

Introducción

El presente texto surge de la preocupación de la Academia Mexicana de Computación (Amexcomp) por difundir la investigación científica y tecnológica en Computación que se realiza en nuestro país. La investigación es la actividad orientada a enriquecer el acervo de conocimiento de la disciplina y se materializa principalmente en artículos en revistas y congresos de prestigio internacional; esta actividad consiste también en la creación de tecnología de vanguardia y en la generación de patentes, así como en la creación de prototipos y sistemas de hardware y software con el potencial de incorporarse a productos de alta tecnología dirigidos al mercado internacional.

Las actividades de investigación científica y tecnológica en Computación se llevan a cabo en México principalmente en el entorno académico. Esta problemática se discute en relación al ecosistema de la Computación en el texto “Políticas y Estrategias para el Desarrollo de la Computación en México” publicado en 2016 por la propia Amexcomp.¹ El propósito del presente texto es profundizar sobre dicha discusión desde una perspectiva académica y difundir las contribuciones específicas. Más que ofrecer estadísticas, un directorio de investigadores e instituciones o un catálogo de productos, nuestro objetivo es dar una introducción de las especialidades que se practican en México y en este contexto presentar qué se hace, dónde y por quién.

De manera más general nuestra intención es contribuir a la formación y maduración de la cultura computacional en nuestro país. La Computación es ya

¹ Disponible en formato .pdf en <http://amexcomp.mx>

omnipresente e involucra prácticamente todos los ámbitos de la vida cotidiana, por lo que es necesario hacer consciente a la sociedad que la investigación en esta disciplina va mucho más allá de utilizar paquetes genéricos, como editores de textos o gráficos, hojas de cálculo e incluso sistemas especializados, como aquellos para el análisis estadístico o el diseño; va también más allá de programar en los lenguajes de programación más populares, incluso si se trata de resolver grandes sistemas de ecuaciones para los centros de supercómputo, y de ofrecer servicios de apoyo técnico en redes o seguridad, o de desarrollar aplicaciones, como los sistemas de información centrados en bases de datos en el entorno de internet, como las que se hacen en los departamentos de sistemas de las grandes empresas, o por las empresas de desarrollo de sistemas y en las fábricas de software, e incluso de desarrollar aplicaciones para los teléfonos portátiles tan populares hoy en día.

En este momento el lector podría preguntar de qué se trata entonces hacer investigación y qué se hace en nuestro país. Esta es la pregunta que pretendemos responder. El texto consta de ocho capítulos dedicados a las temáticas de las Secciones Académicas de la Académica Mexicana de Computación divididos en tres partes: i) Inteligencia Artificial, ii) Práctica y iii) Algoritmos. Esta clasificación se adoptó simplemente por motivos de la exposición y no presupone un orden o importancia de las partes o los capítulos que contienen. Asimismo, los capítulos son autocontenidos y se pueden leer independientemente, aunque el orden en cada parte va de lo general a lo particular y conviene abordar la lectura en el mismo.

La primera parte de Inteligencia Artificial (IA) reporta la actividad de una porción significativa de los investigadores que se dedican a la investigación en Computación en México y los conceptos de esta especialidad impactan en mayor o menor medida a las disciplinas incluidas en la segunda y tercera parte de práctica y algoritmos. Consta de cuatro capítulos: 1. Conocimiento y Razonamiento; 2. Aprendizaje e Inteligencia Computacional; 3. Lingüística Computacional y 4. Robótica de Servicio. Los tres primeros abordan los conceptos centrales de la especialidad: Pensamiento, Aprendizaje y Lenguaje, de manera consistente con la

propuesta de Alan Turing² quien planteó originalmente el programa de investigación de la Inteligencia Artificial.³ En el capítulo 4 se muestra cómo se incorporan dichas facultades a mecanismos autónomos con capacidades perceptuales y motoras para asistir a los seres humanos en tareas de la vida cotidiana: los robots de servicio, muy populares en el imaginario colectivo contemporáneo.

La segunda parte aborda dos temáticas orientadas a la construcción y uso de sistemas de cómputo: la Ingeniería de Software (IS) y la Interacción Humano-Computadora (IHC). La primera es posiblemente la especialidad de cómputo más conocida en México, ya que se enseña en todos los programas académicos de licenciatura y posgrado con una orientación hacia la Informática, y cuyos egresados ingresan al mercado laboral de la Computación mayoritariamente. Este capítulo se enfoca a métodos, procedimientos y estándares para el desarrollo de sistemas de software y en este sentido difiere del resto de los capítulos que se enfocan a la investigación propiamente. El segundo capítulo de esta sección se enfoca a que los sistemas de cómputo sean usables, por lo que sus interfaces deben capitalizar las facultades humanas así como la forma y funcionalidad de los artefactos de cómputo. Por esta razón la IHC tiene un pie en la práctica y otro en la investigación. En conjunto los dos capítulos de la sección de práctica ofrecen un panorama de lo que se hace en México para la creación de sistemas que no sólo cumplan con su especificación funcional sino también sean usables.

