

El Departamento de Computación del Cinvestav

CINVESTAV TARDÓ 23 AÑOS EN CREAR SU PROPIO DEPARTAMENTO DE COMPUTACIÓN, ENTRE OTRAS RAZONES, DEBIDO A LA DIFICULTAD PARA CONSEGUIR RECURSOS HUMANOS EN NÚMERO Y CALIDAD SUFICIENTES, LO CUAL HA SIDO, POR MUCHO TIEMPO, UNA TAREA MUY DIFÍCIL DE LOGRAR EN MÉXICO.

Carlos Artemio Coello Coello

Hoy en día, la importancia de la computación en nuestras vidas es, sin lugar a dudas, incuestionable. Dicha importancia se refleja en una clara (y a veces hasta obsesiva) dependencia de las computadoras, y las diversas tecnologías relacionadas con ellas, que presentan investigadores de diferentes disciplinas e, incluso, un número cada vez mayor de estudiantes y público en general. El mundo moderno parece girar en torno al ritmo que las computadoras le imponen, como podemos constatar a diario cuando vamos a un banco, cuando compramos un boleto de avión, cuando pagamos con una tarjeta de crédito y hasta cuando realizamos tareas tan simples como encender nuestro automóvil.

Sin embargo, y por extraño que esto pudiera sonar, a un lugar como el **Cinvestav**, que es un centro de investigación de primer nivel, con amplio reconocimiento nacional e internacional, le tomó 23 años poder contar con un Departamento de Computación. Las razones son varias, aunque principalmente se relacionan con la dificultad para conseguir recursos humanos en número y calidad suficientes, lo cual ha sido, por muchos años, una tarea muy difícil de lograr en México.¹ En este artículo se

proporcionarán algunos retazos de esta larga historia que, a pesar de todo, concluyó con un final feliz: el establecimiento del Departamento de Computación del **Cinvestav** en la Unidad Zacatenco.

Antecedentes históricos

Corría el año 1983, y la computación se erigía, cada vez con más fuerza, como una disciplina vital para el desarrollo científico y tecnológico de las naciones (en particular, las más desarrolladas). No en balde, la prestigiosa revista norteamericana *Time*, en su ejemplar del 3 de enero de 1983, dedicó su portada a la “computadora”, la cual fue denominada “máquina del año”, reemplazando al tradicional “hombre del año” (ver figura 1).

El **Cinvestav**, siendo una institución científica de primer nivel, no era ajena a la importancia de las computadoras. Según consta en [1], el Departamento de Fisiología fue el primero en contar con una minicomputadora, en 1969. El uso de esta computadora fue compartido con el Departamento de Ingeniería Eléctrica, que la utilizó para investigaciones relacionadas con control digital directo y control de centrales telefónicas. Asimismo, se utilizó para fines docentes.

CARLOS ARTEMIO COELLO COELLO En 1996 se doctoró en Ciencias de la Computación en la Universidad Tulane (Estados Unidos). Es Investigador 3-D y Jefe del Departamento de Computación del **Cinvestav**. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores, nivel 3, y es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias. Ha publicado más de 180 artículos en revistas y para congresos internacionales con arbitraje estricto. Es coautor del libro *Evolutionary Algorithms for Solving Multi-Objective Problems* (Kluwer Academic Publishers, 2002), coeditor del libro *Applications of*

Multi-Objective Evolutionary Algorithms (World Scientific, 2004) y autor del libro de divulgación *Breve historia de la computación y sus pioneros* (FCE, 2003). Sus publicaciones reportan más de 850 citas en el *ISI Citation Index*. Es editor asociado de las revistas *IEEE Transactions on Evolutionary Computation* (IEEE Press), *Evolutionary Computation* (MIT Press), *Journal of Heuristics* (Springer) y *Computational Optimization and Applications* (Springer).
coello@delta.cs.cinvestav.mx



En 1983, el uso de las computadoras de todos tamaños (desde *mainframes* hasta microprocesadores) y un número cada vez mayor de proyectos en el área de Ingeniería Eléctrica hacían evidente que, tarde o temprano, la computación electrónica acabaría por reclamar un espacio propio dentro del Cinvestav.



Figura 1. Portada de la revista Time del 3 de enero de 1983.



