

En 20 años de computación: una visión muy personal

Leopoldo Bertossi (a la izquierda) durante la inauguración de las 2^{as} Jornadas Chilenas de Computación (1994).

No es un tema simple recibir una invitación a escribir un artículo¹ que mezcle un poco de la trayectoria personal con la del área a la cual uno ha dedicado muchos años de trabajo, energía, entusiasmo y vocación. No es fácil porque, primero, se refrescan muchas cosas en la memoria y en los recuerdos, de lo placentero y de lo menos grato. La segunda razón es que no es precisamente a la gente joven a la que le piden que escriba este tipo de reseñas. Otro tipo de evidencia, entre muchas otras, del proceso de envejecimiento en el que nos encontramos.

Mi vida académica, y algo más que eso también, ha estado sumergida en la actividad científica; sobre todo, en la matemática y la Ciencia de la Computación. Funciono y escribo desde la perspectiva de un

matemático que ha intentado, primero, comprender ciertas áreas de la Ciencia de la Computación, y, luego, contribuir al desarrollo de algunas de ellas. El impulso de comprender ha estado siempre primero. El intentar esa comprensión, ese darle sentido, significado y estructura a los conceptos, y el ordenarlos mentalmente lleva también a desarrollarlos y a contribuir con nuevas ideas.

Hace prácticamente veinte años hice la transición desde la matemática propiamente tal hacia la Ciencia de la Computación. Este es un buen momento para reflexionar sobre lo que he encontrado en mi nueva área y en la comunidad que la practica. Pareciera que veinte años no es nada en una trayectoria académica. Sin embargo, la computación como disciplina académica es aún bastante



Leopoldo Bertossi

*Profesor Titular de la Escuela de Ciencia de Computación de la Carleton University (Ottawa, Canadá).
Faculty Fellow del IBM Center for Advanced Studies y miembro del ACM Distinguished Speakers Program.
Profesor jornada parcial en el Programa de Posgrado en Computación de la Universidad de Concepción.
bertossi@scs.carleton.ca*

¹ Este artículo surgió de una invitación a escribir una columna o artículo corto sobre algo de mi trayectoria y visión de la comunidad académica de computación. Es claro que la extensión final no era la esperada por el medio de publicación. Sin embargo, agradezco el impulso recibido. He incluido en este artículo varias cosas que considero importantes y lo suficientemente relacionadas como para no querer omitirlas.

joven en Chile; y no hay muchos en el país con una trayectoria de veinte años o más que involucre de manera sostenida la investigación en computación.

EN UN COMIENZO

Para explicar e iluminar la perspectiva personal desde la cual hago mis observaciones y apreciaciones, debería entregar algunos antecedentes sobre mi trayectoria académica. El primero de ellos es que realicé todos mis estudios primarios y secundarios en el Liceo Experimental Manuel de Salas (entonces dependiente de la Universidad de Chile). Esto fue bueno y malo, pero nunca irrelevante ni sin consecuencias ni carente de interés. Entre lo bueno, destaco el espíritu crítico que se nos inculcó, a veces, hasta iconoclasta. Ahí era perfectamente aceptable el salirse de la corriente; aun el ir en contra de ella. También se enfatizaba la autodisciplina. En muchas materias impartidas, el nivel era excelente, a nivel académico en contenido y forma.

A fines de la enseñanza media (¿o era todavía humanidades?), habiendo pasado por la especialización en “matemática-física”, ya tenía claro que me interesaba la ciencia, especialmente la química. En matemática me iba muy bien, era capaz de aplicar bien toda la operatoria, de resolver problemas, incluso de demostrar teoremas, pero sentía que no la entendía y que me costaba más. En particular, las demostraciones geométricas me parecían particularmente misteriosas, ya que nunca estaba claro qué se podía suponer y usar.

Decidí entrar a la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) a estudiar ingeniería, pensando en especializarme en química. Me di cuenta de dos cosas a poco andar. La primera, que no encontraría mucha ciencia química en la carrera de ingeniería química. La segunda, que la matemática era algo distinto a lo que había aprendido en el liceo. Que detrás de las operaciones algebraicas había unos pocos axiomas o principios que las explicaban todas. También, que las

demostraciones matemáticas seguían ciertas leyes y tenían un origen muy claro. Se me abrió todo un mundo fascinante. Además, mi tendencia natural hacia la abstracción calzaba perfectamente con la matemática, en términos de temas y de tipo de actividad. Hacia el segundo año de universidad, y habiéndome ido muy bien en los estudios de ingeniería, me cambié internamente a estudiar licenciatura en matemática. Me fue muy bien en los cursos, pero no puedo decir que me era fácil. Sin embargo, el desafío me resultaba estimulante, y los contenidos, altamente interesantes.

