com/>
<https://www.biblionline.pearson.com/>
<https://www.scopus.com/>

Otros Materiales de Consulta:

No aplica

| EVALUACIÓN | | | |
|-----------------------------|--|--|-------------------|
| SUMATIVA | | | |
| Aspecto a Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
| Comprensión Teórica | Examen escrito | Respuestas a preguntas | 30% |
| Habilidades de Comunicación | Evaluación de presentaciones sobre temáticas relacionadas | Presentaciones orales y láminas | 30% |
| Capacidad analítica | Discusión oral en presentaciones en clase de actividades extra-clase | Reportes de lecturas y presentaciones en clase frente al grupo | 40% |
| Total | | | 100% |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

DATOS GENERALES

Nombre del Curso

PROYECTO DE INVESTIGACION I

PRESENTACIÓN GENERAL

Justificación

Experiencia educativa (EE) diseñada para que el estudiante se familiarice con su tema de investigación y determine posibles nichos de oportunidad que puedan abordarse durante la realización de sus estudios doctorales. La EE brinda los conocimientos y habilidades necesarios para detectar, comprender y analizar trabajos relacionados a su tema de investigación, así como para elaborar propuestas de investigación.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

El estudiante adquirirá las competencias específicas que le permitirán identificar y abordar metodológicamente problemas del área de Ciencias de la Computación con el fin de proponer líneas de desarrollo para su protocolo de investigación a través del sustento en un marco teórico, la revisión de la literatura y el planteamiento del problema, empleando herramientas de investigación y concluyendo con la redacción de resultados preliminares.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1

Investigación y Desarrollo en Ciencias de la Computación

Objetivos particulares

Proporcionar al estudiante los elementos teóricos que le permitan identificar, analizar y formular problemas de investigación y de desarrollo tecnológico en las Ciencias de la Computación

Temas

1. El proceso de investigación
2. Búsqueda y revisión bibliográfica
3. Formulación de preguntas de investigación

4. Diseño de la investigación
5. Recolección de datos
6. Ética y confidencialidad

UNIDAD 2

Protocolo de Investigación

Objetivos particulares

El estudiante contextualizará y fundamentará su investigación con base en la indagación, organización y análisis de la literatura existente, identificando las áreas de oportunidad y la problemática a resolver. Como resultado planteará una primera versión del protocolo de investigación.

Temas

1. Estructura
 - 1.1. Título
 - 1.2. antecedentes
 - 1.3. definición del problema
 - 1.4. justificación
 - 1.5. objetivo
 - 1.6. supuestos e hipótesis
 - 1.7. esquema de fundamentos
 - 1.8. método
 - 1.9. cronograma
 - 1.10. presupuesto
 - 1.11. difusión
 - 1.12. consultas
2. Búsqueda documental
3. Uso de referencias y bibliografía especializada

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Exposición oral en clase
- Exposición audiovisual.
- Análisis de lecturas obligatorias.
- Discusión de temas en clase
- Trabajo de investigación.

EQUIPO NECESARIO

- Libros de texto.
- Presentaciones Multimedia.
- Documentos digitales.
- Software especializado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bairagi, V., & Munot, M. V. (Eds.). (2019). Research methodology: A practical and scientific approach. CRC Press.
2. Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. Sage Publications.
3. Kumar, R. (2018). Research methodology: A step-by-step guide for beginners. Research methodology, 1-528.
4. Murray, R. (2017). How to write a thesis. McGraw-Hill Education (UK).
5. Peter Bock, Getting It Right – R&D Methods for Science and Engineering, Academia Press, 2001. ISBN: 9780121088521
6. Strunk, W., & White, E. B. (2000). The Elements of Style. Allyn & Bacon.
7. Montemayor H. Ma. Velia & al. Guía para la Investigación Documental. Trillas 2002.
8. Schmelkes Corina & Elizondo Nora. Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación (Tesis). Oxford University Press, Tercera Edición, 2010. ISBN: 9786074260915
9. Hernández S.R. Metodología de la Investigación. Mc. Graw Hill, 2014. ISBN: 9781456223960.
10. Davis, M. & Davis, K.J. & Dunagan, M. Scientific Paper and Presentations: Navigation Scientific Communication in Today's World. Elsevier Science, 2012. ISBN 9780123847287.
11. Bibliografía relacionada con el tema tesis

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

No aplica

OTROS MATERIALES DE CONSULTA

No aplica

EVALUACIÓN

| SUMATIVA | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--|------------|
| Aspecto a Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
| Contextualización de la investigación | Primera versión del protocolo | Protocolo escrito con referencias y presentado ante jurado | 50% |
| Habilidades de Comunicación | Presentación de resultados | Argumentación frente a un jurado | 30% |

| | | | |
|---------------------|-------------------------------|---|------|
| Capacidad Analítica | Sesiones de retroalimentación | Presentaciones y trabajo en clase y extra-clase | 20% |
| Total | | | 100% |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

DATOS GENERALES

Nombre del Curso

PROYECTO DE INVESTIGACION II

PRESENTACIÓN GENERAL

Justificación

Experiencia educativa (EE) diseñada para que el estudiante desde una posición crítica y argumentativa determine el propósito de su investigación. Para ello, con base en la metodología de investigación elegida, planteará una propuesta de investigación sustentada en dar respuesta a la pregunta de investigación, el diseño experimental y la posible recolección de datos preliminares. Esta Experiencia Educativa contribuye en la formación del estudiante con los conocimientos y habilidades necesarios para integrar el protocolo de investigación.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

El estudiante adquirirá las competencias específicas que le permitirán describir los objetivos, diseño y metodología a considerar para la organización y desarrollo de una investigación o experimento científico en las Ciencias de la Computación.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1

Objetivo y justificación de la investigación

Objetivos particulares

El estudiante definirá el objetivo general y los objetivos específicos de su investigación mediante el análisis minucioso del estado del arte, así como la justificación de la investigación.

Temas

1. Tipo de investigación
 - 1.1. Diseño, descriptiva, experimental, exploratoria, explicativa
 - 1.2. Redacción

UNIDAD 2

Hipótesis

| |
|--|
| Objetivos particulares |
| El estudiante realizará el planteamiento de la(s) hipótesis de su investigación |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Características de la hipótesis <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Tipos de hipótesis 1.2. Formulación 1.3. Variables 2. Errores 3. Comprobación |

| |
|--|
| UNIDAD 3 |
| Estado del arte |
| Objetivos particulares |
| El estudiante elaborará un análisis minucioso del estado arte, el cual le permite comparar y guiar su investigación. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión de la literatura 2. Criterios de inclusión/exclusión 3. Tipos de revisión 4. Análisis descriptivo y comparativo |

| |
|---|
| UNIDAD 4 |
| Materiales y método |
| Objetivos particulares |
| El estudiante definirá los materiales y las fases de desarrollo de su investigación, realizando un cronograma de actividades, planteando publicación de resultados y estancias de investigación y desarrollo. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Plan de desarrollo de la investigación 2. Recolección de datos 3. Cronograma 4. Difusión |

| |
|--|
| TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS |
| <ul style="list-style-type: none"> • Exposición oral en clase • Exposición audiovisual. • Análisis de lecturas obligatorias. • Discusión de temas en clase • Trabajo de investigación |

| |
|--|
| EQUIPO NECESARIO |
| <ul style="list-style-type: none"> • Libros de texto. |

- Presentaciones multimedia.
- Documentos digitales.
- Software especializado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bairagi, V., & Munot, M. V. (Eds.). (2019). Research methodology: A practical and scientific approach. CRC Press.
2. Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. Sage Publications.
3. Kumar, R. (2018). Research methodology: A step-by-step guide for beginners. Research methodology, 1-528.
4. Murray, R. (2017). How to write a thesis. McGraw-Hill Education (UK).
5. Peter Bock, Getting It Right – R&D Methods for Science and Engineering, Academia Press, 2001. ISBN: 9780121088521
6. Ridley, D. (2012). The literature review: A step-by-step guide for students.
7. Strunk, W., & White, E. B. (2000). The Elements of Style. Allyn & Bacon.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

No aplica

OTROS MATERIALES DE CONSULTA

No aplica

EVALUACIÓN

| SUMATIVA | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--|------------|
| Aspecto a Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
| Contextualización de la investigación | Versión final del protocolo | Protocolo escrito con referencias y presentado ante jurado | 50% |
| Habilidades de Comunicación | Presentación de resultados | Argumentación frente a un jurado | 30% |
| Capacidad Analítica | Sesiones de retroalimentación | Presentaciones y trabajo en clase y extra-clase | 20% |
| Total | | | 100% |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

DATOS GENERALES

Nombre del Curso

SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN I

PRESENTACIÓN GENERAL

Justificación

El marco teórico en un trabajo de investigación proporciona un contexto esencial para su comprensión, y en conjunto con la revisión del estado del arte, ayuda a determinar qué métodos y enfoques son apropiados para abordar las preguntas de investigación y establecer una contribución en el área de estudio. En esta experiencia educativa el estudiante adquirirá los conocimientos teórico-prácticos necesarios sobre la elaboración del marco teórico de la investigación o marco referencial, así como la elaboración sistemática del estado del arte. El propósito de esta experiencia educativa está orientado a que el estudiante logre redactar el segundo capítulo del documento de tesis doctoral en Ciencias de la Computación con base en los lineamientos y cualidades de la redacción científica: claridad y sencillez, precisión, originalidad, rigor científico y sistematización.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

El estudiante elaborará el marco teórico de la investigación y hará una revisión sistemática del estado del arte, los cuales son el compendio de una serie de elementos conceptuales que sirven de base para el desarrollo del proyecto de tesis doctoral en Ciencias de la Computación. Este marco teórico y estado del arte deben ser elaborados con base en una revisión y un análisis exhaustivo de los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y la elaboración de fichas de texto.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1

Antecedentes de la investigación

Objetivos particulares

- El estudiante analizará estudios previos relacionados con el objeto de estudio, esto es, investigaciones realizadas anteriormente y que guardan alguna vinculación con el problema en estudio.
- El estudiante identificará los autores, el año en que se realizaron los estudios, los objetivos y principales hallazgos de estos.

- El estudiante delimitará el objeto de estudio, y por consiguiente los propósitos de la investigación, con base en la búsqueda de elementos teóricos sólidos.

Temas

El contenido temático se diversificará durante el semestre en diferentes secciones y subtemas relacionados con los antecedentes de la investigación científica y la redacción de trabajos científicos.

UNIDAD 2

Bases teóricas

Objetivos particulares

- El estudiante revisará conceptos que constituyen un punto de vista o enfoque determinado relacionado con el objeto de estudio.
- El estudiante dividirá y analizará los tópicos que integran la temática tratada.
- El estudiante analizará la posición de distintos autores sobre el problema u objeto de investigación.

Temas

El contenido temático se diversificará durante el semestre en diferentes secciones y subtemas relacionados las bases teóricas.

UNIDAD 3

Elaboración de fichas de texto

Objetivos particulares

- El estudiante revisará, analizará y discutirá artículos de interés en el área de las Ciencias de la Computación.
- El estudiante ubicará el problema en un enfoque teórico determinado.
- El estudiante analizará la relación entre la teoría y el objeto de estudio.

Temas

El contenido temático se diversificará durante el semestre en diferentes secciones y subtemas relacionados con la elaboración de fichas de texto.

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Exposición oral.
- Exposición audiovisual.
- Seminarios.
- Lecturas obligatorias.
- Discusión de temas.
- Trabajo de investigación.

EQUIPO NECESARIO

- Libros de texto.