XXXXXXXXXXXX

Para el año 1983, el **Cinvestav** contaba (según consta en [1]) con siete minicomputadoras, distribuidas en los Departamentos de Fisiología, Farmacología, Toxicología e Ingeniería Eléctrica. Asimismo, habían decenas de microcomputadoras y se tenía acceso a una computadora grande (*mainframe*) a través de diversas terminales. El Departamento de Ingeniería Eléctrica había estado impartiendo, desde 1972, cursos de computación electrónica, entre otros, Introducción a la computación, Teoría de autómatas y Arquitectura de computadoras. El uso de las computadoras de todos tamaños (desde *mainframes* hasta microprocesadores), en un número cada vez mayor de proyectos del Departamento de Ingeniería Eléctrica, hacía evidente que la computación electrónica acabaría por reclamar un espacio propio tarde o temprano.

Fue en esta atmósfera que se gestó una propuesta para establecer un Departamento de Computación en el **Cinvestav** hacia principios de 1983 [1]. Vale la pena reconocer los esfuerzos que realizaron los doctores Héctor Nava Jaimes (entonces Director General del **Cinvestav**), Juan Milton Garduño (entonces Jefe del Departamento de Ingeniería Eléctrica) y Adolfo Guzmán Arenas (fundador y primer Jefe de la Sección de Computación) para llevar a cabo esta empresa.

Debido a su valía histórica, es preciso rescatar los aspectos más sobresalientes de esta propuesta, los cuales serán discutidos brevemente a continuación [1].

- En la propuesta se plantean dos opciones posibles para dar un lugar propio a la computación dentro del **Cinvestav**:
 - 1) Contar sólo con un Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación.
 - 2) Contar con dos departamentos, el de Ingeniería Eléctrica ya existente y uno nuevo, el Departamento de Computación.

En el documento se opta por planear la creación de un Departamento de Computación independiente del Departamento de Ingeniería Eléctrica, sin que esto, obviamente, implicara que la computación dejaría de cultivarse dentro del mismo. Una de las razones principales por las que se sugiere esta segunda opción es el tamaño que ya entonces tenía el Departamento de

Ingeniería. Dado que se preveía que computación crecería bastante (debido a la importancia de esta disciplina), se argumentaba que tener juntos a los dos departamentos haría que en un periodo de dos o tres años, este departamento conjunto creciera al doble o al triple del tamaño que tenía en 1983 el Departamento de Ingeniería Eléctrica. También se daba el argumento académico. Puesto que las primeras licenciaturas en computación ofrecidas en México se remontan a finales de la década de 1960² [1], se argumentaba la necesidad de tener programas propios de postgrado en un Departamento de Computación que contaría, además, con una identidad específica.

- En la propuesta se planteaba una estrategia a tres años para la creación de un Departamento de Computación en el **Cinvestav**.
 - 1) Primer año: crear la Sección de Computación dentro del Departamento de Ingeniería Eléctrica.
 - 2) Segundo año: iniciar actividades como Departamento de Computación.
 - 3) Tercer año: formar al menos dos secciones del Departamento de Computación.
 Claramente, la propuesta indicaba la naturaleza transitoria que tendría la Sección de Computación, la cual se planteaba que iniciara operaciones en octubre de 1983. Según el cronograma incluido en la propuesta, para octubre de 1984 habría ya un Departamento de Computación funcionando en el **Cinvestav**. Evidentemente, esta meta no se cumplió, pues se requirieron 23 largos años para poder transformar la Sección de Computación en un Departamento de Computación.
- De acuerdo con la propuesta, en 1985 se tendrían al menos dos secciones dentro del Departamento de Computación, si bien la idea era contar con tres grupos de investigación, cada uno de los cuales tendría entre 10 y 15 investigadores, con una estructura jerárquica (por cada grupo de investigación habrían dos profesores titulares, tres o cuatro adjuntos, auxiliares de investigación y técnicos). Hacia comienzos del tercer año del proyecto se consideraba, en un cálculo conservador, que se contaría con al menos 12 investigadores (entre profesores titulares y adjuntos) y ocho auxiliares de investigación. También se planteaba iniciar el funcionamiento de una maestría en computación en octubre de 1983.
- Se estimaba que a partir de 1985 se formarían a 25 maestros en Ciencias de la Computación por año. Dato interesante, pues esta cifra ha sido alcanzada apenas en años recientes aunque, es importante mencionar, la Sección de Computación tuvo, desde su creación, la matrícula más alta de entre todas las secciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica [6].
- Los objetivos del Departamento de Computación serían los de cualquier otro departamento del **Cinvestav**, es decir:

Las primeras licenciaturas en computación ofrecidas en México se remontan a finales de la década de 1960. Desde entonces, en el Cinvestav se fue haciendo más fuerte el argumento a favor de un Departamento de Computación autónomo, que tuviera programas de posgrado propios y una identidad específica, independiente del Departamento de Ingeniería Eléctrica, que le dio origen.



