

La Informática en Chile: Investigación Científico/Tecnológica

Leopoldo Bertossi*, P. Universidad Católica de Chile

Ricardo Baeza Yates†, Universidad de Chile

Resumen: En este documento, preparado para el Encuentro Chile-Ciencia 2000, se hace un análisis de la situación académica y de investigación en el área de Informática en Chile. También se destaca las principales fortalezas, dificultades y desafíos. Se concluye con una serie de proposiciones orientadas al Estado y a las propias instituciones académicas, destinadas a superar las dificultades expuestas, a dar respuesta a los desafíos, y, en suma, a mejorar la calidad y la cantidad de la investigación en Informática en el país.

1 ¿Informática?

El término “Informática” fue sugerido por los organizadores del Encuentro Científico. Es el término usado en varios países europeos (Alemania, Francia, ...) para referirse a lo que en EEUU y Canadá se llama “Ciencia de la Computación”. Aquí entenderemos el término en este sentido común, en contraste con la forma en que a veces se usa el término “Informática” en Chile, a saber, para referirse a aplicaciones en gestión empresarial de tecnología de la computación, o también para referirse a tecnologías de la información.

La Ciencia de la Computación es efectivamente una ciencia, podríamos decir que, en gran parte, “aplicada”, por ser sus objetos de estudio, lo computable y algorítmico, extensiones del computador (en un sentido muy amplio, considerando aspectos de distribución, redes y comunicaciones), la

*Presidente Sociedad Chilena de Ciencia de Computación (SCCC), Email: bertossi@ing.puc.cl

†Email: rbaeza@dcc.uchile.cl

computación (como actividad ejercida a través del computador), y sus aplicaciones, todos de naturaleza aplicada.

Sin embargo, también hay muchos aspectos de investigación básica y pura, de hecho, los modelos matemáticos de computador y computación surgen algunas varios años antes del advenimiento de los computadores de arquitectura moderna. En consecuencia, la mayoría de los temas son susceptibles de ser tratados con los métodos de la ciencia: modelación matemática, formulación de teorías, experimentación, etc. De hecho, como se dijo, existen modelos matemáticos de las nociones de algoritmo, de computador, y de lo que es computable.

2 ¿Dónde se practica?

La Informática es desarrollada en Chile, como actividad de investigación científico/tecnológica, principalmente en las universidades. Las grandes empresas de computación del país contribuyen fuertemente a la transferencia de tecnología y productos desde el exterior hacia el medio local. También contribuyen a la actividad académica proveyendo productos, capacitación en productos y auspicios a eventos académicos. En general, hay una interacción interesante entre universidad y empresa en el área de computación en esta forma de intercambio. Algunas empresas también hacen desarrollos interesantes y sofisticados.

La mayoría de los Departamentos de Computación (con sus diversos nombres: “de Ciencia de la Computación”, “Ingeniería de Computación”, “de Computación”, “Ingeniería Informática”, y versiones mixtas) se encuentran ubicados en Escuelas de Ingeniería, en algunos casos, los menos, en Facultades de Ciencias.

En contraste, en muchas de las universidades del mundo desarrollado, los departamentos de Ciencia de Computación (o de Informática), son parte de las facultades de ciencias o forman facultades separadas, ad hoc.

3 ¿Cómo estamos?

La investigación en Informática en Chile está a un buen nivel internacional.

En términos relativos, estamos en una posición destacada en Latinoamérica y somos un polo de atracción de profesionales, académicos y estudiantes de

País	Computación pura	Per cápita	Aplicaciones	Per Cápita
Argentina	63	1.8	298	8.4
Brazil	401	2.5	570	3.6
Chile	108	7.4	125	8.6
México	74	0.8	272	2.8
Venezuela	49	2.2	95	4.2

Tabla 1: Publicaciones Latinoamericanas de 1990 a 1998.

postgrado de otros países de la región. Chile ocupa el primer lugar en número de publicaciones per cápita en el área de ciencia de computación en Latinoamérica, y el segundo en términos absolutos (después de Brazil), de acuerdo a la tabla 1 obtenida de datos del CompuMath Citation Index, ISI.