Durante mis estudios de licenciatura las áreas que se me hicieron más difíciles fueron la lógica matemática y las probabilidades. A propósito no digo “teoría de probabilidades” que, como teoría matemática, no es necesariamente más compleja que el resto. Me refiero también al sentido y al uso del concepto de probabilidad. Eso sí que me resultaba más complejo y misterioso. Curiosamente, tanto la lógica matemática como las probabilidades, tienen, en mi opinión, un alto contenido filosófico. Durante la licenciatura me especialicé informalmente en probabilidad y estadística matemática. Y durante mis estudios de posgrado, terminé trabajando en probabilidad y en lógica matemática. Estas áreas siguen estando cerca de mi corazón. Pareciera ser que mis elecciones se van siempre por el lado de lo que me es más difícil y desafiante.

En el verano de 1975 hice una práctica de vacaciones (voluntaria, ya que no era requisito para la licenciatura en matemática) en la Empresa Nacional de Computación (ECOM). En esa época la computación en Chile estaba fuertemente concentrada en esa empresa estatal. Como no tenía conocimiento alguno de computación, ni siquiera de programación básica, fui asignado al Área de Estadística de la División de Capacitación y Asistencia Técnica, que se dedicaba a la capacitación de usuarios internos y externos, y a prestar servicios externos. Ahí me sentí muy a gusto, ya que había un ambiente estimulante y académico,

incluyendo una muy buena biblioteca. Al final del verano me ofrecieron quedarme tiempo completo como consultor.

Mi trabajo en ECOM consistía en aprender por mi cuenta técnicas estadísticas avanzadas, y usarlas por medio de paquetes computacionales estadísticos, como SPSS, enseñarlas a otros colegas; y en escribir manuales de uso, incluyendo los conceptos y técnicas básicas. También tenía que usar esos paquetes en el procesamiento de encuestas estadísticas para usuarios externos e interactuar con estos últimos. Se me permitía asistir a mis clases de licenciatura en la universidad, pero combinar las dos cosas se me hizo muy pesado.

Hacia el final del año el gerente de la división me forzó a inscribirme en el Plan Nacional de Capacitación en Informática, impartido por la misma ECOM, para que me convirtiera en “analista de sistemas”, una salida profesional práctica muy común en esa época. Tuve muy claro que esa línea era incompatible con la trayectoria que me había trazado en matemática, y, en consecuencia, renuncié a ECOM. Afortunadamente en ese momento, a un semestre de terminar mi licenciatura, fui contratado por el Instituto de Matemáticas de la PUC, como profesor de media jornada.

Al comienzo de mis estudios de posgrado consideré el especializarme en física-matemática, lo que no es extraño. Siempre he tenido mucho respeto y aprecio por la física. Además, siempre me he sentido cercano a lo que se llama usualmente “matemática aplicada”. Sin embargo, al mismo tiempo comencé a leer por mi cuenta sobre lógica matemática, volviendo, con otras fuentes, sobre los temas que me habían resultado antes tan difíciles. Y decidí entonces dedicarme a esa área. Mi tesis de magíster fue sobre fundamentos lógicos de la probabilidad con aplicación al modelamiento del movimiento Browniano. Obtenido el Magíster, mi contrato fue extendido a tiempo completo, en lo que había pasado a ser entretanto la Facultad de Matemáticas de la PUC.

Ya inmerso en la lógica, y también en forma autodidacta, me interesé en la conexión entre lógica matemática y computación. Hay que enfatizar que los orígenes de la computación como disciplina científica están en el trabajo de lógicos matemáticos como Alan Turing, Kurt Gödel, Alonso Church, Emil Post, Stephen Kleene, etc., de principios de los años '30. No hay que olvidar la motivación entregada a estos investigadores por David Hilbert en las tres primeras décadas del siglo veinte, con sus trabajos sobre lógica, fundamentos de la matemática, y problemas algorítmicos. A través de los estudios autodidactas que hice durante mi Doctorado se despertó mi interés en la Ciencia de la Computación.

Durante todos mis estudios de Doctorado seguí leyendo sobre los temas de computabilidad, complejidad computacional, y programación en lógica, a pesar de que no eran parte de mi investigación. Mi tema de tesis era sobre teoría de modelos topológicos, un área de la lógica matemática. Los modelos estudiados en la lógica clásica se pueden ver como generalizaciones o abstracciones de las estructuras algebraicas. En mi caso, los modelos eran generalizaciones de estructuras topológicas; y mi investigación giraba en torno a las propiedades expresables en lenguajes topológicos que se preservan bajo transformaciones topológicas. A comienzos de 1988 terminé mi Doctorado, con la decisión de dedicarme en el futuro inmediato a la Ciencia de la Computación.

EN TRANSICIÓN

A partir de ese momento y durante 1988 las cosas se desarrollaron de manera bastante vertiginosa. Junto con Javier Pinto, y por iniciativa de él, iniciamos un taller de lectura de papers claves en representación lógica de conocimiento. Esta área tiene que ver con la representación de conocimiento en el computador y con su uso en sistemas computacionales. Javier era en ese momento un profesor joven en el Departamento de Ciencia de Computación (DCC) de la Escuela de Ingeniería de la PUC; y había regresado hace poco de sus estudios de máster en la Universidad de California en



Con Javier Pinto en Lisboa.