- 1) Formación de recursos humanos.
 - 2) Realización de proyectos de investigación que lleven al avance del conocimiento en el área.
 - 3) Efectuar proyectos de desarrollo tecnológico que generen “objetos” (*hardware y/o software*) para resolver problemas prácticos específicos.
- Estos objetivos no han perdido vigencia y siguen siendo los mismos del actual Departamento de Computación.

- Cabe destacar que el postgrado en computación ofrecido por la Sección de Computación fue uno de los primeros en México,³ y el primero en ser ofrecido por un departamento de ingeniería eléctrica mexicano [6].

La separación de los programas de computación

Arturo Díaz Pérez hace ver en dos documentos, de 2000 [2] y 2001 [3], respectivamente, algunos de los altibajos que la Sección de Computación experimentó

a lo largo de su historia. Por ejemplo, entre 1993 y 1997 no se superó la cifra de 10 graduados de maestría por año (muy por debajo de las cifras tan optimistas que se plantean en [1]). Sin embargo, es importante destacar que la planta de investigadores se mantuvo también reducida (entre 1996 y 1999 no se tuvieron más de ocho investigadores, incluso se llegó a un mínimo de seis en 1996).

En la historia de la Sección de Computación se puede hablar de cuatro etapas:

- **1983-1987.** Inicio de operaciones. Se realizan proyectos importantes con el Instituto Mexicano de Comunicaciones (de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes), la UNESCO y la Gerencia de Telecomunicaciones de Pemex, entre otros. Cabe destacar que quedan pocos investigadores de ese periodo que todavía continúan apoyándonos en el actual Departamento de Computación: los Doctores Guillermo Morales Luna, Sergio Víctor Chapa Vergara y Ana María Martínez Enríquez.



- **1988-1992.** Crecimiento lento del grupo. Se graduaban unos 50 estudiantes de maestría y los dos primeros estudiantes de doctorado [2].
- **1993-1999.** Posiblemente, el periodo más crítico que hemos experimentado, ya que nuestros indicadores presentaron un descenso dramático, en buena medida debido al bajo número de investigadores disponibles.
- **2000-2006.** Periodo de consolidación en que nuestra planta de investigadores experimentó un crecimiento importante, el cual nos permitió alcanzar un punto de estabilidad en productividad académica y en nuestros indicadores.

A partir de 2002 fue cuando comenzó a vislumbrarse con mayor claridad la posibilidad de contar con los indicadores necesarios para hacer sostenible un programa de maestría y otro de doctorado, que fuesen independientes de los del Departamento de Ingeniería Eléctrica, así como la posibilidad misma de convertirse en un departamento. Sin embargo, estas propuestas fueron vistas como actos de suprema osadía por varios miembros del Colegio de Profesores de aquel entonces, entre los que se incluye el autor de este artículo. Los escépticos cuestionaban la robustez de las buenas cifras, y pedían un poco más de tiempo para poder cerciorarse de que estos indicadores podrían ser sostenibles en el largo plazo.

Para 2005, los indicadores de la entonces Sección de Computación se mostraban ya bastante sólidos; finalmente se había alcanzado un periodo de estabilidad en lo concerniente a la productividad. Por ejemplo:⁴ de los 12 investigadores de aquel entonces, 11 estaban en el Sistema Nacional de Investigadores (92%), la media de publicaciones en revistas internacionales con arbitraje estricto por profesor había sido superior a 2.0, el número de graduados de maestría por profesor era también superior a 2.0, la eficiencia terminal del programa de maestría superaba 50% y la de doctorado era muy cercana a 50%.