En este momento existen dos programas de doctorado en ciencia de computación en el país: en la PUC (que partió hace unos siete años) y en la U. de Chile (que partió hace cuatro años), ambos acreditados por Fundación Andes. Estos programas ya han graduado ocho doctores. Otras dos universidades planean lanzar programas de doctorado en el futuro cercano.

Sin embargo, se necesita de más investigadores y fondos para mantener un desarrollo científico y tecnológico sostenido en Tecnologías de la Información, que esté de acuerdo con el crecimiento económico del país.

El número de investigadores en ciencia de computación, realmente activos a nivel internacional no sobrepasan, en todo el país, a la treintena. Sin embargo, la comunidad académica del área es bastante más amplia, pero al resto le ha sido dificultoso el integrarse a la actividad de investigación al más alto nivel.

Diversos estudios, en particular, el del Foro Económico Mundial de este año, señalan que Chile necesita invertir en el desarrollo de la Tecnología de la Información para mantener su nivel de crecimiento económico y competitividad.

También hay estudios que indican que la adopción de Tecnología de la Información por parte de la empresa y otras instituciones ha sido lenta y que nos ubicamos por detrás de otros países de Latinoamérica. Un ejemplo claro es el lento establecimiento de la Internet y el comercio electrónico en el país.

4 Dificultades

Con respecto a las dificultades existentes para un mayor crecimiento en investigación en Informática, podemos destacar las siguientes:

- Falta de masa crítica de investigadores (posiblemente la dificultad más importante).
- Relativa juventud de la Informática como disciplina científica y tecnológica, en particular, en Chile.
- Falta de claridad institucional (universidades) e individual de los académicos sobre qué es hacer investigación en Informática, sobre qué es relevante y sobre cuál debe ser el rol de un departamento de Informática o ciencia de computación en una institución universitaria. Hay un alto grado de confusión y diferencias de opinión en la comunidad.

No hay una percepción y/o conciencia generalizada de que nuestra área es en gran parte una ciencia; más bien se la ve solamente como una mera herramienta a ser usada en otras disciplinas científico/tecnológicas.

- Requerimientos distractores por parte de las instituciones que los albergan, por ejemplo, de generar recursos a través de servicio exterior para aportar a la institución (o simplemente para hacerse un sueldo decente).
- Investigadores potenciales se van a la empresa, donde usualmente no hacen investigación. Alrededor de un 15% de los 60 doctores en computación que hay en Chile trabajan en la industria (por otra parte esta es una ventaja para obtener contactos en la industria).
- Condiciones de trabajo poco atractivas ofrecidas por los centros de investigación nacionales.

– En muchas universidades los investigadores tienen una carga docente muy pesada.

En muchas universidades, en la práctica, aún no se valora debidamente, la actividad de investigación. Al académico se le ve como un docente, al cual no se le concede el espacio para la investigación, ni el reconocimiento correspondiente.

- Salarios muy bajos en comparación con el mercado, en particular en un área donde el costo de oportunidad es muy alto.
 - Hay una falta de personal de apoyo técnico y administrativo.
 - Problemas de infraestructura. En particular, la disponibilidad de conexiones a Internet rápidas y confiables.
- Escaso contacto - a nivel de investigación, desarrollos y aplicaciones sofisticadas- entre universidad y empresa (y otras instituciones).

A la mayoría de los académicos les cuesta acercarse a la empresa por iniciativa propia. Por el lado de la empresa, la concentración en lo inmediato, en el día a día, impide pensar, planificar y concretar actividades con los centros de investigación, que sean de más largo aliento, como investigación, reflexión conjunta a través de seminarios, desarrollo de prototipos sofisticados que permitan crecimiento mutuo en conocimiento y experiencia, etc.

Un problema difícil, que parece ser compartido con otras disciplinas científicas, tiene que ver con la poca gente joven de calidad que se interesa en desarrollar una carrera académica asociada a la investigación. Por un lado, existen las dificultades mencionadas, y, por otro, las tentaciones del mercado son fuertes y atractivas.