- Presentaciones multimedia.
- Documentos digitales.
- Software especializado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alzate Ibáñez, A. M. & López Niño, D. (2018). El estado del arte y el marco teórico en la investigación: una base para el desarrollo de trabajos de grado. 1. Publicaciones Universidad de América. <https://elibro.net/en/lc/bibliotecauv/titulos/223230>
2. Alcina, J. (1994). Aprender a investigar: métodos de trabajo para la redacción de tesis doctorales. España: Compañía Literaria.
3. Arias, F. (1999). El proyecto de investigación, guía para su elaboración. 3a Ed. Venezuela: Episteme.
4. Belmonte, M. (2002). Enseñar a investigar. Orientaciones prácticas. España: Ediciones Mensajero.
5. Berndtsson, M., Olsson, B., Hansson, J. y Lundell, B. (2008). Thesis Projects. A Guide for Students in Computer Science and Information Systems. 2a ed. Inglaterra: Springer.
6. Day, R. (2005). Cómo escribir y publicar trabajos científicos. 3a ed. Estados Unidos: Organización Panamericana de la Salud.
7. Eco, U. (1992). Cómo se hace una tesis: técnicas y procedimientos de estudio, investigación y escritura. 11a ed. España: Gedisa.
8. Ketele, J. y Roegiers, X. (1995). Metodología para la recogida de información. España: La Muralla.
9. Sautu, R. (2010). Manual de metodología: construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología. CLACSO. <https://elibro.net/en/lc/bibliotecauv/titulos/76355>
10. Tamayo, M. (1994). El proceso de investigación científica. 3a ed. México: Limusa.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

1. Glasgow, R. (n.d.). Library Guides: Computer Science: Systematic Reviews. Guides.library.unr.edu. Retrieved September 12, 2023, from <https://guides.library.unr.edu/c.php?g=51145&p=7853775>

OTROS MATERIALES DE CONSULTA

1. Carrera-Rivera, A., Ochoa, W., Larrinaga, F., & Lasa, G. (2022). How-to conduct a systematic literature review: A quick guide for computer science research. *MethodsX*, 9, 101895. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101895>
2. Kitchenham, B., Brereton, O. P., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review. *Information and software technology*, 51(1), 7-15.

3. Page M J, Moher D, Bossuyt P M, Boutron I, Hoffmann T C, Mulrow C D et al. PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews BMJ 2021; 372:n160 doi:10.1136/bmj.n160
4. Page MJ, Moher D, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. BMJ 2021;372:n160. doi: 10.1136/bmj.n160
5. Götz, Sebastian. (2018). Supporting systematic literature reviews in computer science: the systematic literature review toolkit. In Proceedings of the 21st ACM/IEEE International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems: Companion Proceedings (MODELS '18). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 22–26. <https://doi.org/10.1145/3270112.3270117>

| EVALUACIÓN | | | |
|---|---|---|-------------------|
| SUMATIVA | | | |
| Aspecto a Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
| Habilidades de investigación | Revisión de avances de la revisión sistemática de la literatura | Reportes de avances | 20 |
| Comprensión del análisis de la literatura | Revisión del marco teórico y estado del arte | Documento de tesis al 20% que comprende marco teórico y el estado del arte en el tema propuesto y presentado ante un comité | 50 |
| Habilidades de Comunicación | Presentación oral | Presentación de avance ante un comité | 30 |
| Total | | | 100 |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

| DATOS GENERALES |
|--------------------------------------|
| Nombre del Curso |
| SEMINARIO DE INVESTIGACION II |

| PRESENTACIÓN GENERAL |
|---|
| Justificación |
| En esta experiencia educativa el estudiante adquirirá los conocimientos teórico-prácticos sobre los métodos y la metodología de la investigación científica para la caracterización y diseño de una propuesta de solución sobre el objeto de estudio en Ciencias de la Computación. Se espera además que el estudiante defina con claridad el aporte científico-tecnológico de su trabajo de investigación. |

| OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO |
|--|
| El estudiante establecerá los métodos de investigación para el desarrollo de su tesis doctoral. La elección de uno o más métodos se hará por su finalidad (básica y aplicada), por su alcance temporal (transversal y longitudinal), por su profundidad (exploratoria, descriptiva y explicativa), por sus fuentes (primarias, secundarias y mixtas), por su carácter (cuantitativa y cualitativa), por su naturaleza (documental, empírica, experimental y encuestas), y por su marco de trabajo (campo y laboratorio). |

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

| UNIDAD 1 |
|--|
| Proceso de investigación científica |
| Objetivos particulares |
| El estudiante definirá normas generales del proceso de investigación científica según los requerimientos de su objeto de estudio. |
| Temas |
| El contenido temático se diversificará durante el semestre en diferentes secciones y subtemas relacionados con el proceso de investigación científica. |

| UNIDAD 2 |
|--|
| Caracterización y diseño de la investigación |
| Objetivos particulares |

El estudiante definirá una estrategia metodológica para la caracterización y diseño de su investigación.

Temas

El contenido temático se diversificará durante el semestre en diferentes secciones y subtemas relacionados la caracterización y diseño de la investigación.

UNIDAD 3

Elección de los métodos de investigación

Objetivos particulares

El estudiante elegirá los métodos adecuados para su investigación doctoral, ya sea por su finalidad, alcance temporal, profundidad, fuentes, naturaleza, entre otros.

Temas

El contenido temático se diversificará durante el semestre en diferentes secciones y subtemas relacionados con la elección de los métodos de investigación.

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Exposición oral.
- Exposición audiovisual.
- Seminarios.
- Lecturas obligatorias.
- Discusión de temas.
- Trabajo de investigación.

EQUIPO NECESARIO

- Libros de texto.
- Presentaciones multimedia.
- Documentos digitales.
- Software especializado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arias, F. (1999). El proyecto de investigación, guía para su elaboración. 3a Ed. Venezuela: Episteme.
2. Berndtsson, M., Olsson, B., Hansson, J. y Lundell, B. (2008). Thesis Projects. A Guide for Students in Computer Science and Information Systems. 2a ed. Inglaterra: Springer.
3. Coria, A., Pastor, I. y Torres, Z. (2013). Propuesta de metodología para elaborar una investigación científica en el área de Administración de Negocios. Pensamiento & Gestión, 35, 2-24.
4. Eco, U. (1992). Cómo se hace una tesis: técnicas y procedimientos de estudio, investigación y escritura. 11a ed. España: Gedisa.
5. Hernández, R. (1998). Metodología de la investigación 2a. ed. México: McGraw-Hill.
6. Ketele, J. y Roegiers, X. (1995). Metodología para la recogida de información. España: La Muralla.
7. Tamayo, M. (1994). El proceso de investigación científica. 3a ed. México: Limusa.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

No aplica

OTROS MATERIALES DE CONSULTA

No aplica

EVALUACIÓN

| SUMATIVA | | | |
|---|--|--|------------|
| Aspecto a Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
| Habilidades de investigación | Revisión de avances | Reportes de avances | 20 |
| Comprensión del análisis de la literatura | Revisión del marco teórico y estado del arte | Documento de tesis al 40% que comprende la propuesta de solución y presentado ante un comité | 50 |
| Habilidades de Comunicación | Presentación oral | Presentación de avance ante un comité | 30 |
| Total | | | 100 |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

DATOS GENERALES

Nombre del Curso

SEMINARIO DE TESIS I

PRESENTACIÓN GENERAL

Justificación

Esta experiencia educativa está diseñada para que el estudiante, una vez que tenga definido el método de investigación para su proyecto de tesis, obtenga las competencias requeridas para implementar el método de investigación. En esta experiencia educativa, el estudiante adquiere las competencias necesarias para desarrollar un análisis de primeros resultados que se reportarán en el documento de tesis.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

El estudiante reportará avances preliminares con respecto a la implementación del método de investigación seleccionado, a partir de una selección que considera los siguientes aspectos para la investigación, por su finalidad (básica y aplicada), por su alcance temporal (transversal y longitudinal), por su profundidad (exploratoria, descriptiva y explicativa), por sus fuentes (primarias, secundarias y mixtas), por su carácter (cuantitativa y cualitativa), por su naturaleza (documental, empírica, experimental y encuestas), y por su marco de trabajo (campo y laboratorio).

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1

Implementación del método de investigación

Objetivos particulares

El estudiante pondrá en ejecución la fase experimental de la investigación correspondiente a su proyecto de tesis.

Temas

Análisis y/o experimento preliminar para la consecución de al menos un objetivo del proyecto de tesis.

UNIDAD 2

| |
|---|
| Recolección de los primeros resultados |
| Objetivos particulares |
| El estudiante reportará primeros resultados con respecto a la ejecución de la investigación correspondiente a su proyecto de tesis. |
| Temas |
| Análisis y/o experimento preliminar para la consecución de al menos un objetivo del proyecto de tesis. |

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Exposición oral.
- Exposición audiovisual.
- Seminarios.
- Lecturas obligatorias.
- Discusión de temas.
- Trabajo de investigación.

EQUIPO NECESARIO

- Libros de texto.
- Presentaciones multimedia.
- Documentos digitales.
- Software especializado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Angela Dean, Daniel Voss, Danel Draguljic (2017). Design and Analysis of Experiments. 2ª. Edición. Springer.
2. Bairagi, V., & Munot, M. V. (Eds.). (2019). Research methodology: A practical and scientific approach. CRC Press.
3. Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. Sage Publications.
4. Faryadi, Q. (2019). PhD Thesis Writing Process: A Systematic Approach--How to Write Your Methodology, Results and Conclusion. Online Submission, 10, 766-783.
5. Kumar, R. (2018). Research methodology: A step-by-step guide for beginners.
6. Research methodology, 1-528.
7. Montgomery, D.C. (2019). Design and Analysis of Experiments. 10ma. edición. Wiley.
8. Murray, R. (2017). How to write a thesis. McGraw-Hill Education (UK).
9. Peter Bock, Getting It Right – R&D Methods for Science and Engineering, Academia Press, 2001. ISBN: 9780121088521

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

1. Briony J. Oates (2006). Researching Information Systems and Computing. The Aldel Press, Oxford.
https://www.google.com.mx/books/edition/Researching_Information_Systems_and_Comp/5TxdBAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=research+methodology+in+computer+science&printsec=frontcover

OTROS MATERIALES DE CONSULTA

1. Berndtsson, M., Olsson, B., Hansson, J. y Lundell, B. (2008). Thesis Projects. A Guide for Students in Computer Science and Information Systems. 2a ed. Inglaterra: Springer.
2. Gutiérrez-Pulido, H. y Vara-Salazar, R. (2012). Análisis y Diseño de Experimentos. 3ra. Edición. McGraw-Hill.
3. Velasco, Marisa (2002). Experimentación y Técnicas Computacionales. Theoria: Revista de Teoría, Historia y Fundamentos de la Ciencia 17 (2):317-331.

EVALUACIÓN

| SUMATIVA | | | |
|---|--|--|------------|
| Aspecto a Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
| Habilidades de investigación | Revisión de avances de la fase experimental | Reportes de avances | 10% |
| Habilidades de Comunicación | Revisión del diseño e implementación de la fase experimental | Documento de tesis al 60% que comprende el diseño e implementación de la fase experimental presentado ante un comité | 60% |
| Comprensión del análisis de la literatura | Presentación oral | Presentación de avance ante un comité | 30% |
| Total | | | 100% |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

DATOS GENERALES

Nombre del Curso

SEMINARIO DE TESIS II

PRESENTACIÓN GENERAL

Justificación

Esta experiencia educativa está diseñada para que el estudiante adquiera las competencias requeridas para la recolección de los datos de la fase de experimentación descrita en método de investigación del proyecto de tesis. También en esta experiencia educativa, el estudiante obtendrá las competencias necesarias para desarrollar un análisis preliminar de los resultados, que se reportarán en forma de publicaciones.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

El estudiante reportará resultados de la fase de experimentación descrita en el método de investigación, tendientes a alcanzar los objetivos de investigación y comprobación de hipótesis, ejecutando el método de investigación descrito en el respectivo plan de trabajo.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1

Discusión de los resultados obtenidos

Objetivos particulares

El estudiante analiza a detalle los resultados contenidos de la fase de experimentación de la investigación correspondiente a su proyecto de tesis.

Temas

Análisis de datos de la fase de experimentación para la consecución de los objetivos del proyecto de tesis.

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Exposición oral.
- Exposición audiovisual.
- Seminarios.
- Lecturas obligatorias.