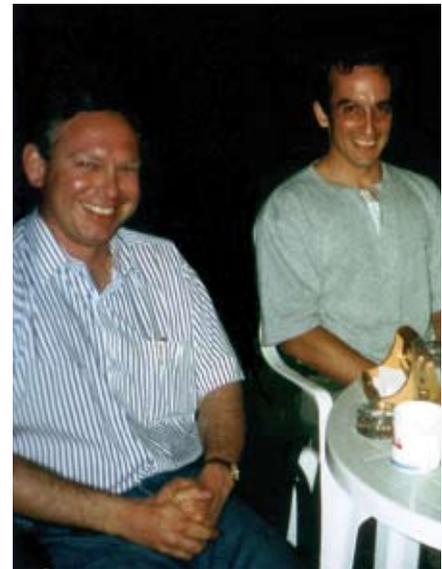
Los Ángeles. Esporádicamente hubo otros pocos participantes, pero la mayor parte del tiempo y de manera regular nos juntábamos solamente los dos. También dictamos de manera conjunta un curso de posgrado en el tema para alumnos del DCC.

Esta fue una etapa provechosa, donde aprendí cosas nuevas que me resultaron profundamente interesantes. Sobre la base de esas reuniones escribí mi primer paper en Ciencia de la Computación, más precisamente, sobre representación de conocimiento.

Ingresé a la Sociedad Chilena de Ciencia de Computación (SCCC) y participé en la Conferencia Internacional de la SCCC. Especialmente memorable y motivador fue un tutorial sobre "lógica y bases de datos" dado por Alberto Mendelzon, profesor de la Universidad de Toronto.

Conseguí fondos de la Fundación Andes para financiar una estadía larga de investigación en la PUC del profesor Joachim von Zur Gathen, también de la Universidad de Toronto, quien quería pasar parte de su año sabático en Chile. El dictó un curso muy interesante sobre complejidad computacional algebraica.

Fue precisamente a través de Von Zur Gathen, después de su estadía en Chile, que conseguí un puesto de profesor asistente visitante, por un año, en el Departament

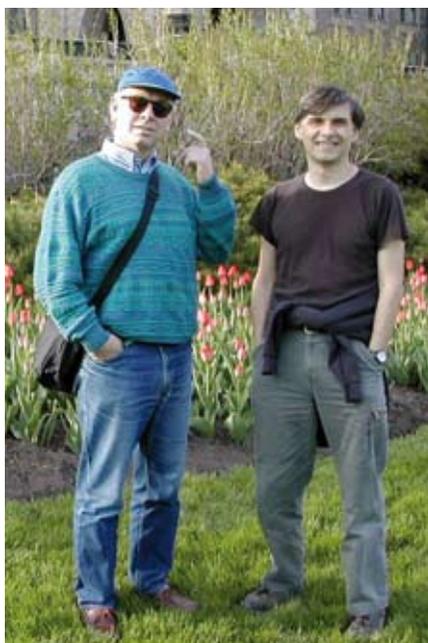


Con Javier Pinto (a la derecha).

of Computer Science de la Universidad de Toronto. Éste fue más bien un salto mortal al vacío si se considera la pobreza de mis conocimientos de computación en esos momentos. Decidí asumir el riesgo y la dureza segura de lo que sería una experiencia de ese tipo. Sentí que esa era la oportunidad inmediata que se me abría para hacer la transición a la Ciencia de la Computación. Y sobre esto último no tenía duda alguna.

Solicité permiso sin sueldo a la Facultad de Matemática y, con el estómago apretado, partí a Toronto en agosto de 1989. Mi esperanza era poder hacer investigación en Toronto, además de mis tareas docentes. El mismo día Javier Pinto viajó a Toronto a iniciar sus estudios de Doctorado en Ciencia de la Computación.

Por supuesto, la presión a la que estuve sometido en Toronto fue peor de lo que había imaginado. A poco de haber llegado empecé a dictar un típico curso de primer año de introducción a la computación. Este incluía programación en el lenguaje Turing. Junto con dictar las clases tuve que aprender todo desde cero, y sólo un poco antes que los alumnos. Simultáneamente dicté el curso de pregrado, muy interesante y atípico, de matemática discreta para computación. El que fuera de matemática no me hacía la tarea más liviana, ya que la mayoría de los temas no los había visto nunca en mi



Con René Peralta (a la derecha) en Ottawa.

vida. Durante el segundo semestre de mi estadía dicté un curso sobre algoritmos, complejidad y computabilidad. Al menos los dos últimos temas no me eran desconocidos. Sin embargo, la experiencia docente fue, en realidad, horrible (afortunadamente más para mí que para los alumnos).