Hay varias posiciones académicas abiertas en el país, pero no es posible llenarlas satisfactoriamente.

Definitivamente falta masa crítica de investigadores en Ciencia de la Computación en nuestro país. Es importante que, como país, tomemos conciencia de este problema y adoptemos medidas para resolverlo. En caso contrario, Chile no será uno de los protagonistas mundiales en el desarrollo de la Ciencia de la Computación.

Hay otro problema relacionado con la investigación, que está asociado a la ubicación de los departamentos de Informática en escuelas de ingeniería. La presión para que los académicos se dediquen a “las aplicaciones” de la Informática lleva a que se llame investigación al desarrollo de consultorías y de software que no ofrece desafíos de investigación, o a la aplicación de tecnología envasada a problemas locales. Sin desmerecer esta actividad, la investigación científica a nivel internacional se resiente, porque hay menos gente que la practica y por la falta de reconocimiento y estímulos a la investigación de verdad por parte del medio laboral.

Más grave aún, no faltan aquellos que piensan que estos departamentos deberían ser centros proveedores de servicios y de tecnología del más alto nivel para los otros departamentos o disciplinas de la ingeniería; sin pensar que la computación tiene sus propios problemas científicos y tecnológicos.

También existen aquellos que, más bien reaccionando ante el mercado, propician principalmente el desarrollo de actividades tendientes a difundir conocimiento tecnológico a nivel de usuario, aplicable a los problemas de gestión de las empresas, postergando los aspectos científico/aplicados y de tecnología dura de la computación.

5 Activos

Hay que destacar que la Sociedad Chilena de Ciencia de la Computación ha contribuido fuertemente a apoyar la investigación en Informática y a mantener vinculados a los investigadores del país, entre sí y con el extranjero.

La Sociedad organiza anualmente las Jornadas de la SCCC desde hace 20 años, que alberga a la Conferencia Internacional de la SCCC (la conferencia general de Informática de mayor prestigio en Latinoamérica, que es publicada por IEEE CS Press, por supuesto, en Inglés); al Encuentro Chileno de Computación, al Taller de Sistemas Distribuidos, al Congreso de Educación Superior en Computación, y la sede local del Campeonato de Programación de la ACM, etc.

En esta iniciativa participan como organizadores, académicos de diversas universidades. Es un motivo de orgullo para toda los académicos de computación del país, y en particular, para los miembros de la SCCC, el darnos cuenta de las excelentes relaciones de colaboración que se dan entre los diversos departamentos de computación de la universidades nacionales. Este es un rasgo muy positivo y distintivo de nuestra comunidad.

Otro ejemplo de esta positiva realidad fue la presentación de un “proyecto milenio” que involucraba investigadores de todas las universidades del país donde se practica investigación, sin exclusiones.

Cabe agregar además, que la Conferencia Latinoamericana de Informática se realizó en Chile durante varios años en la década de los setenta y luego fue exportada a la región, generando una agrupación regional conocida como CLEI, que engloba a más de 70 universidades latinoamericanas. De manera similar, el Congreso Iberoamericano de Educación Superior en Computación fue creado por la SCCC a comienzos de los 90 y luego exportado a la región.

En otras palabras, Chile ha tenido un papel señero en el desarrollo de la Informática de nuestro subcontinente.

6 Desafíos

La tarea más relevante y difícil que deberá enfrentar la SCCC, junto con el gobierno, la Academia de Ciencias, las universidades, etc., es la de contribuir a la formación y motivación de gente joven que se interese en desarrollar la computación en un ambiente académico y de investigación, al más alto nivel. Es necesario empezar a reclutar ahora a aquellos que nos van a relevar mañana.

El país necesita de más y mejores académicos que puedan contribuir a la creación de conocimiento en el país, al aumento de la masa crítica necesaria para hacer investigación de primer nivel internacional.