Es importante hacer notar que los buenos indicadores, que finalmente pudimos lograr como grupo, eran el medio para poder justificar ante Conacyt la separación de nuestros programas. Sin embargo, no constituían el fin en sí mismos, dado que la motivación principal para tal separación eran los problemas que nuestros estudiantes habían tenido en el pasado como consecuencia de egresar de un

programa de Ingeniería Eléctrica. Al recibir un título que decía Maestros en Ciencias⁵ o Doctores en Ciencias en Ingeniería Eléctrica⁶, los egresados solían enfrentar el escepticismo de algunos empleadores que llegaron a cuestionar si sus estudios realmente habían sido en computación. El hecho de ser una Sección del Departamento de Ingeniería Eléctrica, hizo también que nuestros programas aparecieran listados bajo esa disciplina en el padrón de excelencia del Conacyt, lo cual les restó visibilidad ante los (muchos) estudiantes que desconocían esta situación. Un ejemplo muy significativo de la poca visibilidad que la Sección de Computación tenía hacia el exterior es el estudio que realizó en 2002 la *Computing Research Association*, acerca de la investigación en México [8]. En este estudio se reconocían como grupos de desarrollo en computación los establecidos en CIMAT, CICESE, INAOE, LANIA, ITESM, UNAM, UDLA y CIC-IPN.⁶ La Sección de Computación del **Cinvestav** no recibió mención alguna a pesar de que, en ese entonces, llevaba ya casi 20 años de existencia y los grupos referidos anteriormente sólo 10 [8].

Todo lo anterior motivó a que un grupo de investigadores de la citada Sección de Computación redactaran un plan para el establecimiento de programas de maestría y doctorado propios, independientes de los del Departamento de Ingeniería Eléctrica [4]. El documento fue sometido al Consejo Académico Consultivo (CAC) del **Cinvestav** en 2005. Tras estudiar nuestra propuesta, el Consejo recomendó, en 2006, que se autorizara la creación de ambos programas, pero con un carácter institucional a fin de que resultase más eficaz y ágil en lo referente al uso de los recursos humanos y materiales. En el dictamen emitido por el CAC se hace notar la indiscutible importancia que tiene la computación hoy en día, y se reitera que nuestra propuesta atendía uno de los programas prioritarios establecidos por el gobierno federal en su Plan de Desarrollo. Posteriormente, la Dirección General y la Junta Directiva del **Cinvestav** ratificaron esta decisión y quedó en nuestras manos someter el programa a la siguiente convocatoria del Programa Nacional de Posgrado (PNP) del Conacyt.

A pesar de que ello implicaría librar una guerra contra el reloj, se decidió, en un acto un tanto atrevido, someter nuestros programas a la convocatoria del 2006 del PNP. Preparar la documentación necesaria fue una tarea ardua que encabezó nuestro coordinador

En la historia de nuestra Sección de Computación se puede hablar de cuatro etapas, comprendidas entre los años 1983 y 2006, que dan cuenta de un lento crecimiento de los grupos de investigadores y estudiantes de maestría y doctorado, así como de sus crisis y logros en el camino recorrido hasta el 18 de septiembre de 2006, fecha en que se celebró la muy esperada fundación del Departamento de Computación.

Luego de una reciente revisión y actualización, las líneas de investigación del Departamento de Computación se extienden a cinco campos: fundamentos de la computación e inteligencia artificial; bases de datos y sistemas de información; programación de sistemas, sistemas distribuidos y sistemas de tiempo real; implementación eficiente de algoritmos en dispositivos de *hardware* configurable y, finalmente, ingeniería computacional.

académico (Dr. Francisco Rodríguez Henríquez) y que pudo llevarse a buen término gracias a la valiosa ayuda de nuestras tres secretarías (Felipa Rosas López, Sofía Reza Cruz y Flor Córdova González). El esfuerzo valió la pena, pues nuestros dos programas (maestría y doctorado) fueron aprobados en la categoría de *Alto Nivel*.

La creación del Departamento de Computación

La separación de nuestros programas de maestría y doctorado llevó, de manera natural, a proponer la creación del Departamento de Computación. Las motivaciones fueron similares a las indicadas anteriormente, aunque en este caso se suma la independencia en el manejo presupuestal (considerado de gran importancia para poder definir políticas de desarrollo totalmente independientes de las de nuestros colegas del Departamento de Ingeniería Eléctrica), así como el deseo de tener una mayor visibilidad ante el resto del **Cinvestav**. Este interés nos llevó a presentar un nuevo documento en 2006, en el que se propuso la creación del Departamento de Computación [5]. El destino de este documento fue similar al de su predecesor: la propuesta se envió al CAC, el cual autorizó la creación del nuevo departamento. Posteriormente, esta decisión fue ratificada tanto por la Dirección General como por la Junta Directiva del **Cinvestav**. Para finales de agosto de 2006, el Departamento de Computación, así como sus dos programas propios de maestría y doctorado se hicieron realidad. Resulta más que evidente la euforia que nos invadió tras haber cumplido, en 2006, una meta que tomó 23 largos años en concretarse. El 18 de septiembre de ese año se realizó un brindis para celebrar tan importante evento, en el que se contó con la presencia de la Dra. Rosalinda Contreras Theurel (entonces Directora General del **Cinvestav**), el Dr. José Mustre de León (entonces Secretario Académico) y el Dr. Isidoro Gitler (Jefe del Departamento de Matemáticas), así como de un grupo numeroso de investigadores y estudiantes del recién creado departamento y del Departamento de Matemáticas.