Ahora, por el lado más positivo, aprendí muchas cosas interesantes, útiles, y básicas de computación. Además, durante ese año me hice el tiempo para asistir a varios cursos y seminarios del Departamento, y a las conferencias de los múltiples investigadores que pasaban de visita. El ambiente académico era estimulante y del más alto nivel.

Como será fácil imaginar, no tuve mucho tiempo para hacer investigación. Además, yo era visita oficial del grupo de teoría de la computación, pero mis intereses me llevaban más bien hacia las aplicaciones de la lógica en inteligencia artificial y bases de datos. Esto me tenía en una situación incómoda. Afortunadamente, hacia el final del año en Toronto, Javier Pinto me ofreció ponerme en contacto con su supervisor, Ray Reiter. Hay que destacar que Reiter era figura protagónica a nivel mundial en inteligencia artificial, y representación de conocimiento, en particular.

Con Javier habíamos estudiado con fascinación y cuidadosamente algunos de sus trabajos. Los tres fuimos a almorzar, un día viernes, recuerdo. Ahí Reiter me dijo que tal vez podría ayudarlo con mi formación en lógica matemática, ya que tenía un problema lógico -un presunto teorema- que él creía que era cierto, pero que no podía demostrar. Fuimos a su oficina, me formuló el problema de manera muy simple. Era la oportunidad que había estado esperando y no podía desaprovecharla. Desde ese momento y el fin de semana completo me concentré en el problema y logré resolverlo. El lunes siguiente, después de ver la solución, Reiter me invitó a que trabajáramos en otro tema. Así se inicio mi colaboración con uno de los investigadores que más he admirado. Fue muy motivador, inspirador y formativo el trabajar con él. En ese momento no estaba muy consciente de que trabajar con Reiter me abría puertas y oportunidades valiosas.

La lógica clásica, aquella en la que se basa el razonamiento deductivo matemático, por ejemplo, tiene la propiedad de monotonía. Esto quiere decir que, si a un conjunto de axiomas o a una base de conocimiento se le agrega nuevos axiomas, los teoremas o las consecuencias lógicas que se obtenían de la original siguen siendo válidos con respecto a la teoría expandida. Sin embargo, el razonamiento con sentido común que realizan los seres humanos es esencialmente no monótono. El ejemplo clásico es el de concluir o conjeturar, a partir de la información de que Piolín es un pájaro, que éste vuela. Ésta es una conclusión posiblemente provisional, que puede ser necesario descartar si se agrega la información de que, por ejemplo, Piolín es un avestruz. Los seres humanos necesitamos este tipo de razonamiento para funcionar en un ambiente que ofrece información incompleta. La modelación lógica del razonamiento con sentido común y su adopción en sistemas computacionales que exhiban inteligencia (artificial) ha sido y sigue siendo un gran desafío. Ray Reiter hizo importantes contribuciones en el área

de lógicas no monótonas para representación de conocimiento de sentido común.

Con Reiter trabajé en la aplicación de circunscripción, una forma de razonamiento lógico de sentido común, a la modelación y procesamiento computacional de la noción de objeto genérico. En especial nos interesó el uso de este concepto en el contexto de una teoría matemática, concretamente la geometría clásica. Este tipo de investigación fue del tipo que más me atrae y acomoda. Primero, hubo que intentar entender y estudiar una noción que se maneja intuitivamente. En este caso, la de objeto genérico. Piensen, por ejemplo, en un árbol genérico, o en una casa genérica, de esas que dibujan los niños. O en un triángulo genérico, de esos que se dibujan de manera auxiliar para conjeturar un teorema o guiar una demostración. En segundo lugar, fue necesario formular (definir, conceptualizar, caracterizar, especificar, ...) el concepto en términos lógicos. Una vez hecho eso, restó demostrar que el modelo entrega los resultados esperados, es decir, que tiene las propiedades intuitivamente esperadas. Esto requiere de un análisis matemático.

Dentro de este trabajo, también establecimos que había conexiones interesantes con otros temas aparentemente desconexos, en nuestro caso, con ciertas formas superficialmente paradójicas de razonamiento probabilístico. El establecer puentes entre áreas no conectadas de manera obvia es algo que siempre me ha atraído. Escribí dos papers con Reiter, aprendí mucho trabajando con él, y se generó una amistad entre ambos que duró hasta el momento de su prematura muerte el año 2002.

En lugar de volver a la PUC después del año en Toronto, solicité una extensión del permiso sin sueldo, y me fui como profesor visitante por un semestre al Department of Computer Science de la Universidad de Wisconsin en Milwaukee. Esa oportunidad me la dio mi amigo René Peralta, quien era profesor en ese Departamento. Dicté un curso de inteligencia artificial, otro de matemática discreta para computación,

y supervisé a un alumno de máster. En investigación me concentré en el trabajo iniciado con Reiter.