Una tarea del Estado, también de la más alta trascendencia, es la de generar las condiciones para que se pueda hacer investigación en ciencia de computación, al más alto nivel y en todos sus aspectos, en particular, en aquellos científicos y tecnológicos duros. Esto por su importancia en sí misma y para balancear tendencias universitarias, basadas en expectativas de corto plazo y en presuntas fuerzas del mercado, que se conforman con entregar conocimientos informáticos superficiales a alumnos que aparentemente se dedicarían principalmente a labores de gestión.

7 Proposiciones

7.1 A nivel estatal/gubernamental

- La tendencia nacional parece ser la de reforzar los programas de doctorado, desenfatiando los programas de magíster.

Creemos que esto puede ser válido para ciertas áreas, probablemente las de ciencias básicas, cuyos estudiantes saben desde el inicio de sus estudios que una condición *sine qua non* para poder dedicarse en plenitud al ejercicio es la obtención de un doctorado. Sin embargo, la ciencia de computación, como actividad de investigación, se nutre de alumnos que ingresaron a carreras profesionales, como ingeniería, y muy probablemente con el propósito de dedicarse a la vida profesional, más que

académica. En ese sentido, son excepciones las personas que optan por una vida de investigador a través del desarrollo de un doctorado.

Dar el salto desde una inercia conducente a lo profesional hacia el doctorado es difícil e impensable para la mayoría. Hay que crear las condiciones para que la reflexión, actividades y logros intermedios en torno a esa decisión sean posible y natural. Los estudios de magíster con una componente de investigación (con desarrollo de tesis con contenido original) proveen dicho escenario. **Creemos que el seguir apoyando fuertemente a través de becas para alumnos a este tipo de programas de magíster (en contraposición a los magíster puramente profesionales, basados en cursos y proyectos cortos) de ciertas áreas, como Informática, es algo que debe continuar y fortalecerse.**

Hay que destacar, además, que, todavía, la mayor parte de la investigación original y de calidad en Informática en Chile está asociada a desarrollos de tesis de magíster. No es aconsejable debilitar esta base de creación científica, por lo menos no prematuramente.

- Los programas de postgrado en Informática del país son atractivos para alumnos potenciales de otros países de Latinoamérica. Chile es un polo de atracción en este terreno. Con regularidad llegan a nuestras universidades buenos alumnos de Centroamérica, Colombia, Perú, Bolivia, Argentina, Uruguay, Paraguay, etc. **Proponemos que no haya discriminación entre alumnos chilenos y extranjeros al otorgar becas de postgrado.** El que haya esta discriminación impide que más alumnos talentosos de otros países vengan a contribuir con su trabajo y creatividad a la generación de conocimiento científico. Otros países desarrollados han comprendido la importancia de captar talento fuera de sus fronteras: para tener una mayor cantidad de gente participando en el proceso creativo y para formar futuros embajadores de la cultura, ciencia y tecnologías locales en otros países.
- La Informática es una de las áreas de mayor crecimiento en el mundo, repentinamente y a cada rato surgen áreas nuevas, con fuerte impacto científico-tecnológico y comercial. Por ejemplo, hace un par de años casi no se hablaba de comercio electrónico; ahora es un tema omnipresente. **No basta con mantener la masa de investigadores**

en torno a las áreas más antiguas, pero todavía fundamentales e importantes, sino que es necesario, como país, aumentar la cantidad de posiciones académicas y de investigación en las muchas áreas emergentes. La dificultad de encontrar potenciales investigadores asociada al congelamiento de vacantes en casi todos los centros de investigación atenta dramáticamente contra el desarrollo científico/tecnológico/comercial del país.

- **Se requiere mejorar radicalmente las condiciones de los académicos en regiones:**

Es necesario aumentar al menos al doble la infraestructura para conexión a Internet en centros de investigación regionales, para posibilitar su incorporación real a otros centros de investigación, chilenos y extranjeros. También es dramática la situación en lo que se refiere a disposición de material bibliográfico.

Es necesario duplicar en regiones la cantidad de académicos. El número razonable de cursos a dictar por un académico involucrado en investigación no debería ser mayor que cuatro por año (idealmente, no más de tres). La carga docente actual es el doble de lo propuesto. Es muy difícil hacer investigación en esas condiciones.