- Discusión de temas.
- Trabajo de investigación.

| UNIDAD 2 |
|---|
| Descripción de resultados |
| Objetivos particulares |
| El estudiante reportará resultados con respecto a la ejecución de la fase de experimentación de la investigación correspondiente a su proyecto de tesis. |
| Temas |
| Elaboración de reportes de resultados de la fase de experimentación atendiendo la hipótesis planteada y para la consecución de los objetivos del proyecto de tesis. |

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Exposición oral.
- Exposición audiovisual.
- Seminarios.
- Lecturas obligatorias.
- Discusión de temas.
- Trabajo de investigación.

EQUIPO NECESARIO

- Libros de texto.
- Presentaciones Multimedia.
- Documentos digitales.
- Software especializado.

BIBLIOGRAFÍA

1. R.J. Wieringa (2014) Design Science Methodology for Information Systems and Software Engineering. Springer.
2. Parke, Emily C. (2014). Experiments, Simulations, and Epistemic Privilege. Philosophy of Science 81 (4):516-536
3. Velasco, Marisa (2002). Experimentación y Técnicas Computacionales. Theoria: Revista de Teoría, Historia y Fundamentos de la Ciencia 17 (2):317-331.
4. D.C. Montgomery (2019). Design and Analysis of Experiments. 10ma. Edición. Wiley.
5. H. Gutiérrez-Pulido y R. Vara-Salazar (2012). Análisis y Diseño de Experimentos. 3ra. Edición. McGraw-Hill.
6. Angela Dean, Daniel Voss, Danel Draguljic (2017). Design and Analysis of Experiments. 2ª. Edición. Springer.

7. M. Tamayo. (2015). El proceso de la investigación científica. LIMUSA; Edición 5.
8. Las relacionadas con la línea de generación y/o aplicación del conocimiento.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

1. Briony J. Oates (2006). Researching Information Systems and Computing. The Aldel Press, Oxford.
https://www.google.com.mx/books/edition/Researching_Information_Systems_and_Comp/5TxdBAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=research+methodology+in+computer+science&printsec=frontcover

OTROS MATERIALES DE CONSULTA

No aplica

EVALUACIÓN

| SUMATIVA | | | |
|------------------------------|--------------------------------------|---|------------|
| Aspecto a Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
| Habilidades de Investigación | Revisión de avances | Análisis de los datos recopilados | 20% |
| Capacidad analítica | Evaluación crítica | Discusión de resultados del avance del proyecto al 80% presentado ante un comité | 50% |
| Habilidades de comunicación | Evaluación de presentación de avance | Presentación oral del avance del proyecto de tesis al 80% considerando un apoyo visual ante un comité | 30% |
| Total | | | 100% |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

DATOS GENERALES

Nombre del Curso

SEMINARIO DE TESIS III

PRESENTACIÓN GENERAL

Justificación

Esta experiencia educativa está diseñada para que el alumno discuta y analice los resultados de la investigación, responda las preguntas de investigación planteadas y compare sus resultados con otras investigaciones relevantes a su área de conocimiento de las Ciencias de la Computación. Este seminario también le permitirá al alumno continuar con la adquisición de resultados mediante la ejecución de la investigación.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

El alumno discute y analiza los resultados de la investigación, la solución al problema planteado, aplicando técnicas y herramientas computacionales y/o estadísticas.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1

Desarrollo de los métodos

Objetivos particulares

El estudiante continúa desarrollando su proyecto de investigación siguiendo los métodos seleccionados, con la finalidad de obtener los objetivos planteados en el proyecto de investigación.

Temas

1. Desarrollo de los métodos seleccionados
2. Recolección de resultados
3. Técnicas y herramientas computacionales y estadísticas

UNIDAD 2

Presentación y análisis de datos

Objetivos particulares

El estudiante se familiariza con las diferentes maneras de presentar los resultados obtenidos

Temas

1. Presentación de datos no numéricos
2. Presentación de datos numéricos
3. Análisis de datos obtenidos

UNIDAD 3

Presentación de resultados

Objetivos particulares

El estudiante presenta sus resultados obtenidos de forma escrita, asimismo realiza un análisis comparativo considerando otros temas de investigación similares al realizado.

Temas

1. Selección de la forma de presentar los datos obtenidos
2. Redacción de los resultados
3. Análisis de los datos obtenidos con relación a los temas relevantes dada la investigación

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Exposición
- Discusión
- Análisis de lecturas

EQUIPO NECESARIO

- Libros de texto.
- Presentaciones Multimedia.
- Documentos digitales.
- Software especializado.
- Proyector

1. BIBLIOGRAFÍA

1. Faryadi, Q. (2019). PhD Thesis Writing Process: A Systematic Approach--How to Write Your Methodology, Results and Conclusion. *Online Submission*, 10, 766-783.
2. Joyner, R. L., Rouse, W. A., & Glatthorn, A. A. (2018). Writing the winning thesis or dissertation: A step-by-step guide. Corwin press.
3. Dunleavy, P. (2017). Authoring a PHD. Authoring a PhD, 1-297.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

No aplica

OTROS MATERIALES DE CONSULTA

No aplica

EVALUACIÓN**SUMATIVA**

| Aspecto a Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
|------------------------------|---|---|-------------------|
| Habilidades de investigación | Documento de tesis presentado ante un comité | Aval del 95% de avance del documento de tesis | 50% |
| Habilidades de comunicación | Presentación del avance de tesis ante un comité | Rúbricas de evaluación del comité | 30% |
| Contribución original | Revisión del documento de tesis | Rúbrica de revisión del documento de tesis | 20% |
| Total | | | 100% |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

DATOS GENERALES

Nombre del Curso

SEMINARIO DE TESIS IV

PRESENTACIÓN GENERAL

Justificación

En esta experiencia educativa el alumno será orientado para culminar el tema de investigación de manera efectiva y coherente, la redacción de las conclusiones de su proyecto de investigación y en la preparación de la defensa del examen de grado. En este seminario, el alumno desarrollará habilidades que le permitirán analizar, comprender y reportar los trabajos de interés dado su proyecto de investigación, con la finalidad de redactar sus conclusiones y trabajo a futuro; adicionalmente, el alumno recibirá las revisiones pertinentes para mejorar su trabajo de investigación.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

El estudiante concluye su proyecto de investigación y define las posibles líneas de trabajos futuros, asimismo prepara la defensa de la tesis ante el jurado evaluador y se asegurará que su tesis cumpla con los estándares éticos establecidos.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1

Conclusiones y trabajo a futuro

Objetivos particulares

- El estudiante revisará y consolidará todos los capítulos de su tesis.
- El estudiante identificará y abordará cualquier aspecto pendiente en su investigación.

Temas

1. Poner los resultados en el contexto
2. Evaluación del proceso
3. Revisión crítica de cada capítulo de la tesis
4. Técnicas para la redacción de conclusiones.
5. Identificación de contribuciones significativas.
6. Identificando el trabajo a futuro

| UNIDAD 2 |
|---|
| Preparación de la defensa de su proyecto de investigación |
| Objetivos particulares |
| El estudiante desarrolla habilidades para presentar y defender su proyecto de investigación |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño y estructura de la presentación de defensa 2. Desarrollo de la presentación final 3. Consideraciones éticas en la investigación 4. Preparación de la documentación necesaria |

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Seminarios de discusión
- Revisión crítica de pares
- Simulaciones de defensa
- Talleres de presentación efectiva

EQUIPO NECESARIO

- Libros de texto.
- Presentaciones Multimedia.
- Documentos digitales
- Software especializado.

BIBLIOGRAFÍA

Las relacionadas con la línea de generación y/o aplicación del conocimiento.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

No aplica

OTROS MATERIALES DE CONSULTA

No aplica

| EVALUACIÓN | | | |
|---|-----------------------------------|--|-------------------|
| SUMATIVA | | | |
| Aspecto a Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
| Culminación del Proyecto de Investigación | Revisión del documento final | Tesis completa y articulada | 30% |
| Definición de Trabajos Futuros | Evaluación escrita | Sección de trabajos futuros en la tesis | 15% |
| Conclusiones del Proyecto | Evaluación escrita | Sección de conclusiones en la tesis | 20% |
| Preparación para la Defensa | Simulación de defensa ante comité | Presentación oral y respuestas a preguntas | 25% |
| Ética de la Investigación | Discusiones éticas | Análisis y discusión de dilemas éticos en el contexto del proyecto | 10% |
| Total | | | 100% |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

DATOS GENERALES

Nombre del Curso

COMPUTACIÓN CENTRADA EN LA PERSONA

PRESENTACIÓN GENERAL

Justificación

La computación centrada en el ser humano (HCC) se centra en el diseño, la implementación y la evaluación de sistemas interactivos que son utilizables y accesibles. El objetivo de la computación centrada en el ser humano es comprender cómo los humanos interactúan con las tecnologías de la información y utilizar esta información para mejorar la vida de esas personas. Este curso ofrece a los estudiantes una visión completa

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

- Comprende el campo de estudio de la Computación Centrada en la Persona
- Identifica los diferentes aspectos que definen a la persona y la sociedad
- Aplica la metodología de diseño centrada en la persona en un caso de estudio
- Implementa interfaces multimodales

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1

Introducción al Computo Centrado en la Persona

Objetivos particulares

El estudiante comprende los conceptos de base del cómputo centrado en la persona

Temas

1. Definición del CCP
2. Desafíos
3. Ejemplos y alcances
4. Distinción de la CCP y la IHC
5. Importancia del CCP
6. Disciplinas relacionadas

| UNIDAD 2 |
|---|
| Persona y Sociedad |
| Objetivos particulares |
| El estudiante comprende los aspectos que definen a la persona y la sociedad |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Aspectos cognitivos 2. Aspectos emocionales 3. Aspectos sociales 4. Frameworks de modelado de la persona y la actividad |

| UNIDAD 3 |
|--|
| Diseño Centrado en el Usuario |
| Objetivos particulares |
| El estudiante comprende las necesidades y preferencias de los usuarios finales al diseñar sistemas, aplicaciones o interfaces de usuario. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Metodología de desarrollo centrada en el usuario 2. Tipos de usuarios y Contextos de uso 3. Herramientas y técnicas de diseño 4. Experiencia de usuario 5. Evaluación de UX |

| UNIDAD 4 |
|---|
| Interfaces multimodales |
| Objetivos particulares |
| El estudiante diseña interfaces multimodales explorando las diferentes modalidades como voz, escritura, reconocimiento facial, seguimiento ocular. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Definición de interfaces multimodales 2. Modalidades de interacción 3. Interacción natural 4. Reconocimiento de voz y procesamiento de lenguaje natural 5. Realidad aumentada y realidad virtual |

| TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS |
|--|
| <p>Técnicas didácticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Llevar a cabo presentaciones de teoría por el profesor • Propiciar discusión guiada de los temas vistos en clase • Fomentar el aprendizaje práctico a través de ejemplos de situaciones reales • Realizar tareas e investigaciones sobre los contenidos vistos en clase • Realizar exposiciones individuales y grupales |

Aspectos metodológicos

- Mapas conceptuales, análisis, síntesis, revisiones de bibliografía.