A principios de 1991 volvía a la PUC, reintegrándome a la Facultad de Matemática (FM). Sin embargo, tenía claro que mi permanencia en ella sería pasajera. A pesar de esto, intenté revitalizar la Ciencia de la Computación en la FM. Me reintegré al Programa de Computación de la FM, que era un resabio pequeño y sólo parcialmente formal de lo que había sido el Departamento de Ciencia de Computación de la FM, el que había desaparecido en 1983 (ver la sección siguiente). Dentro de lo posible en el contexto de la programación docente de la FM dicté cursos relacionados con Ciencia de la Computación. De hecho, la mayor parte de mis actividades las concentré de manera informal en el Departamento de Ciencia de Computación (DCC) de la Escuela de Ingeniería. Dicté el curso de “Lógica para Ciencia de Computación”, que era obligatorio para los alumnos de Ingeniería Industrial con mención Computación. Fui el primero en dictar ese curso, que había sido creado antes de mi regreso a Chile en 1991. Hice de editor del número dedicado a la computación de la revista de la Escuela de Ingeniería, dicté un curso de bases de datos para el postítulo del DCC, tomé contacto con alumnos del departamento, etc. En la práctica, funcioné como un profesor más del DCC, pero sin contrato.



Inaugurando las 2^{das} Jornadas de Chilenas de Computación (1994).

Paralelamente, presenté a la FM un plan de desarrollo de la Ciencia de la Computación. Sin embargo, éste no tuvo acogida, lo cual era esperable y, como veremos, también comprensible. Decidí buscar otros horizontes. Postulé a un concurso abierto por el Departamento de Informática de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM). Entremedio, el DCC de la Escuela de Ingeniería de la PUC abrió una vacante, a la cual postulé. El proceso fue muy rápido y se me ofreció el puesto. Sin embargo, a pesar de llevar años en la PUC, se me tomó a prueba por dos años, y se me hizo pasar por un examen psicológico, como a todos los nuevos profesores de la Escuela de Ingeniería. Como ya había decidido irme de la FM de todos modos, acepté esas condiciones. No mucho después la UTFSM me ofreció el puesto al que había postulado, pero ya había aceptado la oferta de la PUC. Dejé la FM y me integré al DCC en 1992.

EN UN DEPARTAMENTO DE COMPUTACIÓN

Hasta 1981 toda la escasa actividad académica en la PUC en torno a computación estaba concentrada en la división de servicios computacionales de la Universidad, que no era una unidad académica. Se impartían los cursos de programación para distintas carreras, generalmente por alumnos de ingeniería y licenciaturas científicas que se habían especializado en la práctica en esos aspectos de la computación. La docencia no era precisamente su fuerte; y la complejidad administrativa de tomar uno de esos cursos no los hacía precisamente atractivos. Había que lidiar con formularios de programación, con cajas de tarjetas, y listados eternos y crípticos que mostraban la corrida del programa. En estos últimos había que sumergirse en la búsqueda de los errores que habían impedido que el programa corriera en la forma esperada. Está bien que un curso sea difícil porque el contenido temático lo es, pero no que las fuentes de complejidad vengan por otros lados.

En 1981, Rolando Chuaqui, Decano de la Facultad de Matemáticas (FM) de la PUC, impulsó la creación del Departamento de Ciencia de la Computación (DCC), como uno de los tres departamentos de la FM. Este fue el inicio de la actividad académica institucionalizada en computación en la PUC. Esta iniciativa, no carente de sobresaltos, fue apoyada tíbiamente por los profesores establecidos de la FM. Había temas complicados, como por ejemplo, la naturaleza no siempre científica de la computación. Otro era la calificación y vocación académica de los profesores que se contrataron en forma ad hoc. La mayoría de ellos eran ingenieros que habían exhibido interés en la computación, y más en su parte práctica y técnica (principalmente programación) que científica. La idea era que ellos salieran al exterior en el corto plazo a obtener un Doctorado en Ciencia de la Computación. Otro tema que produjo controversias fue el de los sueldos, ya que la gente de computación aspiraba a sueldos más altos que el promedio de la FM. Se creó la carrera de Licenciatura en Matemática con mención Computación.

No mucho después, la Escuela de Ingeniería (EI) de la PUC comenzó a interesarse en el desarrollo de la computación como una de sus disciplinas. Hubo conversaciones y acercamientos entre la EI y los profesores del DCC de la FM. Al final, se dieron las condiciones para que la EI propusiera a la rectoría de la PUC que el Departamento de Ciencia de la Computación, y toda la actividad académica en computación, se concentrara en la EI. En 1983 la FM perdió el DCC por decreto de rectoría. Los profesores de la FM asociados al DCC pudieron elegir entre quedarse en la FM o irse al nuevo DCC en la EI. Sólo uno de los profesores, René Peralta, quien estaba haciendo su Doctorado en Computación en Berkeley, decidió quedarse en la FM. De nada sirvieron las objeciones del Decano Rolando Chuaqui. A lo más pudo dejar constancia por escrito, en el documento base para el decreto de rectoría, de sus aprensiones con respecto al futuro poco



Leopoldo Bertossi, Ray Reiter y Jorge Lobo, 1^{ras} Jornadas Chilenas de Computación (1993).

promisorio que veía para la Ciencia de la Computación, como disciplina científica, si ésta se radicaba solamente en la EI.