Es necesario al menos duplicar los sueldos de los académicos en universidades regionales. Si se suman los bajos sueldos con difíciles condiciones de trabajo (principalmente de masa crítica e infraestructura) y a veces, de vida, que encuentran investigadores que podrían instalarse en regiones, se ve que cada día será más difícil reclutar gente de calidad para centros de investigación regionales. Hay que mejorar las condiciones de sueldo y trabajo en centros regionales.

Es necesario **aportar fondos a las regiones para la formación de gente y facilitar el intercambio entre universidades**, en particular, con aquellas con un mayor nivel de desarrollo.

También es conveniente crear **fondos de investigación concursables destinados a regiones**, sin que esto vaya en desmedro de los fondos tradicionales concursables a nivel nacional. La entrega final de estos fondos debería estar asociada a compromisos de las universidades y gobiernos regionales de apoyar dichas investigaciones, en el peor de los casos, otorgando el tiempo para hacerlas, pero, idealmente, con con-

trapatres reales. Los fondos de desarrollo regional deberían ser usados también en el apoyo a investigación en regiones.

- Muchas de las dificultades mencionadas, y otras, serían amortiguadas si se se impulsa la **creación de un Centro Nacional de Investigación en Ciencia y Tecnología de la Información**. Tal iniciativa fue propuesta en el marco del Concurso Milenio. Las motivaciones y tareas propuestas siguen siendo vigentes. Tal Centro se propuso como un centro distribuido y virtual, con cobertura nacional y fuertemente basado en el uso de Internet. El sentido virtual no sólo es físico, sino también lógico, pues estaría distribuido en los departamentos universitarios existentes, pues el objetivo es fortalecer estos grupos y no hacer más escaso el recurso humano de calidad. De hecho, ése fue el único proyecto de naturaleza nacional, apoyado por todos los grupos de investigación en Informática del país, sin exclusiones de grupos. Dicho Centro debería contar con fondos para intercambio entre grupos nacionales y con el extranjero, para becas para alumnos e investigadores jóvenes (postdoctorantes), profesores visitantes, pago de tiempo de académicos para realizar investigación a universidades, un repositorio bibliográfico virtual y material, puesto al servicio de los grupos de investigación del país, etc.

Hemos detectado que un servicio importante que podría dar este Centro a universidades regionales es el de **coordinar y posibilitar cursos a distancia que permitan liberar de tiempo, para hacer investigación, a académicos del país, principalmente de regiones**. Además, esto permitiría motivar y posibilitar la inserción en investigación de alumnos y académicos de regiones.

- **Becas para estadías de un semestre (o un año) en el extranjero para buenos alumnos de pregrado** es una buena manera de motivarlos por las actividades de investigación y para permitirles darse cuenta de que, en Chile, el nivel, a pesar de las dificultades, es bueno y de que se pueden hacer cosas relevantes.

En la misma dirección, creemos que los fondos de investigación, principalmente los de FONDECYT, deberían contemplar, sin demasiadas restricciones, la participación de alumnos de pregrado como ayudantes de investigación, recibiendo por esta actividad alguna retribución en

dinero. Es a ese nivel que se va a motivar y a captar a los nuevos investigadores.

- Sería interesante estudiar la creación de un **Concurso de Proyectos de Investigación de Iniciación**, destinado a investigadores jóvenes o sin trayectoria previa. Estos podrían ser de montos inferiores a los regulares y, posiblemente, “apadrinados” por investigadores con mayor trayectoria.
- Sería también interesante estudiar el respaldo a la creación de **Talleres de Iniciación en Investigación** a nivel nacional, dirigidos por investigadores de trayectoria, a los cuales puedan acudir alumnos y otros académicos.

En esta línea también se ha propuesto que investigadores potenciales, sin trayectoria, puedan incorporarse a proyectos de investigación de investigadores consolidados, sin que esto perjudique la postulación de estos últimos, permitiendo a los primeros dar sus primeros pasos en la investigación.