En este punto vale la pena mencionar que la creación del Departamento de Computación no fue un fin en sí mismo para los investigadores que suscribimos esta propuesta. Más bien, preferimos ver la creación de este departamento como una etapa natural de evolución de un grupo de investigadores que requirió de varios años para consolidarse. Tal evolución ha sido práctica común en muchos otros lugares en México y en el mundo.

Indicadores actuales

Para dar mayor luz en torno a la situación actual del Departamento de Computación presentamos una serie de tablas que resumen nuestros indicadores principales. Cada una será brevemente discutida a continuación.

La tabla I muestra el número de estudiantes de maestría graduados por generación, en relación con el número de estudiantes que permanecieron activos (comúnmente existe un pequeño grupo de estudiantes en cada generación que deserta o reprueba cursos durante la maestría, por lo que nunca inician el trabajo de tesis).

Generación	Activos	Graduados	Porcentaje
2000	12	12	100%
2001	25	23	92%
2002	22	19	86%
2003	23	19	82%
2004	23	10	43%**
2005	23	N/A	N/A

Tabla I Estudiantes graduados por generación del programa de maestría. "Activos" son todos los estudiantes que iniciaron el trabajo de tesis. "N/A" significa "No Aplica", pues estos estudiantes todavía no cumplen los dos años de duración del programa de maestría. ** Los estudiantes no graduados de esta generación están todavía dentro del periodo de tres años que marca Conacyt como aceptable.

La tabla II muestra la eficiencia terminal lograda por cada generación de nuestro programa de maestría desde el año 2000. La eficiencia terminal se determina en la forma en que la mide Conacyt, es decir, con respecto a todos los estudiantes aceptados, y no sólo a los estudiantes activos (como se mostró en la tabla I). Puede verse que a partir de 2000 se ha logrado mantener una eficiencia terminal por arriba de 50%.

Hasta años recientes, nuestro programa de doctorado ha tenido un número bajo de estudiantes. Es por eso que muchos de los mecanismos de nuestro programa de doctorado se mantuvieron muy laxos en lo referente a los tiempos de graduación. La eficiencia terminal fue deficiente por varios años pero se ha hecho un esfuerzo importante por mejorarla. Últimamente se han implementado mecanismos más rigurosos para acortar los tiempos de graduación de doctorado. En la tabla III puede apreciarse que la eficiencia terminal de doctorado se ha mantenido también cercana a 50%, con un pico notable en la generación 2002, ya que logramos que 86% de esos estudiantes se graduara dentro de los

Año	Aceptados	Graduados	Porcentaje	Graduados en menos de 3 años	Porcentaje
2000	19	12	68%	10	53%
2001	32	23	72%	20	63%
2002	30	19	63%	16	53%
2003	26	19	73%	18	69%
2004	27	10	37%	10	37%**

Tabla II: Eficiencia terminal de nuestro programa de maestría. ** Se hace notar que en este caso no se ha llegado al límite de tres años establecidos por Conacyt para los estudiantes de esta generación.

Año	Aceptados	Graduados	Porcentaje	Graduados en menos de 4.5 años	Porcentaje
2000	6	3	50%	3	50%
2001	5	3	60%	2	40%
2002	7	6	86%	6	86%
2003	5	1	20%	1	20%**

Tabla III Eficiencia terminal de nuestro programa de doctorado. ** Se hace notar que en este caso no se ha llegado al límite de 4.5 años establecido por Conacyt para los estudiantes de esta generación.

Año	Núm. de investigadores	Total en el SNI	Candidatos a investigadores	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
2000	11	5	4	1	0	0
2001	11	5	3	2	0	0
2002	12	7	1	5	1	0
2003	12	9	1	7	1	0
2004	12	9	1	7	1	0
2005	12	11	1	9	0	1
2006	14	11	0	9	1	1

Tabla IV Número de investigadores que pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), así como su nivel correspondiente.