Estos eventos en torno a la computación fueron bastante traumáticos para la FM. En ella se formó una figura más bien informal de Programa en Computación, muy pequeño, y más bien para dar soporte a la licenciatura que se había creado (aunque la docencia en computación para sus alumnos quedó a cargo del DCC de la EI).

El DCC de la EI se formó eclécticamente, y más de hecho que por diseño, con los profesores que emigraron de la FM, más algunos ingenieros jóvenes que trabajaban en la división de servicios computacionales y en la misma EI en forma más bien aislada, proveyendo apoyo computacional. Sólo un profesor del nuevo departamento contaba con un Doctorado en Ciencia de la Computación, de hecho, muy reciente. Los otros no tenían Doctorado, y, tal como era el plan en la FM, ellos saldrían a hacerlo en un corto plazo.

Vale la pena hacer notar que la EI acostumbraba contratar ingenieros jóvenes -sus alumnos recién egresados- y después de un par de años, los apoyaba para que salieran a hacer un máster. Una vez terminado, ellos tenían que volver a la EI, y desempeñar funciones académicas regulares. Después de un par de años salían nuevamente, pero a hacer un Doctorado, usualmente a una universidad distinta. Tan sólo los procesos de postulación, traslado e

instalación consumían una cantidad enorme de tiempo. Además, el nivel de entrenamiento y especialización en el período entre el máster y el doctorado no era el adecuado como para hacer investigación. Es claro que varios años de lo que en general debería ser la etapa más activa y creativa de una persona para hacer investigación se perdían en estas actividades no académicas. Estos profesores empezaron a regresar al DCC con un Doctorado a fines de los '80 y principios de los '90.

Retomando mi narrativa personal, en 1992 me uní al DCC de la Escuela de Ingeniería de la PUC. Tuve un doble choque cultural. Por un lado, ingresé como académico de la EI de la PUC, la que tenía y tiene prácticas académicas y administrativas muy distintas de las de unidades académicas científicas. Por el otro, me uní ya plenamente a la comunidad de computación académica de Chile. Esta última también tiene prácticas distintas de las de las comunidades científicas tradicionales.

Definitivamente la actividad académica en mi nuevo Departamento no giraba en torno a la investigación de alto nivel. Los pocos trabajos de investigación que se escribían eran enviados a conferencias y medios de publicación más bien regionales, de bajo nivel de exigencia e impacto. Los profesores llegaban con su Doctorado y, en la mayoría de los casos, la investigación se estancaba, desaprovechando el momentum, el estar en el estado del arte, y la energía juvenil.

El DCC, como todos los otros departamentos de la EI estaba sometido a la exigencia tácita de generar dinero para la EI a través de actividades de extensión. Es de esta manera que la EI suplementaba el sueldo de sus profesores. El que el DCC fuera el departamento más joven de la EI, que necesitara solidificarse y establecer una cultura de investigación, no lo libraba de la exigencia. Sin embargo, hay que decir que no todos los profesores veían en ella una maldición. Por un lado, les permitía generar algunos dineros extras para el bolsillo. Por otro, los profesores que tenían más inclinación hacia las actividades de extensión que hacia la investigación, encontraban una situación conveniente. En todo caso, atribuir la poca actividad en investigación al servicio exterior sería una exageración.

Por mi lado, y por decisión personal, orienté mis actividades hacia la investigación, lo que incluía la invitación de investigadores extranjeros y la formación de un grupo de investigación con alumnos de excelencia. También comencé a participar activamente en la Sociedad Chilena de Computación (SCCC). En particular, impulsé la creación de las Jornadas Chilenas de Computación de la SCCC (La Serena, 1993), las que incluyeron el I Encuentro Chileno de Computación, del cual fui el organizador, y la tradicional Conferencia Internacional de la SCCC. Tenía claro que esta última no estaba cumpliendo el rol de acercar a los académicos de la computación en Chile, de permitirles conocerse, intercambiar ideas, y producir relaciones de colaboración y mentoría en investigación. Estos fueron los propósitos detrás de la creación del Encuentro. En 1993 fui elegido miembro del directorio de la SCCC, y tomé el puesto de secretario.

En el terreno de la investigación, comencé, a principios de los '90, a trabajar en la aplicación de formalismos de representación de conocimiento a la especificación de la dinámica de bases de datos relacionales. También a formular y resolver diversos problemas que surgen al razonar sobre la evolución de éstas, por ejemplo, sobre la



1^{as} Jornadas Chilenas de Computación (1993).

satisfacción de restricciones de integridad dinámicas o la evolución de vistas. Esto me llevó a irme metiendo paulatinamente en temas más propios o tradicionales de manejo de datos.