La tercera parte aborda diversos tipos de algoritmos cuyo estudio ha sido objeto por parte de nuestra comunidad. El capítulo 7 de Análisis de Señales y Reconocimiento de Patrones tiene una larga tradición en México, especialmente por sus aplicaciones para el sensado, recolección y análisis de grandes volúmenes de información en una gran variedad de aplicaciones. Por otra parte, el capítulo 8 de Cómputo Evolutivo se centra en un tipo particular de algoritmos, muy útiles para la resolución de grandes sistemas de ecuaciones y para la optimización multi-objetivo y ha sido el foco de interés de nuestra comunidad desde hace dos o tres décadas.

² Turing, A. **Computing Machinery and Intelligence.** *Mind* 59:439-460.

³ Aunque el término Inteligencia Artificial (Artificial Intelligence) propiamente lo introdujo John McCarthy en el workshop que se llevó a cabo en Dartmouth College en el verano de 1956 (ver https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_intelligence).

Hay varias especialidades de la Computación que no se incluyen en el presente texto, como la teoría de la computación, los lenguajes de programación, la computación gráfica, las grandes bases de datos, las redes de cómputo y la seguridad informática, entre otras. Aunque algunas de éstas se practican en México por individuos o pequeños grupos de investigación no están suficientemente representados todavía en nuestra Academia y posiblemente en México. Esperamos que en el futuro sea posible hacer un nuevo texto con una cobertura más amplia.

Por su parte los materiales incluidos en cada capítulo no son mutuamente excluyentes y hay temáticas que se abordan en varias especialidades, aunque en diferentes contextos, y con diferentes énfasis y enfoques. Por ejemplo, la representación del conocimiento y la inferencia automatizada se presentan originalmente en el capítulo 1 pero se retoman y elaboran en los capítulos 2, 3, 4, 6 y 7. Asimismo, el aprendizaje automático se presenta en el capítulo 2, pero se retoma y extiende en el 3, 4, 6 y sobre todo en el 7, aunque desde una perspectiva muy distinta e incluso con una terminología diferente. También los algoritmos evolutivos que se presentan en el capítulo 8 se aplican al aprendizaje de máquina en el capítulo 2 y al análisis de señales y reconocimiento de patrones en el capítulo 7. Hay también una relación muy importante entre los 4 capítulos de la primera parte de Inteligencia Artificial y el capítulo 6 de Interacción Humano-Computadora ya que mientras los primeros se centran en la construcción de sistemas autónomos que piensen, se comuniquen y aprendan por sí mismos, la IHC utiliza conceptos, métodos y herramientas muy similares desde el punto de vista técnico, pero puestas al servicio de los seres humanos para amplificar su competencia y destreza en dichas facultades. Asimismo, los capítulos 5 y 6 de la segunda parte están relacionados ya que la IS involucra al IHC y de manear recíproca el IHC toma y extiende algunos métodos de la IS. Estas relaciones aparecen a lo largo de todo el texto y esperamos que de la lectura en conjunto surja una idea coherente de la naturaleza de estas especialidades y sus puntos en común.

La estrategia adoptada en la exposición consiste en presentar a cada especialidad desde una perspectiva conceptual e histórica desde los orígenes hasta nuestros días. En cada capítulo se presentan las ideas centrales de la especialidad y su evolución a través del tiempo. En varios capítulos se refieren los artículos

seminales que dieron lugar a un esfuerzo de largo aliento⁴ y los libros de texto que informaron el estudio de las disciplinas por varios años e incluso décadas y que han sido de cabecera para una o más generaciones de científicos y tecnólogos. En algunos capítulos se citan también las revistas paradigmáticas en las que se ha reportado el desarrollo de la disciplina, así como los principales congresos y conferencias en los que se reúne la comunidad internacional.

Cada capítulo muestra una perspectiva de largo plazo que enfatiza la continuidad de la disciplina y el progreso hasta nuestros días, pero también se describen ciclos locales iniciados por ideas o propuestas novedosas que se desarrollaron con gran entusiasmo, a veces durante varios años, pero que llegaron a sus límites, para dar lugar a un nuevos ciclos, ya sea de inmediato o con períodos de letargo que en algunos de los casos fueron de varios años.

A lo largo de esta narrativa se introducen las aportaciones realizadas en México. Para este efecto se usan notas al pie de página con referencias formales a artículos, libros u otras fuentes de diversa índole, o con comentarios que presentan o detallan esfuerzos particulares. La intención es presentar la contribución en contexto al tiempo que se dan las referencias concretas a los autores con sus instituciones y se hace accesible la documentación técnica para quienes deseen estudiar o aplicar dichos conceptos de manera más profunda e incluso ponerse en contacto directo con los autores.

Algunos de los capítulos incluyen una lista explícita de las instituciones nacionales en que se lleva a cabo investigación en la especialidad, así como las conferencias y congresos nacionales o regionales promovidas o con una alta participación nacional. En otros capítulos esta información se vierte implícitamente a través de las citas a los productos de los investigadores.