Año	Licenciatura	Maestría	Doctorado
2000	1	8	1
2001	2	7	1
2002	3	12	1
2003	6	12	0
2004	1	26	4
2005	0	30	7
2006	0	18	6

Tabla V Número de estudiantes graduados por año, incluyendo los niveles de licenciatura, maestría y doctorado.

Año	Núm. de cursos ofrecidos
2000	26
2001	29
2002	28
2003	25
2004	31
2005	30
2006	28

Tabla VI Número de cursos de posgrado (maestría y doctorado) ofrecidos por el Departamento de Computación cada año.

4.5 años que marcan los lineamientos del Programa Nacional de Posgrado del Conacyt. Un aspecto que cabe destacar aquí es que el mantener tiempos más rigurosos de graduación (o sea más cortos) no ha redundado en un decremento en la calidad de las tesis producidas por nuestros estudiantes. De hecho, podemos decir con orgullo que, de 2002 a la fecha, varios de nuestros egresados de maestría y doctorado han sido galardonados con el Premio a la Mejor Tesis en Computación, que anualmente otorga la Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Informática (ANIEI). Destaca el hecho de que, en 2005 y 2006, han sido egresados nuestros los que han obtenido el primer lugar en este importante certamen.

Un punto en el cual el Departamento de Computación ha mostrado un progreso muy importante en años recientes es el de la pertenencia de sus investigadores al Sistema Nacional de Investigadores (SNI). En la tabla IV se muestran los datos de 2000 a la fecha. Es de destacarse el hecho de que, para 2006, el grupo de computación del **Cinvestav**, pese a su reducido tamaño, contaba ya con un investigador de nivel 2 y un investigador de nivel 3.⁷ Estos números pueden lucir bastante modestos si se comparan con los de otros departamentos de la institución, sin embargo, es importante recalcar que la computación es una disciplina joven en México, y por ello existe un número muy bajo de investigadores de esta área en los niveles 2

Año	Artículos en revistas internacionales	Capítulos en libros	Artículos en congresos internacionales	Artículos en congresos locales	Libros
2000	7	0	14	13	0
2001	7	1	23	13	0
2002	20	4	21	11	1
2003	21	1	36	31	1
2004	31	1	41	8	1
2005	21	6	45	14	1
2006	20	3	34	9	1

Tabla VII Publicaciones producidas anualmente por los investigadores del Departamento de Computación, incluyendo artículos en revistas internacionales indizadas, capítulos en libros, artículos *in extenso* en congresos internacionales, artículos en congresos locales y libros (tanto en inglés como en español).

y 3 del SNI (aunque no tenemos el dato exacto, estimamos que no hay más de ocho investigadores en computación con nivel 3 del SNI, ni más de 15 con el nivel 2). De tal forma, son por demás escasos los Departamentos de Computación de nuestro país que cuenten con investigadores en los niveles altos del SNI, como escasos son también los programas de computación vigentes en el PNP de Conacyt.

La tabla V muestra el número de estudiantes graduados por año, en cada uno de los tres niveles (licenciatura, maestría y doctorado). Vale la pena indicar que hacia finales de 1999 se habían graduado sólo siete estudiantes de doctorado de la Sección de Computación, pese a que ésta llevaba ya 16 años de existencia. Sin embargo, del año 2000 a la fecha se han graduado 20 doctores en Ciencias, lo cual prácticamente triplica lo logrado en los 16 años previos. También destaca el hecho de que en diciembre de 2006 graduamos al estudiante 250 (considerando tanto maestría como doctorado). Dado que tuvimos al graduado 150 en diciembre de 2002, esto indica que graduamos a 100 estudiantes en un periodo de cuatro años. Hacia finales de 1999, sólo se habían graduado 119 estudiantes (112 de maestría y siete de doctorado) en los 16 años de existencia de la entonces Sección de Computación.

El número de cursos de posgrado ofrecidos por año se muestra en la tabla VI. Ahí puede verse que hemos logrado mantener un promedio de aproximadamente 28 cursos por año.

Finalmente, tenemos el rubro de las publicaciones, el cual se detalla en la tabla VII. Aquí destaca el importante incremento logrado en las publicaciones en revistas internacionales a partir del 2002, que se mantiene en un promedio de 20 artículos por año. También es relevante el hecho de que nuestros investigadores han publicado un libro por año (en español o inglés) de 2002 a la fecha. Tal volumen de libros (particularmente en inglés, publicados por editoriales internacionales) es sumamente inusual en nuestro país.