EQUIPO NECESARIO

- Pizarrón
- Proyector
- Computadora

BIBLIOGRAFÍA

1. Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things*. Basic Books.
2. Cooper, A., Reimann, R., & Cronin, D. (2007). About Face: The Essentials of Interaction Design. In *The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications* (pp. 23-37). CRC Press.
3. Krung S. (2013) *Don't Make Me Think, Revisited: A Common Sense Approach to Web Usability*. New Riders Publishing
4. Cooper A. Reinmann R. (2014) *About Face: The Essentials of Interaction Design*, 4a. Edición Wiley.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

1. Helen Sharp, Jennifer Preece, Yvonne Rogers (2023). *INTERACTION DESIGN 6th Edition* <https://www.id-book.com/chapter-introduction/the-process-of-interaction-design>

OTROS MATERIALES DE CONSULTA

1. Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., Holland, S., & Carey, T. (1994). Human-computer interaction. *Computers in Biology and Medicine*, 24(5), 393-401.
2. Nielsen, J. (1994). Usability Engineering. *Communications of the ACM*, 37(4), 61-66.
3. Myers, B. A. (1998). A Brief History of Human Computer Interaction Technology. *ACM Interactions*, 5(2), 44-54.
4. Artículos diversos para obtener información actualizada y estudios de caso en:
 - a. International Journal of Human-Computer Interaction
 - b. ACM CHI Conference on Human Factors in Computing Systems
International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International)

| EVALUACIÓN | | | |
|---------------------------|--|--|-------------------|
| SUMATIVA | | | |
| Aspecto a Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
| Comprensión teórica | Examen escrito | Respuestas al examen | 20% |
| Capacidad analítica | Discusión oral en presentaciones en clase | Reportes de lecturas y presentaciones en clase frente al grupo | 40% |
| Habilidad de comunicación | Revisión y presentación del proyecto final | Proyecto final | 40% |
| Total | | | 100% |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

| |
|--|
| DATOS GENERALES |
| Nombre del Curso |
| CONTENERIZACIÓN DE APLICACIONES CIENTÍFICAS |

| |
|--|
| PRESENTACIÓN GENERAL |
| Justificación |
| En el proceso de la investigación resulta de gran relevancia que la experimentación pueda ser reproducible para su análisis y evaluación. La contenerización de aplicaciones provee un mecanismo idóneo que garantice un entorno propicio para desarrollar este proceso, pues el mismo contendrá todos los aspectos necesarios y requeridos que faciliten la instalación y gestión del experimento desde el punto de vista del software. |

| |
|---|
| OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO |
| El estudiante comprenderá los conceptos asociados a la contenerización de aplicaciones, para con base en ello, evaluará la viabilidad de la contenerización de aplicaciones de acuerdo con el problema. Finalmente, el estudiante implementará la contenerización de aplicaciones conforme a un problema científico específico. |

| |
|--|
| UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS |
| UNIDAD 1 |
| Introducción al cómputo contenerizado |
| Objetivos particulares |
| El estudiante conocerá y comprenderá los términos empleados en torno al cómputo contenerizado. |
| Temas |
| 1. Contenedores 2. Imágenes 3. Volúmenes 4. Composición de contenedores |

| |
|---------------------------------------|
| UNIDAD 2 |
| Evaluación de entornos contenerizados |
| Objetivos particulares |

El estudiante analizará un problema específico y evaluará la viabilidad de desarrollar una aplicación contenerizada.

Temas

- Complejidad de la aplicación
- Portabilidad
- Escalabilidad
- Reproducibilidad

UNIDAD 3

Implementación de un entorno contenerizado

Objetivos particulares

El estudiante aplicará los conocimientos vistos y llevará a cabo la implementación de un entorno contenerizado, para ello proveerá de los elementos necesarios que permitan llevar a cabo la replicación y prueba de un experimento.

Temas

- Documentación detallada del experimento
- Despliegue de imágenes contenerizadas
- Disponibilidad d datos de entrada
- Scripts de ejecución
- Validación y pruebas

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Exposición
- Participación en clase
- Trabajo individual
- Experimentación en equipo

EQUIPO NECESARIO

- Pizarrón blanco
- Proyector
- Presentaciones digitales
- Equipo de cómputo
- Red cableada o inalámbrica

BIBLIOGRAFÍA

1. Andry, F., Ridolfo, R., & Huffman, J. (2015, January). Migrating Healthcare Applications to the Cloud through Containerization and Service Brokering. In *HEALTHINF* (pp. 164-171).
2. Mouat, A. (2015). *Using Docker: Developing and deploying software with containers*. " O'Reilly Media, Inc."
3. Kane, S. P., & Matthias, K. (2023). *Docker: Up & Running*. O'Reilly Media, Inc.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

1. Docker. (s.f.). Docker: Platform for Building, Shipping, and Running Applications. Recuperado de <https://www.docker.com/>

Otros Materiales de Consulta:

No aplica

EVALUACIÓN

| SUMATIVA | | | |
|---|---|---|------------|
| Aspecto Por Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
| Resolución de problemas | Planteamiento de soluciones | Documento que argumenta, analiza y justifica la solución de un problema | 20 |
| Habilidades de programación | Desarrollo de scripts acorde a la problemática | Scripts de composición | 30 |
| Habilidades de investigación | Diseño de experimento y replicación | Implementación, ejecución y replicación de experimentos | 20 |
| Habilidades de documentación y comunicación | Registra, compara y comparte los resultados de la experimentación en forma científica | Documento que cubre los aspectos de relativos a la experimentación | 30 |
| Total | | | 100 |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

DATOS GENERALES

Nombre del Curso

DETECCIÓN DE ANOMALÍAS

PRESENTACIÓN GENERAL

Justificación

La detección de anomalías en una subárea importante del aprendizaje máquina que se refiere al problema de encontrar patrones en los datos que no se apegan al comportamiento esperado o normal. Este problema surge en distintos ámbitos como la medicina, finanzas, ciberseguridad, entre muchos otros; teniendo aplicaciones como son la detección de fraudes financieros, detección de intrusos, detección de anomalías médicas, etc. Dada su amplia cobertura y aplicaciones, el conocimiento en esta subárea es importante y de interés en Ciencias de la Computación.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

Brindar fundamentos teóricos y prácticos sobre detección de anomalías en el contexto de aprendizaje máquina con el fin de que el estudiante sea capaz de seleccionar y aplicar las técnicas y algoritmos adecuados de acuerdo con su problema de interés.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1

Fundamentos de detección de anomalías

Objetivos particulares

El estudiante se familiariza con los conceptos básicos de detección de anomalías y es capaz de identificar las sub-áreas que la componen

Temas

1. Definición de anomalía
2. Diferencias con respecto a otras subáreas del aprendizaje máquina
3. Aplicaciones
4. Tipos de anomalías
5. Tipos de detección de anomalías
6. Métricas

| UNIDAD 2 |
|---|
| Detección de anomalías clásica |
| Objetivos particulares |
| El estudiante identifica y aplica métodos de detección de anomalías clásicos de acuerdo con problemáticas dadas. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Detección de anomalías supervisada, semi-supervisada y no supervisada 2. Casos de aplicación 3. Limitaciones a considerar 4. Métodos 5. Herramientas |

| UNIDAD 3 |
|---|
| Detección de anomalías profunda |
| Objetivos particulares |
| El estudiante se familiariza con la teoría, métodos y herramientas para la detección de anomalías utilizando Deep Learning |
| Temas |
| <ul style="list-style-type: none"> • Casos de aplicación • Limitaciones a considerar • Métodos • Herramientas |

| TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Exposición • Discusión • Análisis de lecturas • Desarrollo de soluciones |

| EQUIPO NECESARIO |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Libros de texto. • Presentaciones Multimedia. • Documentos digitales. • Software especializado. • Proyector |

| 1. BIBLIOGRAFÍA |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Chandola, V., Banerjee, A., & Kumar, V. (2009). Anomaly detection: A survey. <i>ACM computing surveys (CSUR)</i>, 41(3), 1-58. |

2. Alla, S., & Adari, S. K. (2019). *Beginning anomaly detection using python-based deep learning*. New Jersey: Apress. Chicago
3. Chalapathy, R., & Chawla, S. (2019). Deep learning for anomaly detection: A survey. arXiv preprint arXiv:1901.03407.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

No aplica

OTROS MATERIALES DE CONSULTA

No aplica

EVALUACIÓN

| SUMATIVA | | | |
|------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|------------|
| Aspecto a Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
| Comprensión teórica | Prácticas y tareas de investigación | Reporte, código | 50% |
| Habilidades de investigación | Proyectos | Reporte, código, exposición | 50% |
| | | | |
| Total | | | 100% |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

| |
|-------------------------------|
| DATOS GENERALES |
| Nombre del Curso |
| EXPERIENCIA DE USUARIO |

| |
|--|
| PRESENTACIÓN GENERAL |
| Justificación |
| <p>La buena o mala experiencia del usuario se basa en la satisfacción de las necesidades, la facilidad de uso y la buena interacción del usuario al usar aplicaciones o sistemas de cómputo. Por lo tanto, es necesario conocer al usuario para poder cumplir con estas necesidades y expectativas, además de hacer uso de la empatía. Por lo tanto, es de suma importancia en la formación profesional de los estudiantes conocer conceptos teóricos y prácticos dentro del área de experiencia de usuario, así como también el desarrollo de las interacciones que forman parte del proceso.</p> |

| |
|---|
| OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO |
| <ul style="list-style-type: none"> • Conocer los conceptos y diferencias en UX (experiencia de usuario) y Usabilidad. • Comprender y aplicar técnicas para medir y analizar el uso de una interfaz, llevándolas a la práctica con ejemplos y ejercicios. • Comprender y aplicar el concepto de arquitectura de información mediante el diseño de patrones para un sitio. • Conocer y usar herramientas que se pueden utilizar a la hora de diseñar la experiencia de usuario. |

| |
|--|
| UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS |
| UNIDAD 1 |
| Introducción a técnicas de UX |
| Objetivos particulares |
| Dar una introducción y un panorama general de lo que es y lo que no es la experiencia de usuario. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción a técnicas de UX <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Introducción a UX: diferencia entre UX, usabilidad y diseño centrado en el usuario 1.2. Empatía en el diseño de soluciones |

| |
|---|
| UNIDAD 2 |
| Investigación y definición de Usuarios |
| Objetivos particulares |
| Aprender a conocer al usuario, tener empatía e identificar necesidades y gustos |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación y definición de Usuarios <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Persona 1.2. Mapas de empatía 1.3. User or Customer journey maps (“mapas de viaje”) |

| |
|---|
| UNIDAD 3 |
| Arquitectura de Información (AI) |
| Objetivos particulares |
| Identificar una buena arquitectura de la información, estructurar adecuadamente sus propuestas de solución y corregir las existentes. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Arquitectura de Información (AI) <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Introducción a la AI 1.2. Organización de contenido 1.3. Métodos de la AI 1.4. Micro-interacciones |

| |
|---|
| UNIDAD 4 |
| Diseño visual y prototipos |
| Objetivos particulares |
| Estudiar los tipos de modelos de prototipos, aprender a hacer prototipos de baja y alta fidelidad, así como el uso de herramientas que permitan el desarrollo de prototipos. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Patrones de diseño de interfaz de usuario 2. Prototipos <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Tipos de modelos de prototipos 2.2. <i>Sketches, Wireframes</i> y <i>Mockups</i> 2.3. Convertir a prototipos 2.4. Tipos y herramientas para creación de prototipos |

| |
|--|
| TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS |
| <ul style="list-style-type: none"> • Discusión de temas en clase • Exposiciones • Trabajos en equipo • Trabajos de manera individual |

EQUIPO NECESARIO

- Pizarrón blanco
- Proyector
- Presentaciones digitales
- Libros de texto y artículos científicos

BIBLIOGRAFÍA

1. Norman, D. (2013). *The design of everyday things*. Revised and expanded edition. Basic books.
2. Höök, K. The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed. The Interaction Design Foundation
3. Rosenfeld, L., Morville, P., & Nielsen, J. (2002). *Information architecture for the world wide web*. O'Reilly Media, Inc.
4. Rosenfeld, L., Morville, P., & Arango, J. (2015). *Information architecture: for the web and beyond*. O'Reilly Media, Inc.
5. Krug, S. (2006). *No me hagas pensar: una aproximación a la usabilidad en la Web*. Pearson.
6. Nielsen, J., Mack, R. (1994). Usability inspection methods. In Conference companion on Human factors in computing systems.
7. Shneiderman, B. (1986) *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Pearson.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

1. Cantú, A. (2017). Qué es: Arquitectura de Información (IA). Recuperado septiembre de 2019, de <https://blog.acantu.com/que-es-arquitectura-informacion/>
2. Delgado, H. (2018). Arquitectura de la información de un Sitio y Usabilidad Web. Recuperado septiembre de 2019, de <https://disenowebakus.net/arquitectura-de-la-informacion.php>

Otros Materiales de Consulta:

No aplica

EVALUACIÓN

| SUMATIVA | | | |
|---------------------|---------------------|----------------------|------------|
| Aspecto a Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
| Comprensión teórica | Examen escrito | Respuestas al examen | 20% |

| | | | |
|--|--|--|------|
| Capacidad analítica | Discusión oral en presentaciones en clase | Reportes de lecturas y presentaciones en clase frente al grupo | 40% |
| Capacidad de implementación de los conceptos vistos en clase | Revisión de proyecto de acuerdo con la rúbrica de evaluación | Proyecto final | 40% |
| Total | | | 100% |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

DATOS GENERALES

Nombre del Curso

INGENIERÍA DE SOFTWARE EMPÍRICA

PRESENTACIÓN GENERAL

Justificación

La Ingeniería de Software Empírica se ha convertido en una disciplina esencial en el campo de la Computación. Con el crecimiento en el número de sistemas de software, es necesario evaluar y analizar estos sistemas utilizando métodos empíricos. La Ingeniería de Software Empírica no solo se centra en la evaluación técnica, sino también en el componente social de las tecnologías de software pues la ingeniería de software es un fenómeno sociotécnico. El curso proporcionará una visión integral de los métodos empíricos en ingeniería de software.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

Proporcionar a los estudiantes una comprensión y práctica de los métodos empíricos en ingeniería de software, permitiéndoles evaluar y analizar sistemas de software desde perspectivas técnicas y sociales.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1

Introducción a la Ingeniería de Software Empírica

Objetivos particulares

- El estudiante evaluará críticamente la evolución histórica y las tendencias actuales en la ingeniería de software empírica.
- El estudiante distinguirá y justificará la selección de diseños y métodos de investigación empírica en función de contextos específicos en la Ingeniería de Software.