Hacia fines de los 90 comencé a investigar temas de manejo de inconsistencia en bases de datos relacionales. Esto se convirtió en todo un programa de investigación de largo alcance y cobertura. Ahí también caen temas de integración de datos e intercambio de datos entre pares. Esta investigación ha sido siempre de naturaleza científica, con los lenguajes, conceptos y métodos de la matemática, y de la lógica matemática, en particular. Esto no es sorprendente, ya que esta última está en la base misma de las bases de datos relacionales y sus extensiones.

En 1993, antes de que mi período de dos años de prueba en la El terminara, el Decano me pidió que asumiera como Jefe de Departamento. Obviamente, dada mi situación de condicionalidad, ésta era una oferta que no podía rehusar, pero que estaba muy lejos de mis planes y aspiraciones. No hay espacio aquí para describir los tres años de jefatura departamental y los que siguieron inmediatamente a continuación. Eso daría para un artículo completo, o un libro.

Hacia fines del año 2000, descontento, desesperanzado y pesimista sobre mi ambiente de trabajo, y dada la reciente

partida de mi colega Javier Pinto como investigador a Bell Labs en New Jersey, por similares razones y sentimientos, decidí comenzar a buscar alternativas fuera de Chile. Mi deseo era encontrar un ambiente propicio para concentrarme principalmente en investigación.

En Chile siempre hay distracciones inevitables, usualmente en torno a política académica, tanto en el sentido pequeño como en el amplio. En Chile es importante aceptar estas tareas, y creo que contribuí bastante en este terreno. Sin embargo, me parecía que ya era hora de que otros continuaran corriendo la posta.

Dada mi cercanía académica con Canadá, postulé a algunas de sus universidades. En febrero de 2001 recibí la invitación a una entrevista en la Carleton University de Ottawa, la que había visitado doce años antes. Me hicieron una oferta conveniente, y renuncié a la PUC a mediados de 2001. Desde Canadá he intentado seguir contribuyendo al desarrollo de la Ciencia de la Computación en Chile.

Rescato como lo mejor en lo académico de esos años entre 1991 y 2001 mi amistad y colaboración con Javier Pinto. Con él tuve, lejos, la mayor cercanía personal, académica y científica. Su muerte accidental y prematura en el 2001 fue un terrible golpe para mí. Valoro también el contacto con excelentes alumnos que tuve en ese

período, en el cual varios de ellos hicieron o comenzaron a hacer investigación o un posgrado conmigo. Varios de ellos siguieron una carrera académica, y actualmente son investigadores establecidos y reconocidos a nivel internacional. Esto es lo que me da, lejos, la mayor de las satisfacciones. También valoro enormemente las actividades desarrolladas en la SCCC, y las buenas amistades que hice dentro de ella. En dos períodos fui el presidente de la SCCC.

EN UNA COMUNIDAD DE COMPUTACIÓN

Como toda comunidad, la de computación (haciendo la salvedad de que me refiero a la académica) tiene sus peculiaridades, sus prácticas, rituales y personajes. Para mí es inevitable el compararla con otras comunidades científicas y académicas, especialmente con aquellas más tradicionales. Por supuesto, en esta comparación no hay que olvidar que la computación como disciplina científica se inició en los años '30, y la más técnica, aún más tarde. Sin embargo, tampoco es claro que la comunidad de computación vaya a llegar a ser como las más tradicionales, y de que es sólo cosa de darle más tiempo.

Sin pretender hacer un análisis profundo ni detallado, sólo quisiera destacar, en forma muy general, algunas cosas que me llaman particularmente la atención, a modo de reflexión. Ojalá estas observaciones aporten elementos de discusión. Los juicios a continuación se refieren, en general, a la computación como disciplina académica a nivel internacional.

En primer lugar, la cantidad de publicaciones en el área es enorme, excesiva. Y los estándares de calidad son más bien bajos. Más que a la relevancia, es decir el interés o utilidad que una investigación puede tener para el resto de la comunidad, me refiero a los métodos de investigación, a la evaluación de la investigación, y a la novedad de los resultados de la investigación. En el mismo sentido, hay una sobreabundancia de medios de publicación de resultados de investigación. Me atrevo a afirmar que el

que quiera publicar algo va encontrar un medio de publicación, independientemente de los resultados, y casi independientemente de la calidad de la presentación.

Aparte de la sobreabundancia de publicaciones, está el problema del estilo de presentación de la investigación. En los últimos años he participado en muchos comités de programas de conferencias, de reputación decente para arriba, y, en la mayoría de los papers, percibo serios problemas. Usualmente estos no plantean claramente qué es lo que se está proponiendo ni cuáles son los problemas que están siendo atacados. Particularmente ausente está una clara formulación, al principio del paper, de los resultados obtenidos. Abunda la falta de rigor y el tratamiento superficial de los temas. Esto también se manifiesta en una pobre revisión bibliográfica y de resultados de otros autores. Se tiende a rehacer mucha investigación. Sin embargo, hay que reconocer que tanta publicación en la comunidad hace difícil saber qué se está haciendo o se ha hecho.