Líneas de investigación

A raíz de la creación del Plan para el Establecimiento del Departamento de Computación [4] se hizo una

revisión y una actualización de nuestras líneas de investigación, las cuales quedaron constituidas de la manera siguiente:

- **Fundamentos de la computación e inteligencia artificial.** Comprende los fundamentos teóricos de la metodología de la computación y los modelos de razonamiento usados para el desarrollo de sistemas inteligentes. El área de Computación Evolutiva, la cual se refiere al uso de sistemas bio-inspirados para la solución de problemas computacionales difíciles, se considera también parte de esta línea, si bien su orientación ha sido más hacia la optimización que hacia la inteligencia artificial.
- **Bases de datos y sistemas de información.** Comprende el desarrollo e integración de sistemas de *software* basado en la descomposición funcional y el desarrollo de herramientas de *software*. Dentro de esta área, y con un fuerte componente tecnológico, se considera el desarrollo de aplicaciones, protocolos y herramientas para sistemas Web. Esta área ha tenido gran impacto dentro del Cinvestav (por ejemplo, a través del desarrollo del sistema de control escolar que se usa en el Centro).
- **Programación de sistemas, sistemas operativos, sistemas distribuidos y sistemas de tiempo real.** Comprende el diseño y desarrollo de *software* para administrar los recursos de sistemas de cómputo y para desarrollar *software* de aplicación. Es de destacar en esta área la importancia cada vez mayor de los mecanismos de seguridad informática a nivel de computadoras y redes de computadoras, los cuales requieren tomar como base estrategias generales para integrar soluciones *ad hoc* para un problema específico.
- **Criptografía, arquitectura de computadoras y hardware reconfigurable.** Comprende el estudio, análisis y diseño de prototipos en *hardware* reconfigurable de algoritmos criptográficos, algoritmos para compresión/descompresión de información y algoritmos aplicados a visión por computadora. Como parte de esta línea de investigación se encuentra el *cómputo reconfigurable*, el cual se refiere al uso de dispositivos de *hardware*

reconfigurable que permiten construir soluciones *hardware/software* a problemas computacionales altamente demandantes.

- **Graficación, visualización y procesamiento de imágenes.** Comprende la integración de herramientas computacionales diversas para resolver problemas de visión computacional, procesamiento de señales/video y visualización. Un área dominante en esta disciplina es la de *sistemas empujados*, esto es, el desarrollo de dispositivos que tienen componentes de *software* empujados en *hardware*. Por ejemplo, dispositivos tales como teléfonos celulares, agendas personales digitales, reproductores de audio digital, grabadoras de video digital, sistemas de alarma, máquinas de rayos X y herramientas médicas láser. Todos requieren de integración de *hardware* y *software* empujado.

Actualmente, el Departamento de Computación cuenta con una planta de 15 investigadores de tiempo completo.⁸ Sin embargo, sería deseable llegar a por lo menos 20 investigadores en los próximos años, ya que existen líneas de investigación de gran importancia que no cultivamos actualmente por falta de especialistas en esas áreas (por ejemplo, diseño de compiladores). Cabe destacar que contamos con el generoso apoyo de investigadores del Departamento de Matemáticas, pues ofrecen cursos que nuestros estudiantes pueden acreditar en nuestro programa. Asimismo, compartimos frecuentemente cursos (mediante videoconferencia) con el grupo de computación de **Cinvestav** Guadalajara y con el recién creado Laboratorio de Tecnologías de la Información de Ciudad Victoria, Tamaulipas. Es importante señalar que hemos colaborado (y lo seguiremos haciendo) con colegas de las Secciones de Bioelectrónica, Mecatrónica y Comunicaciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica, así como con otros departamento del **Cinvestav** y de otras universidades tanto nacionales (UNAM, UAM, IPN,

CIMAT, CICESE y BUAP, entre otras) como internacionales (la Universidad Joseph Fourier, la Tulane, la Politécnica de Cataluña, etcétera).

A manera de conclusiones

Hoy, los investigadores del Departamento de Computación trabajamos con renovados bríos, y nos mostramos optimistas ante nuestro futuro, sin que ello implique olvidar los compromisos que tenemos con nuestra institución. Por lo pronto, nuestras metas son modestas y conservadoras. Por ejemplo:

- Incrementar el número de solicitudes de ingreso a nuestro programa de maestría.
- Mejorar nuestra eficiencia terminal tanto en maestría como en doctorado.
- Incrementar el porcentaje de investigadores que pertenezcan al SNI y, de ser posible, mejorar el nivel de los que ya se encuentran en el mismo.