Temas

1. Origen de la ingeniería de software empírica.
2. Importancia del componente social en tecnologías de software.
3. Desafíos en sistemas de software modernos.
4. Definición y tipos de investigación empírica.
5. Benchmarking de Sistemas de Software, Design Science Research, Encuestas, Estudios de Caso, Estudios de Entrevista, Estudios de Optimización, Etnografía,

Experimentos con Participantes, Investigación-Acción, Métodos Mixtos, Minería de Repositorios, Replicación, Revisiones Sistemáticas, Teoría Fundamentada
 6. Fortalezas y debilidades de cada método.

| UNIDAD 2 |
|---|
| Diseño y Ejecución de Estudios Empíricos |
| Objetivos particulares |
| <ul style="list-style-type: none"> • El estudiante diseñará y justificará métodos de investigación empírica adaptadas a problemas complejos y contextos específicos en Ingeniería de Software. • El estudiante aplicará técnicas avanzadas de recolección de datos, garantizando la validez y confiabilidad de estos. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Principios del diseño de investigación en ingeniería de software 2. Diseño y ejecución de estudios específicos 3. Consideraciones éticas en la investigación empírica 4. Técnicas de recolección de datos 5. Amenazas a la validez 6. Técnicas para aumentar la confiabilidad y reproducibilidad 7. Herramientas y software para el diseño y ejecución de estudios empíricos |

| UNIDAD 3 |
|---|
| Análisis de Datos y Presentación de Resultados |
| Objetivos particulares |
| <ul style="list-style-type: none"> • El estudiante aplicará y justificará técnicas avanzadas de análisis de datos, considerando la naturaleza y complejidad de los datos recolectados. • El estudiante sintetizará y evaluará críticamente los hallazgos empíricos, identificando implicaciones, limitaciones y áreas de investigación futura. • El estudiante comunicará de manera efectiva y persuasiva los resultados de la investigación a audiencias especializadas, utilizando diversos formatos y medios. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Herramientas y técnicas para el análisis de datos. 2. Interpretación de resultados y conclusiones. 3. Presentación efectiva de hallazgos. |

| TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Exposiciones teóricas. • Discusiones en grupo. • Análisis de lecturas y estudios de caso. • Proyectos prácticos. |

EQUIPO NECESARIO

- Libros de texto.
- Presentaciones Multimedia.
- Software especializado para análisis de datos.
- Proyector

BIBLIOGRAFÍA

1. Dresch, A., Pacheco Lacerda, D., & Valle Antunes, J. A. (2016). *Design science research: A method for science and technology advancement*. Springer International Publishing.
2. Felderer, M., & Horta Travassos, G. (Eds.). (2020). *Contemporary empirical methods in software engineering* (1st ed.). Springer Nature.
3. Harman, M., McMinn, P., de Souza, J. T., & Yoo, S. (2012). Search based software engineering: Techniques, taxonomy, tutorial. In *Empirical Software Engineering and Verification* (pp. 1–59). Springer Berlin Heidelberg.
4. Johannesson, P., & Perjons, E. (2016). *An introduction to design science*. Springer International Publishing.
5. Juristo, N., & Moreno, A. M. (Eds.). (2014). *Basics of Software Engineering Experimentation*. Springer.
6. Kitchenham, B. A., Budgen, D., & Brereton, P. (2020). *Evidence-based software engineering and systematic reviews*. CRC Press.
7. Morse, J. M., Bowers, B. J., Charmaz, K., Clarke, A. E., Corbin, J., Porr, C. J., & Stern, P. N. (2021). *Developing grounded theory: The second generation revisited* (J. M. Morse, B. J. Bowers, K. Charmaz, A. E. Clarke, J. Corbin, C. J. Porr, & P. N. Stern, Eds.; 2nd ed.). Routledge.
8. Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice* (4th ed.). SAGE Publications.
9. Runeson, P., Host, M., Rainer, A., & Regnell, B. (2012). *Case study research in software engineering: Guidelines and examples*. John Wiley & Sons.
10. Shull, F., Singer, J., & Sjöberg, D. I. K. (Eds.). (2007). *Guide to advanced empirical software engineering* (2008th ed.). Springer.
11. Staron, M. (2020). *Action Research in Software Engineering: Theory and Applications* (1st ed.). Springer Nature.
12. Wohlin, C., Runeson, P., Host, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., & Wesslen, A. (2012). *Experimentation in Software Engineering* (2012th ed.). Springer.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

No aplica

OTROS MATERIALES DE CONSULTA

1. Hasselbring, W. (2021). Benchmarking as Empirical Standard in Software Engineering Research. *Evaluation and Assessment in Software Engineering*.
2. Hoda, R. (2022). Socio-technical grounded theory for software engineering. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 48(10), 3808–3832. <https://doi.org/10.1109/tse.2021.3106280>
3. Kitchenham, B. (2008). The role of replications in empirical software engineering—a word of warning. *Empirical Software Engineer*, 13(2), 219–221. <https://doi.org/10.1007/s10664-008-9061-0>
4. Sim, S. E., Easterbrook, S., & Holt, R. C. (2003). Using benchmarking to advance research: a challenge to software engineering. *25th International Conference on Software Engineering, 2003. Proceedings*.
5. Storey, M.-A., Ernst, N. A., Williams, C., & Kalliamvakou, E. (2020). The who, what, how of software engineering research: a socio-technical framework. *Empirical Software Engineer*, 25(5), 4097–4129. <https://doi.org/10.1007/s10664-020-09858-z>
6. Vidoni, M. (2022). A systematic process for Mining Software Repositories: Results from a systematic literature review. *Information and Software Technology*, 144(106791), 106791. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2021.106791>

EVALUACIÓN

| SUMATIVA | | | |
|------------------------------|------------------------------|--|------------|
| Aspecto a Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
| Comprensión teórica | Prácticas y actividades | Reporte | 20% |
| Habilidades de Investigación | Revisión de proyecto | Diseño y plan de investigación | 20% |
| | Observación práctica | Implementación y ejecución de estudios | 20% |
| Habilidades de Comunicación | Evaluación de presentaciones | Presentaciones orales y láminas | 20% |
| | Revisión de escritos | Informe técnico | 20% |
| Total | | | 100% |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

DATOS GENERALES

Nombre del Curso

INGENIERÍA DE SOFTWARE ORIENTADA A AGENTES

PRESENTACIÓN GENERAL

Justificación

La tecnología multiagentes apoya al desarrollador de software en la solución de problemas complejos, proporcionando en este caso metodologías de *ingeniería del software orientada a agentes* (en inglés AOSE, Agent Oriented Software Engineering) y notaciones. En este curso se presentan aspectos teóricos sobre las diferentes arquitecturas de agentes, las técnicas de razonamiento y planeación, así como los principales mecanismos de interacción, negociación, coordinación y cooperación entre agentes. Para que el estudiante sea capaz de aplicarlos en el desarrollo de un proyecto de sistemas multiagentes utilizando estas técnicas y mecanismos.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

- Analizar los conceptos básicos de la IA distribuida y de los SMA
- Identificar las diferentes técnicas de interacción, negociación, comunicación y protocolos de cooperación entre agentes
- Diseñar e implementar una solución a un problema mediante un SMA

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1

Definición y clasificación de Sistemas colaborativos

Objetivos particulares

El estudiante comprende los conceptos básicos sobre los SMA

Temas

1. Concepto de agente.
2. Agentes y objetos.
3. Agentes y sistemas expertos.
4. Agentes y sistemas distribuidos.
5. Campos de aplicación típicas.

| UNIDAD 2 |
|--|
| Agentes inteligentes |
| Objetivos particulares |
| El estudiante identifica los elementos que definen a un agente de software |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Arquitecturas abstractas para agentes. 2. Diseño de agentes inteligentes. 3. Mecanismo de razonamiento. 4. Agentes como sistemas reactivos 5. Arquitectura híbrida. |

| UNIDAD 3 |
|---|
| Metodologías y notaciones |
| Objetivos particulares |
| El estudiante identifica componentes y características de las diferentes metodologías y frameworks de SMA |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Vocales 2. GAIA 3. MASE 4. INGENIA 5. AgentUML 6. MADKit 7. CORMAS |

| TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS |
|--|
| <p>Técnicas didácticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Llevar a cabo presentaciones de teoría por el profesor • Propiciar discusión guiada de los temas vistos en clase • Fomentar el aprendizaje práctico a través de ejemplos de situaciones reales • Realizar tareas e investigaciones sobre los contenidos vistos en clase • Realizar exposiciones individuales y grupales <p>Aspectos metodológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mapas conceptuales, análisis, síntesis, revisiones de bibliografía. |

| EQUIPO NECESARIO |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Pizarrón • Proyector • Computadora |

BIBLIOGRAFÍA

1. Jose M. Vidal, Fundamentals of Multiagent Systems with NetLogo Examples, 2009
2. Gerard Weise, MIT press, 2013. Multi-Agent Systems
3. Michel Wooldridge. An Introduction to Multi-Agent Systems Second Edition. Willey and Sons., 2009.
4. International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS) <http://www.aamas-conference.org>
5. Journal on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems ISSN: 1387-2532

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

No aplica

OTROS MATERIALES DE CONSULTA

1. Bauer, B., Müller, J. P., and Odell, J., (2001) Agent UML: A Formalism for Specifying Multiagent Interaction, International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering (IJSEKE), vol. 11, no. 3, 2001.
2. Demazeau, Y. (1995) From cognitive interactions to collective behavior in agent-based systems. Actas de conferencia. European Conference on Cognitive Science. 1995.
3. Brazier, F. M. T., Dunin-Keplicz, B. M., Jennings, N. R., and Treur, J. (1997) DESIRE: Modelling Multi-Agent Systems in a Compositional Formal Framework, International Journal of Cooperative Information Systems, special issue on Formal Methods in Cooperative Information Systems: Multi-Agent Systems.
4. DeLoach, S. (2001) Analysis and Design using MaSE and agentTool. Actas de conferencia. Proceedings of the 12th Midwest Artificial Intelligence and Cognitive Science Conference (MAICS). 2001.