- Se percibe que carreras de Informática creadas recientemente no cuentan con los currícula ni los cuerpos académicos ni la institucionalidad adecuadas que las respalden. Sin embargo, igual estas carreras atraen alumnos y recursos, en desmedro de otras instituciones que están haciendo un esfuerzo por ser instituciones académicas serias. El efecto negativo de estas nuevas aventuras académicas es mayor en regiones. **Parece razonable tener un sistema nacional de acreditación de la calidad de carreras de Informática** (y de otras disciplinas) que vele por la verdadera calidad de éstas y por limitar competencias que no apuntan a convertir a las universidades en centros de creación, preservación y transmisión del saber.
- La relación Universidad/Empresa es débil en lo que se refiere a la investigación y creación de conocimiento científico y tecnológico. **Debería haber alguna forma de incentivo a las empresas y/o postgraduados cuando estos últimos se incorporan a una empresa en una actividad con una componente de investigación o creación de conocimiento de vanguardia**, en lugar de incorporarse a las actividades cotidianas y urgentes de la empresa. Para que esto no se desvirtúe, se puede crear un organismo de seguimiento cuyos miembros

estén en condiciones de reconocer la actividad creativa y de investigación.

Lo importante es crear los puentes que permitan el traspaso de **actividad** (más que productos) de investigación desde la academia a la empresa.

Las empresas e institutos de Estado deberían dar un buen ejemplo en lo que se refiere a la investigación conjunta con centros universitarios, a la transferencia de tecnología; y a la contratación de gente con estudios de postgrado, dándoles el espacio y las facilidades para ser innovativos en su interior.

7.2 A nivel universitario

La Academia puede contribuir mucho a la creación de un ambiente en el cual los jóvenes se motiven y se preparen para iniciar carreras académicas y/o de investigación. Aquí proponemos algunas iniciativas en este sentido que pueden ser acogidas por estas instituciones.

- Es necesario dar el tiempo, el apoyo y el reconocimiento a las personas recién doctoradas que inician una trayectoria de investigación. Sumirlas en una apabullante actividad docente puede ser útil para la institución en el corto plazo, pero no en el largo plazo. Los nuevos graduados deben tener el tiempo para armar su investigación, sus grupos de trabajo, su infraestructura de investigación básica, seguir actualizándose, y, sobre todo, para reflexionar y realizar investigación. Si no, el doctorado no pasará de ser un rótulo a ser exhibido por el académico y su institución, pero sin ningún contenido y proyección que lo respalde.
- Es importante crear espacios en el currículo de pregrado para que los alumnos hagan sus primeras incursiones guiadas en la investigación. Esto se puede lograr a través de créditos optativos en cursos o seminarios de investigación o en trabajos personales dirigidos. También talleres de iniciación en la investigación pueden ser muy provechosos.
- En casi todas las universidades, el escaso dominio de un idioma extranjero, en particular, del inglés, constituye una limitación casi insalvable para que los alumnos de pregrado se acerquen a la literatura científica. Las universidades deben proporcionar las condiciones para

que los alumnos puedan aspirar durante sus estudios a un mayor dominio de idiomas extranjeros.

- **Las universidades deberían estimular, institucionalmente y con recursos, la actividad de investigación multidisciplinaria.** En general, ésta es atractiva para alumnos e investigadores, y necesaria por la globalización e interdependencia de las disciplinas del conocimiento. En particular, es necesario fomentar la relación de la Informática, con la Estadística, la Biología, las Ciencias Ambientales, etc.

8 Agradecimientos

Versiones preliminares de este documento circularon ampliamente entre los miembros de la Sociedad Chilena de Ciencia de Computación (SCCC), por medio de la lista electrónica y la página Web de la SCCC. Los comentarios recibidos fueron incorporados a la versión definitiva.

Agradecemos las discusiones, comentarios y contribuciones de: Juan Alvarez, Héctor Beck, Ricardo Contreras, Javier Pinto, Andrés Polymeris, Fernando Rannou, Mauricio Solar y Marcela Varas.