En resumen, nuestras metas en el corto plazo giran en torno a la consolidación de nuestros programas y de nuestro departamento. De lograrlo, esperamos poder contar, en unos años más, con programas que ostenten un *nivel internacional* en el PNP. Esto conllevaría, evidentemente, disponer de un grupo de investigadores con reconocimiento no sólo nacional, sino también internacional, así como con indicadores mucho mejores que los que actualmente tenemos. Confiamos en que, si nuestro grupo de investigadores mantiene su ritmo de trabajo actual, esta meta, que ahora luce lejana (si bien no inalcanzable), podrá conseguirse.

Agradecimientos

Agradezco los comentarios y la información proporcionada por los doctores Arturo Díaz Pérez y Guillermo Morales Luna para la realización de este artículo. ●

[Notas]

- ¹ Para tener idea de la gravedad de este problema señalemos que en 1999 el Conacyt indicaba que existían sólo 150 doctores en computación (o áreas afines).
- ² Aunque el Instituto Politécnico Nacional comenzó a ofrecer, desde 1965, las carreras de Técnico en Computación Electrónica y Técnico en Mantenimiento de Equipos de Computación y Electrónica, la primera licenciatura en computación en México (Ingeniería en Sistemas Computacionales) la ofreció el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey en 1968 [9] (en [1] se afirma que inició en 1969, mientras que en [7] se cita el año de 1967).
- ³ En 1965, el Centro Nacional de Cálculo (Cenac) del Instituto Politécnico Nacional creó la primera maestría en ciencias con especialidad en computación de México. En el proceso se contó con la colaboración del Dr. Harold V. McIntosh, quien todavía mantiene una estrecha colaboración con el Departamento de Computación del Cinvestav.
- ⁴ Los datos siguientes se elaboraron con cifras de 2004.
- ⁵ En el caso del título de maestría, se indicaba un subtítulo que decía "Opción Computación".
- ⁶ CIMAT, Centro de Investigación en Matemáticas (Guanajuato); CICESE, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; INAOE, Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; LANIA, Laboratorio Nacional de Informática Avanzada A.C.; ITESM, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México; UDLA, Universidad de las Américas (Puebla); CIC-IPN, Centro de Investigación en Computación-Instituto Politécnico Nacional.
- ⁷ Cabe mencionar que estos investigadores fueron contratados después de 1999.
- ⁸ Para mayor información sobre el Departamento de Computación, nuestros investigadores y actividades, favor de visitar la siguiente página web: <http://www.cinvestav.mx>

[Referencias]

- [1] Anónimo. Propuesta de Creación del Departamento de Computación del CIEA del IPN. Etapa I: Sección de Computación. Documento presentado por el Departamento de Ingeniería Eléctrica, CIEA del IPN, 1983.
- [2] Díaz Pérez, Arturo. La Sección de Computación: pasado, presente y futuro. Cinvestav, febrero 2000.
- [3] Díaz Pérez, Arturo. La Sección de Computación: Informe de labores 2000-2001. Cinvestav, octubre 2001.
- [4] Varios autores. Propuesta para el establecimiento de los programas académicos de posgrado en la especialidad de computación. Cinvestav, junio 2005.
- [5] Varios autores. Plan para el establecimiento del Departamento de Computación. Cinvestav, marzo 2006.
- [6] Escobosa, Arturo. El Departamento de Ingeniería Eléctrica. En María de Ibarrola, Pedro Cabrera, René Asomoza, Eugenio Frixione, Augusto García, Miguel Ángel Pérez Angón y Susana Quintanilla (eds.). *El Cinvestav. Trayectoria de sus Departamentos, Secciones y Unidades, 1961-2001*, pp. 189-197. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, México, 2002. ISBN 968-5226-13-X.
- [7] Cantarell, Aquiles y Mario González (coords.). *Historia de la computación en México: una industria en desarrollo*. Colección Hombre Digital, México, 2000. ISBN 968-5215-01-4.
- [8] Computing Research Association. Computer Science Research in Mexico. *Computing Research News*, 14 (4), 2002.
- [9] Gonzales, C. A computer engineering degree in Mexico. En *Papers of the SIGCSE/CSA Technical Symposium on Computer Science Education*, pp. 48-52, ACM Press, New York, 1978.