EVALUACIÓN

| SUMATIVA | | | |
|---------------------|---|--|------------|
| Aspecto a Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
| Comprensión teórica | Examen escrito | Respuestas al examen | 20% |
| Capacidad analítica | Discusión oral en presentaciones en clase | Reportes de lecturas y presentaciones en clase frente al grupo | 40% |

| | | | |
|--|--|----------------|------|
| Capacidad de implementación de los conceptos vistos en clase | Revisión de proyecto de acuerdo con la rúbrica de evaluación | Proyecto final | 40% |
| | | Total | 100% |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

DATOS GENERALES

Nombre del Curso

INTRODUCCIÓN AL APRENDIZAJE FEDERADO

PRESENTACIÓN GENERAL

Justificación

Hoy en día es claro que la inteligencia artificial y el aprendizaje de máquina son fundamentales para los procesos de investigación. No obstante, existen grandes dilemas sobre cómo llevar a cabo estos procesos de forma que se garantice la seguridad de los datos. En la presente experiencia educativa se aborda como preservar la privacidad de los datos a través del aprendizaje federado.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

El estudiante comprenderá los principios, técnicas y aplicaciones del aprendizaje federado, a la par que lleva a cabo la exploración de un caso de estudio.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1

Fundamentos del aprendizaje federado

Objetivos particulares

El estudiante comprenderá los conceptos que le brindarán una base sólida para desarrollar el aprendizaje federado.

Temas

1. Aprendizaje federado
2. Escenarios de aplicación
3. Arquitectura del aprendizaje federado
4. Privacidad y seguridad
5. Desafíos y futuro de aprendizaje federado

UNIDAD 2

Herramientas y frameworks para el aprendizaje federado

Objetivos particulares

El estudiante conocerá herramientas y frameworks para el aprendizaje federado a través de ejercicios prácticos.

Temas

1. PySyft

2. TensorFlowFL
3. OpenFL

UNIDAD 3

Implementación de un caso de estudio

Objetivos particulares

El estudiante aplicará los conocimientos vistos y llevará a cabo la implementación de un caso de estudio.

Temas

1. Implementación y desarrollo de un caso de estudio

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Exposición
- Participación en clase
- Trabajo individual
- Experimentación en equipo

EQUIPO NECESARIO

- Pizarrón blanco
- Proyector
- Presentaciones digitales
- Equipo de cómputo
- Red cableada o inalámbrica

BIBLIOGRAFÍA

1. Hard, A., Rao, K., Mathews, R., Ramaswamy, S., Beaufays, F., Augenstein, S., & Ramage, D. (2018). Federated learning for mobile keyboard prediction. arXiv preprint arXiv:1811.03604.
2. Li, L., Fan, Y., Tse, M., & Lin, K. Y. (2020). A review of applications in federated learning. Computers & Industrial Engineering.
3. Ludwig, H., & Baracaldo, N. (Eds.). (2022). Federated learning: A comprehensive overview of methods and applications. Cham: Springer.
4. Pandya, S., Srivastava, G., Jhaveri, R., Babu, M. R., Bhattacharya, S., Maddikunta, P. K. R., & Gadekallu, T. R. (2023). Federated learning for smart cities: A comprehensive survey. Sustainable Energy Technologies and Assessments.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

1. GitHub. (s.f.). TensorFlow Federated. Recuperado de <https://github.com/tensorflow/federated>

2. GitHub. (s.f.). PySyft. Recuperado de <https://github.com/OpenMined/PySyft>

Otros Materiales de Consulta:

No aplica

EVALUACIÓN

SUMATIVA

| Aspecto Por Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
|------------------------------|---------------------------------------|---|------------|
| Comprensión teórica | Examen escrito | Respuestas correctas al planteamiento | 30 |
| Habilidades de programación | Diseño e implementación de software | Despliegue de solución funcional | 50 |
| Habilidades de documentación | Redacción de un documento explicativo | Documento que cubre los aspectos de relativos a la implementación, así como la fundamentación de la propuesta | 20 |
| Total | | | 100 |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

DATOS GENERALES

Nombre del Curso

**MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN EN
INTERACCIÓN HUMANO COMPUTADORA**

PRESENTACIÓN GENERAL

Justificación

La investigación en Interacción Humano Computadora conlleva retos importantes, desde ¿cómo formular las preguntas precisas de investigación?, ¿Cómo definir el estudio de investigación de manera que responda las preguntas?, ¿Cómo interpretar los datos recolectados?, ¿Cómo tratar con las personas?, etc. Considerando que los métodos y las tecnologías disponibles van en aumento, se hace necesario que el estudiante comprenda e identifique aspectos teóricos sobre la investigación en IHC, los métodos, el análisis cuantitativo y cualitativo, para aplicarlos en sus diseños experimentales.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

- Identifica los conceptos generales de la investigación en IHC
- Analiza los métodos de investigación en IHC
- Identifica los componentes para el análisis cualitativo y cuantitativo
- Comprende los retos que conlleva el trato con personas en el proceso de investigación
- Identifica los componentes para la investigación en IHC en línea y ubicua

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1

Introducción a la investigación en IHC

Objetivos particulares

El estudiante comprende los conceptos básicos de la investigación en la interacción humano computadora

Temas

1. Historia de la IHC
2. Tipos de investigación en IHC y su evolución
3. Naturaleza interdisciplinaria de la IHC

| UNIDAD 2 |
|---|
| Diseño Experimental |
| Objetivos particulares |
| El estudiante comprende como los experimentos ayudan a responder preguntas e identificar relaciones causales. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Consideraciones en el diseño experimental 2. Investigación con una variable independiente 3. Investigación con más de una variable independiente |

| UNIDAD 3 |
|--|
| Análisis Estadístico |
| Objetivos particulares |
| El estudiante comprende cómo llevar a cabo análisis estadístico sobre datos coleccionados a través de los métodos. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Preparación de los datos (limpieza, codificación y organización de los datos) 2. Estadística descriptiva 3. Pruebas t 4. Análisis de varianza 5. Identificación de relaciones (correlación y regresión) |

| UNIDAD 4 |
|--|
| Grupos de usuarios |
| Objetivos particulares |
| El estudiante comprende a los participantes y su tratamiento e identifica métodos de investigación en IHC |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación de los potenciales participantes 2. Cuidado y manejo de participantes <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Riesgos 2.2. Privacidad 2.3. Consentimiento informado 2.4. Personas con discapacidad 3. Observación, Encuestas, Entrevistas, Pruebas de usuarios y <i>Focus groups</i> 4. Logística <ol style="list-style-type: none"> 4.1. Comunicación con los participantes 4.2. Estudios piloto 4.3. Agenda 5. Técnicas de medición <ol style="list-style-type: none"> 5.1. Eye Tracking 5.2. Medidas fisiológicas |

| UNIDAD 5 |
|--|
| Investigación HCI en línea y ubicua |
| Objetivos particulares |
| El estudiante comprende los elementos y componentes que son necesarios para llevar a cabo en estudios con participantes a distancia y de manera ubicua |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación en línea 2. Computación humana 3. Sensores y computación ubicua |

| TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS |
|--|
| <p>Técnicas didácticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Llevar a cabo presentaciones de teoría por el profesor • Propiciar discusión guiada de los temas vistos en clase • Fomentar el aprendizaje práctico a través de ejemplos de situaciones reales • Realizar tareas e investigaciones sobre los contenidos vistos en clase • Realizar exposiciones individuales y grupales <p>Aspectos metodológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mapas conceptuales, análisis, síntesis, revisiones de bibliografía. |

| EQUIPO NECESARIO |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Pizarrón • Proyector • Computadora |

| BIBLIOGRAFÍA |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Jonathan Lazar, Jinjuan Feng and Harry Hochheiser (2017) Research Methods in Human Computer Interaction. Segunda edición. Ed. Morgan Kaufmann. 2. Shneiderman, Ben & Plaisant, Catherine & Cohen, M. & Jacobs, S. (2009). Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction. Information Design Journal. 17. 157-158. 10.1075/idj.17.2.14mar. 3. Helen Sharp, Jennifer Preece, Yvonne Rogers (2019). Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction, 5th Edition. 4. Rosenthal R. Rosnow R. (2008). Essential of Behavioral Research: Methods and Data Analysis. Tercera edición. McGraw Hill, Boston MA. 5. McKensie S. (2013). Human-Computer Interaction: An Empirical Research Perspective. Elsevier, Waltham. MA. 6. Albert W. Tullis T (2013). Measuring the User Experience: Colleting, Analyzing and Presenting Usability Metrics. Segunda Edición. Morgan Kaufmann, Waltham, MA. |

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

1. Helen Sharp, Jennifer Preece, Yvonne Rogers (2023). INTERACTION DESIGN 6th Edition <https://www.id-book.com/chapter-introduction/the-process-of-interaction-design>

OTROS MATERIALES DE CONSULTA

1. Guerra (2016). Using Research Methods in Human Computer Interaction to Design Technology for Resilience. JISTEM - Journal of Information Systems and Technology Management. Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação. Vol. 13, No. 3, Set/Dez., 2016 pp. 363-388 ISSN online: 1807-1775 DOI: 10.4301/S1807-17752016000300001

EVALUACIÓN

| SUMATIVA | | | |
|---------------------------|--|--|------------|
| Aspecto a Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
| Comprensión teórica | Examen escrito | Respuestas al examen | 20% |
| Capacidad analítica | Discusión oral en presentaciones en clase | Reportes de lecturas y presentaciones en clase frente al grupo | 40% |
| Habilidad de comunicación | Revisión y presentación del proyecto final | Proyecto final | 40% |
| Total | | | 100% |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

DATOS GENERALES

Nombre del Curso

OPTIMIZACIÓN CON TÉCNICAS BIOINSPIRADAS

PRESENTACIÓN GENERAL

Justificación

La optimización mediante enfoques bioinspirados constituye un área de investigación en el ámbito de la ciencia de la computación que se enfoca en la creación de algoritmos y estrategias de optimización basados en la observación de procesos y comportamientos que ocurren en la naturaleza. Estas estrategias están diseñadas para abordar con eficacia problemas complejos, tomando como fuente de inspiración sistemas biológicos, procesos evolutivos y otros fenómenos que se encuentran en la naturaleza. Este curso brindaría a los estudiantes de doctorado una base sólida para la aplicación de tales técnicas en sus respectivas áreas de especialización, alentando la colaboración interdisciplinaria y estimulando la innovación.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

- Adquirir un conocimiento sólido de los principios y conceptos fundamentales detrás de las técnicas de optimización bioinspirada
- Implementar las principales técnicas bioinspiradas para resolver problemas de optimización generales.
- Evaluar el desempeño de algoritmos bioinspirados implementados en situaciones prácticas a través de diseño experimental

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1

Introducción a la optimización

Objetivos particulares

El estudiante comprende los principios de optimización a través de ejemplos y reconoce las técnicas para solucionar problemas de optimización generales.