Por otra parte, la información no es exhaustiva ya que no todos los investigadores activos en México pertenecen a nuestra Academia y aunque se contó con la participación de investigadores que no son aún miembros y se intentó dar

⁴ En particular cuatro de los capítulos (1, 2, 3, 8) hacen referencia al artículo de Allan Turing de 1950 por su influencia en el programa de largo plazo de la Inteligencia Artificial y la fuente de inspiración que representó para muchos de los investigadores en el área.

la mayor cobertura posible, sin duda hay omisiones. No obstante, esperamos que este ejercicio promueva la participación de una mayor parte de la comunidad y en el futuro se cuente con un panorama más preciso de la investigación en Computación que se realiza en nuestro país.

Con el fin de contextualizar muchos de los contenidos, en diversas ocasiones se hace referencia a páginas de la Web, en particular a Wikipedia.⁵ Aunque esta práctica no se considera apropiada en entornos muy formales debido a la variabilidad potencial de los contenidos e incluso a la disponibilidad de la fuente, los artículos de este medio son muy accesibles y estables, y dan una idea muy directa y clara de los conceptos generales. Por lo mismo, dentro del espíritu práctico de este libro nos permitimos usar este tipo de referencias de manera flexible.

El presente texto se pensó para una audiencia amplia en varios niveles y ciclos de interés. La más inmediata es la propia membresía de Amexcomp y en general los investigadores en Computación en México. El objetivo en este nivel es hacer a la comunidad más consciente de quiénes somos, qué hacemos y dónde estamos. Ante la extensión de la disciplina es frecuente encontrar métodos, teorías y algoritmos que se desarrollan de manera paralela en dos o más áreas, posiblemente con diferentes perspectivas e incluso nomenclaturas, y esperamos que esta obra permita identificar tanto dichos traslapes como las áreas de oportunidad comunes.

Este libro está también dirigido a la comunidad estudiantil tanto a nivel licenciatura como de posgrado. En particular la gran mayoría de los recursos humanos que se forman en Computación en México tienen la perspectiva de insertarse al mercado laboral de la Computación y la Informática, que requiere mayoritariamente perfiles de Ingeniería de Software. Este es el caso porque en México no existen empresas que desarrollen alta tecnología computacional por lo que el mercado laboral para la investigación en Computación es prácticamente inexistente con excepción del ámbito académico, aunque en éste las plazas para investigadores son muy escasas. Como consecuencia un porcentaje muy elevado de los egresados tienen un conocimiento muy limitado e incluso sesgado de la disciplina, de sus horizontes y de las oportunidades que ofrece.

⁵https://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page

Con el fin de contribuir a un mejor entendimiento de la investigación en Computación en oposición a su uso, lo cual es fuente de frecuentes confusiones, el texto está también dirigido a la comunidad científica y tecnológica. Se dirige asimismo a todos los interesados en las aplicaciones científicas y tecnológicas de la Computación y a los actores de la definición de la política científica y tecnológica de nuestro país. Finalmente, el texto se dirige también a todos los actores del ecosistema de la Computación en México⁶ y esperamos sea también accesible a sectores informados e interesados del público en general.

Por lo anterior, en el presente texto se evita la presentación de teorías formales y notaciones matemáticas que podrían reducir significativamente el número de lectores potenciales. Sin embargo, los conceptos se presentan con profundidad y rigor y la lectura requiere concentración y análisis. Esperamos sinceramente que el lector enriquezca su comprensión de la investigación en Computación y quede mejor informado acerca del esfuerzo que se realiza actualmente en México.

Para la elaboración del presente texto el Consejo Directivo de la Academia Mexicana de Computación convocó a sus ocho Secciones Académicas a desarrollarlo de manera colegida. A lo largo de 2016 se realizó una reunión presencial por cada sección en la que se planteó el objetivo del libro y se discutió su formato y la estrategia de desarrollo. En dichas reuniones los participantes tuvieron la oportunidad de presentar sus perspectivas de la especialidad y sus propias contribuciones. Posteriormente los participantes enviaron diversos materiales y referencias a los coordinadores de su Sección Académica y se inició el proceso de redacción. Esta tarea se asumió por un grupo de colegas y los textos se distribuyeron y retroalimentaron con todos los miembros de la Sección. Una vez que se contó con un primer borrador se realizaron dos reuniones presenciales en las que participaron el Consejo Directivo y los coordinadores de las Secciones Académicas y los autores principales para hacer una lectura en voz alta de los textos y recibir comentarios y sugerencias de los participantes. Posteriormente los textos pasaron por un proceso de revisión de estilo y lectura de prueba y fueron sujetos a una segunda vuelta de revisión por

⁶ Como se describe en el libro referido en la nota 1.

los autores de cada uno de los capítulos. El texto final surgió de la incorporación de los comentarios recibidos.

Todas estas actividades así como el proceso de producción y la publicación del libro se realizaron con el apoyo del CONACyT a través del proyecto 271979 “Programa de Actividades de la Academia Mexicana de Computación 2016” por lo que extendemos nuestro profundo agradecimiento.



2a. Reunión Anual de la Academia Mexicana de Computación
Palacio de la Autonomía, Ciudad de México, 17 de noviembre, 2016