Temas

1. Conceptos de optimización
2. Optimización continua
3. Optimización combinatoria
4. Taxonomía de técnicas de optimización

5. Algoritmos bioinspirados

| UNIDAD 2 |
|---|
| Problemas de optimización continua |
| Objetivos particulares |
| El estudiante resuelve problemas de optimización numérica con y sin restricciones a través de algoritmos bioinspirados. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none">1. Problemas de optimización continua2. Representación y generación de las soluciones3. Solución de problemas continuos con Evolución Diferencial4. Solución de problemas continuos con Optimización de enjambre de partículas5. Optimización con restricciones6. Manejo de restricciones para algoritmos bioinspirados7. Configuración de parámetros8. Diseño experimental y análisis de resultados |

| UNIDAD 3 |
|--|
| Problemas de optimización combinatoria |
| Objetivos particulares |
| El estudiante resuelve problemas de optimización combinatoria a través de algoritmos bioinspirados. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none">1. Problemas de optimización combinatoria2. Representación y generación de las soluciones3. Solución de problemas combinatorios con un Algoritmo Genético4. Solución de problemas combinatorios con Optimización por colonia de hormigas5. Configuración de parámetros6. Diseño experimental y análisis de resultados |

| UNIDAD 4 |
|---|
| Optimización multiobjetivo |
| Objetivos particulares |
| El estudiante resuelve problemas de optimización multiobjetivo a través de algoritmos bioinspirados. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none">1. Problemas de optimización multiobjetivo y su complejidad.2. Soluciones de Pareto y estrategias de selección.3. Medidas de desempeño4. Técnicas bioinspiradas para problemas multiobjetivo<ol style="list-style-type: none">4.1. NSGA-II4.2. MOPSO5. Configuración de parámetros |

6. Diseño experimental y análisis de resultados

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Presentaciones por parte del profesor, teóricas y prácticas
- Realización de prácticas
- Trabajos de investigación individual y grupal
- Presentación de ejercicios realizados

EQUIPO NECESARIO

- Pizarrón
- Proyector
- Presentaciones digitales
- Libros de texto y artículos científicos
- Equipo de cómputo

BIBLIOGRAFÍA

1. Chakraborty, A., & Kar, A. K. (2017). Swarm intelligence: A review of algorithms. *Nature-inspired computing and optimization: Theory and applications*, 475-494.
2. Deb, K. (2012). *Optimization for engineering design: Algorithms and examples*. PHI Learning Pvt. Ltd.
3. Datta, R., & Deb, K. (Eds.). (2014). *Evolutionary constrained optimization*. Springer.
4. Deb, K., & Deb, K. (2013). Multi-objective optimization. In *Search methodologies: Introductory tutorials in optimization and decision support techniques* (pp. 403-449). Boston, MA: Springer US.
5. Eiben, A. E., & Smith, J. E. (2015). *Introduction to evolutionary computing*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
6. Hassanien, A. E., & Emary, E. (2018). *Swarm intelligence: principles, advances, and applications*.
7. Jahn, J. (2020). *Introduction to the theory of nonlinear optimization*. Springer Nature.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

No aplica

Otros Materiales de Consulta:

No aplica

EVALUACIÓN**SUMATIVA**

| Aspecto Por Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
|------------------------------|--------------------------------|--|-------------------|
| Capacidad analítica | Revisión de tareas y prácticas | Documento o producto derivado de las actividades | 20% |
| Habilidades de Investigación | Revisión de proyecto | Reporte técnico con resultados del proyecto | 40% |
| Comprensión teórica | Examen escrito | Examen con preguntas y respuestas. | 40% |
| Total | | | 100 |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

DATOS GENERALES

Nombre del Curso

TECNOLOGÍAS PARA REDES NEURONALES ARTIFICIALES

PRESENTACIÓN GENERAL

Justificación

Las redes neuronales artificiales (RNAs) son una tecnología interdisciplinaria con aplicación en una variedad de campos de estudio, desde la visión por computadora hasta el procesamiento del lenguaje natural. Este curso proporcionaría a los estudiantes de doctorado una base sólida para aplicar estas técnicas en su área de especialización, fomentando la colaboración y la innovación.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

- Comprender los fundamentos de las redes neuronales artificiales y sus aplicaciones en diferentes disciplinas de las ciencias de la computación.
- Examinar los diferentes tipos de redes neuronales artificiales a través de un análisis de sus componentes arquitectónicos.
- Diseñar e Implementar redes neuronales artificiales a través de tecnologías y herramientas para el reconocimiento de patrones.
- Evaluar el desempeño de las redes neuronales artificiales a través de métricas estandarizadas.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1

Fundamentos de Redes Neuronales Artificiales

Objetivos particulares

El estudiante comprende los principios y componentes básicos de las redes neuronales artificiales, así como sus ámbitos de aplicación.

Temas

1. Inspiración biológica
2. Componentes principales
3. Historia y evolución de las RNAs
4. Aplicaciones de las RNAs en minería de datos
5. Aplicaciones de las RNAs en procesamiento de imágenes
6. Aplicaciones de las RNAs en procesamiento de señales

| UNIDAD 2 |
|--|
| Taxonomía de las redes neuronales artificiales |
| Objetivos particulares |
| El estudiante identifica los diferentes tipos de redes neuronales artificiales a través de un análisis de sus componentes arquitectónicos. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Arquitectura de redes neuronales 2. Redes Neuronales Feedforward 3. Redes Neuronales Recurrentes (RNNs) 4. Redes Neuronales Convolucionales (CNNs) |

| UNIDAD 3 |
|--|
| Diseño de redes neuronales artificiales para el reconocimiento de patrones en datos |
| Objetivos particulares |
| El estudiante diseña e implementar redes neuronales artificiales a través de herramientas para el reconocimiento de patrones. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Preprocesamiento de Datos 2. Diseño de capas y neuronas 3. Entrenamiento de RNAs 4. Técnicas para evitar sobreajuste |

| UNIDAD 4 |
|--|
| Evaluación de redes neuronales artificiales |
| Objetivos particulares |
| El estudiante evalúa el desempeño de las redes neuronales artificiales a través de métricas estandarizadas. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Métricas para la evaluación de modelos 2. Validación cruzada 3. Ajuste de hiperparámetros 4. Visualización de resultados |

| TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Presentaciones por parte del profesor, teóricas y prácticas • Realización de prácticas • Trabajos de investigación individual y grupal • Exposiciones de ejercicios realizados |

| EQUIPO NECESARIO |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Pizarrón |

- Proyector
- Presentaciones digitales
- Libros de texto y artículos científicos
- Equipo de cómputo

BIBLIOGRAFÍA

1. Da Silva, I. N., Hernane Spatti, D., Andrade Flauzino, R., Liboni, L. H. B., dos Reis Alves, S. F., da Silva, I. N., ... & dos Reis Alves, S. F. (2017). Artificial neural network architectures and training processes (pp. 21-28). Springer International Publishing.
2. Dayhoff, J. E. (1990). *Neural network architectures: an introduction*. Van Nostrand Reinhold Co.
3. Goldberg, Y. (2022). *Neural network methods for natural language processing*. Springer Nature.
4. Khan, S., Rahmani, H., Shah, S. A. A., Bennamoun, M., Medioni, G., & Dickinson, S. (2018). A guide to convolutional neural networks for computer vision (Vol. 8, No. 1, pp. 1-207). San Rafael: Morgan & Claypool Publishers.
5. Rathore, H. (2016). Artificial neural network. In *Mapping Biological Systems to Network Systems* (pp. 79-96). Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-29782-8_7
6. Rojas, R. (2013). *Neural networks: a systematic introduction*. Springer Science & Business Media.
7. Nielsen, M. A. (2015). *Neural networks and deep learning* (Vol. 25, pp. 15-24). San Francisco, CA, USA: Determination press.
8. Maren, A. J., Harston, C. T., & Pap, R. M. (2014). *Handbook of neural computing applications*. Academic Press.
9. Müller, B., Reinhardt, J., & Strickland, M. T. (1995). *Neural networks: an introduction*. Springer Science & Business Media.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

No aplica

Otros Materiales de Consulta:

No aplica

EVALUACIÓN**SUMATIVA**

| Aspecto Por Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
|------------------------------|--------------------------------|--|-------------------|
| Capacidad analítica | Revisión de tareas y prácticas | Documento o producto derivado de las actividades | 20% |
| Habilidades de Investigación | Revisión de proyecto | Reporte técnico con resultados del proyecto | 40% |
| Comprensión teórica | Examen escrito | Examen con preguntas y respuestas. | 40% |
| Total | | | 100 |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

DATOS GENERALES

Nombre del Curso

TRABAJO COLABORATIVO ASISTIDO POR COMPUTADORA

PRESENTACIÓN GENERAL

Justificación

En este curso se presenta un panorama del trabajo colaborativo asistido por computadora (CSCW por sus siglas en inglés) y de la Computación Social. Se discute el potencial de las tecnologías de información para apoyar las tareas que realizan grupos de usuarios, así como la creación de nuevos ambientes y prácticas de trabajo. Se enfatizan las tendencias actuales en el desarrollo de software colaborativo (groupware) y se estudian los enfoques para su análisis, diseño e implementación, además se estudia cómo los humanos se involucran en comportamientos sociales usando computadoras.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

- Identificar los conceptos principales del CSCW, de los Groupware y de la Computación Social
- Analizar aplicaciones groupware y de computación social
- Analizar los modelos, arquitecturas y frameworks para diseño de Groupware
- Diseñar e implementar una herramienta de software tipo Groupware

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1

Definición y clasificación de Sistemas colaborativos

Objetivos particulares

El estudiante comprende los roles que la computadora y las tecnologías de información y comunicación juegan en las actividades de grupos de usuarios, además de los conceptos básicos para el desarrollo de tecnología que apoye el trabajo en equipo.

Temas

1. Definiciones
2. Clasificación
3. Dimensiones
4. Ejemplos

| UNIDAD 2 |
|--|
| Modelos, Arquitecturas y <i>frameworks</i> para el desarrollo de los Groupware |
| Objetivos particulares |
| El estudiante analiza los modelos, arquitecturas y <i>frameworks</i> para el desarrollo de aplicaciones Groupware. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Modelos de actividad 2. Arquitecturas de sistemas groupware 3. Frameworks de desarrollo de aplicaciones groupware |

| UNIDAD 3 |
|--|
| Computación Social |
| Objetivos particulares |
| El estudiante identifica la rama de la computación que se centra en la intersección de los comportamientos sociales y los sistemas de cómputo. |
| Temas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Definición y ejemplos 2. Historia de la Computación social 3. Retos y oportunidades |

| TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS |
|--|
| <p>Técnicas didácticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Llevar a cabo presentaciones de teoría por el profesor • Propiciar discusión guiada de los temas vistos en clase • Fomentar el aprendizaje práctico a través de ejemplos de situaciones reales • Realizar tareas e investigaciones sobre los contenidos vistos en clase • Realizar exposiciones individuales y grupales <p>Aspectos metodológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mapas conceptuales, análisis, síntesis, revisiones de bibliografía. |

| EQUIPO NECESARIO |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Pizarrón • Proyector • Computadora |

| BIBLIOGRAFÍA |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Alessandra Reyes-Flores, Carmen Mezura-Godoy, Edgard Benítez-Guerrero (2023). Social Interventions to Encourage Co-Located Collaborative Learning in |

a Tangible User Interface, Interacting with Computers, Oxford University Press (2023). <https://doi.org/10.1093/iwc/iwad016>. Indizada en JCR (2021, IF=1.623)

2. Cepero-García, M., Montane-Jimenez, L., Toledo-Toledo, G., Benitez-Guerrero, E., Mezura-Godoy, C. (2021). Heuristics for awareness support in groupware systems. DYNA New Technologies, 8(1). [11 p.]. DOI: <https://doi.org/10.6036/NT9980>
3. Luis G. Montané-Jiménez, Carmen Mezura-Godoy, Edgard Benítez-Guerrero, Elizabeth Martínez-López (2015). Studying Social Interactions in Groupware Systems. IEEE América Latina. Vol. 13, Issue 10. pp. 3488-3497, Oct. 2015, doi: 10.1109/TLA.2015.7387259. JCR.
4. Greenberg, S. and Roseman, M. (1999). Groupware toolkits for synchronous work. In Beaudouin-Lafon, M., editor, Computer Supported Co-operative Work, volume 7 of Trends in Software, pages 135-168. John Wiley & Sons.
5. Dourish, P. (1999). Software infrastructures. In Beaudouin-Lafon, M., editor, Computer Supported Co-operative Work, volume 7 of Trends in Software, pages 195-219. John Wiley & Sons.
6. Melva Sawyer (2022). Social Computing: Principles, Networks and Applications. States Academic Pres.
7. James EVANS, Xiaoming FU, Jar-Der LUO (2022). Journal of Social Computing. SciOpen.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

1. Interview with Jonathan Grudin on “Computer-Supported Cooperative Work and Social Computing” <https://link.springer.com/article/10.1007/s12599-015-0377-1>. Consultado 15 de septiembre 2023.
2. Interview with Jay Nunamaker on “Computer-Supported Cooperative Work and Social Computing”. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12599-015-0380-6>. Consultado 15 de septiembre 2023.

OTROS MATERIALES DE CONSULTA

No aplica

EVALUACIÓN

| SUMATIVA | | | |
|---------------------|---|--|------------|
| Aspecto a Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
| Comprensión teórica | Examen escrito | Respuestas al examen | 20% |
| Capacidad analítica | Discusión oral en presentaciones en clase | Reportes de lecturas y presentaciones en | 40% |

| | | | |
|--|--|-----------------------|------|
| | | clase frente al grupo | |
| Capacidad de implementación de los conceptos vistos en clase | Revisión de proyecto de acuerdo con la rúbrica de evaluación | Proyecto final | 40% |
| Total | | | 100% |

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

DATOS GENERALES

Nombre del Curso

VISUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN

PRESENTACIÓN GENERAL

Justificación

Actualmente se genera una gran cantidad de información. A través de máquinas, redes sociales y procesos se generan grandes cantidades de datos segundo a segundo, de las cuáles se puede extraer información muy valiosa. Para ello, la visualización de información es un elemento clave, ya sea para comunicar información o para explorar posibles patrones en datos. La visualización de información permite a las personas observar patrones y hacer comparaciones que facilitan la generación de nuevo conocimiento. De esta forma, las visualizaciones aprovechan el sistema visual humano para mejorar nuestra capacidad de procesar grandes cantidades de datos. Sin embargo, la capacidad del usuario para comprender la información representada está limitada por la calidad del diseño. Por esta razón, resulta de importancia en la formación profesional de los estudiantes conocer los principios de percepción visual humana y de diseño de visualización para el desarrollo de gráficos e interfaces que faciliten la comprensión de la información y mejoren la experiencia de usuario. Todo esto realizado de una manera comprometida y responsable.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

- Comprender los principios de percepción visual y cómo se aplican a la representación de información.
- Conocer los principios generales para el diseño de visualización.
- Comprender y aplicar técnicas para la visualización de información con ejemplos y ejercicios.
- Aprender a comunicar información de forma visual efectivamente.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1

Introducción a la visualización de información

Objetivos particulares

El estudiante conocerá los fundamentos de visualización de información.

Temas

1. Introducción a la visualización de información

| |
|---|
| 1.1. Definición e historia de la visualización de información. 1.2. Importancia de la visualización en la actualidad 1.3. Gramática de los gráficos de información. |
|---|

| |
|--|
| UNIDAD 2 |
| Principios de percepción visual |
| Objetivos particulares |
| El estudiante comprenderá los principios de la percepción visual y sus implicaciones en el diseño de la visualización de información. |
| Temas |
| 1. Principios de percepción visual 1.1. Proceso de percepción visual 1.2. Principios Gestalt de la percepción 1.3. Percepción del color |

| |
|---|
| UNIDAD 3 |
| Principios generales del diseño de visualización |
| Objetivos particulares |
| El estudiante comprenderá los principios generales del diseño de visualización y su aplicación práctica. |
| Temas |
| 1. Principios generales del diseño de visualización 1.1. Consistencia 1.2. Estructuras narrativas 1.3. Organización 1.4. Clasificación de los datos 1.5. Estética en el diseño 1.6. Visualización interactiva |

| |
|---|
| UNIDAD 4 |
| Técnicas de visualización de información |
| Objetivos particulares |
| El estudiante analizará los géneros de visualización de información y sus métodos de visualización. Así como las características de cada técnica y buenas prácticas para su implementación. |
| Temas |
| 1. Géneros de visualización de información 1.1. Ilustración 1.2. Fotografía anotada 1.3. Ilustración 1.4. Diagrama 1.5. Pictograma 1.6. Dibujo técnico 2. Mapas |

- 2.1. Mapas de datos
3. Gráficos estadísticos
 - 3.1. Gráfico de barra
 - 3.2. Gráfico de puntos
 - 3.3. Gráfico de línea
 - 3.4. Gráfico pastel y de dona
 - 3.5. Gráfico de dispersión
4. Gráficos conceptuales
 - 4.1. Matriz
 - 4.2. Diagrama *Venn*
 - 4.3. Línea de tiempo
 - 4.4. Nubes de palabras
5. Diagramas de redes
 - 5.1. Diagramas de árbol
6. Visualización científica y visualización tridimensional
7. Introducción al diseño de *dashboards*

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

Técnicas didácticas

- Llevar a cabo presentaciones de teoría por el profesor
- Propiciar discusión guiada de los temas vistos en clase
- Fomentar el aprendizaje práctico a través de ejemplos de situaciones reales
- Realizar tareas e investigaciones sobre los contenidos vistos en clase
- Realizar exposiciones individuales y grupales

Aspectos metodológicos

- mapas conceptuales, análisis, síntesis, revisiones de bibliografía.

EQUIPO NECESARIO

- Pizarrón blanco
- Proyector
- Computadora
- Libros de texto y artículos científicos

BIBLIOGRAFÍA

1. Cairo, A. (2012). The functional art. An introduction to information graphics and visualization. New Riders.
2. Few, S. (2016). Data Visualization for Human Perception. The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed. The Interaction Design Foundation.
3. Katz, J. (2012). Designing information: Human factors and common sense in information design. John Wiley & Sons.
4. Kirk, A. (2012). Data Visualization: a successful design process. Packt Publishing Ltd.

5. Koponen, J., & Hildén, J. (2019). Data visualization handbook. Aalto University
6. Munzner, T. (2014). Visualization analysis and design. CRC press.
7. Tufte, Edward R. (1983): The Visual Display of Quantitative Information. Graphics Press.
8. Zhang, J., Johnson, K. A., Malin, J. T., & Smith, J. W. (2002). Human-centered information visualization. In International workshop on dynamic visualizations and learning, Tubingen, Germany.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

1. Czar (2019). The power of visual in product design. Recuperado en mayo 2020 de <https://uxdesign.cc/the-power-of-visual-in-product-design-e1308542698b>
2. Moon (2019). Using Gestalt principles in UX design. Recuperado en mayo de 2020 de <https://uxdesign.cc/using-gestalt-principles-in-ux-design-3fc64614d3ef>
3. El Arte de Medir. Visualizar y Comunicar Datos. Recuperado en mayo de 2020 de <https://elartedemedir.com/blog/visualizar-comunicar-datos/>
4. IngenioVirtual. Tipos de gráficos y diagramas para la visualización de datos. Recuperado en mayo de 2020 de <https://www.ingeniovirtual.com/tipos-de-graficos-y-diagramas-para-la-visualizacion-de-datos/>
5. Krigul (2016). Designing smarter data tables. Recuperado en mayo de 2020 de <https://uxdesign.cc/designing-smarter-data-tables-8cb15b5371a8>

Otros Materiales de Consulta:

1. Blog de Severino Rebecca de visualización de información <https://datavizcatalogue.com/blog/>
2. Blog de Alberto Cairo de visualización y diseño de información <http://www.thefunctionalart.com/>
3. Blog de Stephen Few de Visual Business Intelligence <http://www.perceptualedge.com/blog/>

EVALUACIÓN

| SUMATIVA | | | |
|---------------------|---|--|------------|
| Aspecto a Evaluar | Forma de Evaluación | Evidencia | Porcentaje |
| Comprensión teórica | Examen escrito | Respuestas al examen | 20% |
| Capacidad analítica | Discusión oral en presentaciones en clase | Reportes de lecturas y presentaciones en clase frente al grupo | 40% |

| | | | |
|--|--|----------------|------|
| Capacidad de implementación de los conceptos vistos en clase | Revisión de proyecto de acuerdo con la rúbrica de evaluación | Proyecto final | 40% |
| Total | | | 100% |

**ANEXO B.
PLAN DE AUTOEVALUACION ANUAL**

La autoevaluación es una introspección crítica del programa doctoral que deriva en la planeación y ejecución de acciones para mantener la calidad del programa. La siguiente Tabla resume la autoevaluación del plan 2017 del DCC en forma de un análisis FODA, que se realizó en torno a la estructura del programa, el personal académico, los estudiantes, la infraestructura física y los resultados obtenidos.

| FACTORES INTERNOS | |
|--|---|
| FORTALEZAS (+) | DEBILIDADES (-) |
| <ul style="list-style-type: none"> • La eficiencia terminal de la primera cohorte generacional del plan 2017 es de 63%. • El 63% de los estudiantes de la primera cohorte generación realizó estancias de investigación en entidades externas • El 88% de los estudiantes de la primera cohorte generacional ha publicado, en conjunto con académicos del programa, al menos un artículo en una revista de alto impacto • Se cuenta con una infraestructura adecuada (espacios y materiales) para uso de estudiantes y profesores del programa | <ul style="list-style-type: none"> • La última actualización del plan de estudios fue en 2017 (entrando en operaciones en 2018) por lo que ha perdido vigencia • Algunos profesores del NAB no cuentan con nombramiento de Tiempo Completo (son cátedras CONAHCYT) o no son miembros del SNII • Desarrollo limitado de la LGAC Cómputo Aplicado • Limitada participación de los profesores del programa en convocatorias para obtener financiamiento externo a proyectos de investigación |
| FACTORES EXTERNOS | |
| OPORTUNIDADES (+) | AMENAZAS (-) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Número reducido de programas doctorales en Ciencias de la Computación en el sur del país | <ul style="list-style-type: none"> • Aparición de nuevos programas similares en entidades externas |

Como se puede observar, en general el trabajo de los profesores con los estudiantes ha guiado a la obtención de buenos resultados en lo que ha estudiantes titulados, moviéndose y productos se refiere. Respecto a las debilidades, se puede ver que están ligadas más al NAB, por lo que esta es un área que se debió fortalecer para el plan de estudios que se presenta en este documento. Por otro lado, se puede observar que una oportunidad que se presenta es que son pocos los programas en Ciencias de la Computación en el sur del país, por lo que se vuelve importante aprovechar esta situación para la atracción de estudiantes mientras esté presente.

Esta autoevaluación se plantea llevarse a cabo periódicamente bajo los criterios antes mencionados: estructura del programa, personal académico, estudiantes, infraestructura física y resultados.

**ANEXO C.
PLAN DE MEJORA**

La autoevaluación del programa tiene como consecuencia el establecimiento de acciones para garantizar su calidad. A continuación se presentan acciones en las categorías de programa académico, estudiantes, personal académico e infraestructura.

Programa Académico

- Actualizar el plan de estudios considerando las ventajas e inconvenientes del plan vigente para ofertar un programa educativo de calidad
- Reestructurar las LGAC con respecto a la evolución de la disciplina y las competencias del NAB
- Promover el programa para presentarlo como una opción atractiva a potenciales estudiantes a nivel nacional pero particularmente a nivel estatal y en la región sur del país.

Estudiantes

- Fortalecer el seguimiento académico y tutorial para que los estudiantes egresen en el tiempo establecido por el programa y así incrementar la eficiencia terminal
- Promover la dedicación de tiempo completo del estudiante en sus estudios doctorales buscando apoyos económicos externos
- Continuar incentivando la participación de los estudiantes en movilidades y en convocatorias por apoyos económicos para hacerlas
- Fomentar la participación de estudiantes en eventos académicos nacionales e internacionales para promoción de los logros del programa

Personal Académico

- Realizar gestiones para incorporar profesores de Tiempo Completo con nombramiento SNII o que tengan elementos para hacerlo en el corto plazo
- Incentivar la participación del NAB para lograr el ingreso o reingreso al SNII
- Fortalecer la movilidad del NAB
- Fomentar la participación de profesores en la difusión del programa
- Incentivar la participación de los académicos del programa en convocatorias de organismos externos

Infraestructura

- Mantener actualizada la infraestructura asignada al programa mediante la adquisición nuevos equipos y fuentes documentales de acuerdo con las necesidades de estudiantes y profesores
- Mantener en buenas condiciones los espacios asignados al programa

Cabe señalar que, a la fecha, se han realizado acciones para complementar el NAB con profesores de la UV de Tiempo Completo pertenecientes al SNII y que, además, ayuden a garantizar la continuidad del programa. Dichas incorporaciones se vieron

como una oportunidad para revisar las LGAC del programa, por lo que ahora se presentan tres líneas de las cuales dos son nuevas.