Aquellos papers de naturaleza o contenido experimental rara vez se preocupan de la replicabilidad de sus experimentos. Muchas veces se llena el paper de gráficos y datos, sin que sea clara su relevancia. Los datos y las condiciones experimentales son rara vez proporcionados.

La comunidad publica mucho en conferencias, mucho más que en journals. Se considera, promueve y defiende esta práctica como algo casi esencial a la investigación en computación. No veo la rapidez del desarrollo y el dinamismo de la computación, usualmente considerados como causa de la preferencia por conferencias, como buenas justificaciones para la enorme cantidad de conferencias y workshops de bajo nivel donde se presentan resultados de investigación. Una cantidad enorme de workshops y conferencias aceptan trabajos mediocres, presentados por investigadores de bajo nivel, ante un público de similar

nivel. Casi no hay discusión ni preguntas. Me cuesta entender la razón y el propósito detrás de la organización de esos encuentros que poco aportan.

Una gran cantidad de trabajos publicados presenta ideas a medio desarrollar. Otros tantos, son papers "visionarios", que muestran cómo van a ser las cosas o como deberían ser, pero sin contribuir a la materialización de esa visión. No podemos dejar de mencionar la enorme redundancia y alto grado de intersección en las publicaciones, entre investigadores y a nivel de investigadores individuales. Hay tanto investigador que empaqueta la misma idea o técnica en las más diversas maneras, incrementando así considerable y artificialmente su número de publicaciones. La comunidad de computación tiene que limpiar sus procesos de publicación.

Para contrapesar esta percepción poco favorable, hay que mencionar que hay también excelentes journals y conferencias, pero son excepcionales, en el sentido estricto del término. Es decir, no es que en computación no haya altos estándares de investigación a los cuales uno pueda hacer referencia. Ha habido excelente investigación y publicaciones en el área desde los comienzos. En consecuencia, hay referentes de calidad. Así es que el problema de la sobreabundancia de publicaciones de bajo nivel no es un problema relacionado con la juventud del área. Es más bien una mala práctica que lamentablemente se ha perpetuado.

Es también importante aclarar que la investigación de alto nivel se publica en conferencias también de muy alto nivel; y que es prestigioso, importante y visible tener papers en estas últimas. Esto sí es característico de la computación y debe ser reconocido. En general, la investigación publicada en estas conferencias no tiene razones para sonrojarse al ser comparada con la mejor investigación realizada y publicada en journals por otras comunidades.

Cada área de computación tiene sus conferencias principales, las de mayor calidad. Estas son usualmente conferencias generales del área, y no conferencias o talleres especializados. Todo investigador en un área sabe (o debería saber) cuáles son las de su área. Un verdadero protagonista en esa área de investigación tiene papers en ellas, es invitado a hacer presentaciones en ellas, y a ser miembro de sus comités de programa. Si no, sólo se está en un papel secundario, o simplemente, como extra.

La comunidad chilena de computación debe apuntar, y también cada investigador local desde el comienzo de su carrera, a publicar en conferencias internacionales del más alto nivel posible. No creo que uno se entrene publicando en conferencias mediocres, locales o regionales. Mas bien, creo que los vicios y malas prácticas se perpetúan y legitiman.

Por esta razón, siempre he pensado que es negativo tener actas formales para conferencias como el Encuentro Chileno de Computación, o la misma Conferencia Internacional de la SCCC. Esta última ya no es tan internacional y, en su formato original ya quedó obsoleta, como todas las conferencias generales de computación. En mi opinión, el Encuentro Chileno de Computación y las Jornadas de la SCCC deben seguir existiendo, pero el énfasis tiene que ser puesto, más que en la publicación de papers y actas, en la oportunidad de intercambio, de mentoría, y de tener buenos tutoriales y conferencias invitadas.

Estas últimas afirmaciones pueden parecer paradójicas a aquellos que me han visto promover el Alberto Mendelzon Workshop on Foundations of Data Management. Éste se está realizando anualmente en América Latina. Mi visión del Workshop es que éste sea de alta calidad y prestigio internacional, con los más altos estándares, sólo que realizado en nuestra región, para beneficio de sus investigadores y estudiantes.

Un segundo aspecto de la comunidad que me ha llamado la atención es que ésta es muy generosa y tolerante con sus miembros en lo que se refiere a la calidad de la investigación y a la ausencia de ella. Una parte importante de la producción en investigación es de nivel más bien bajo. Hay un alto número de investigadores en cada área de la computación que hacen una carrera basada en publicaciones en conferencias de esa área que son de dudosa calidad en términos de nivel de exigencia e impacto.

Otras comunidades son mucho más estrictas con lo que se considera investigación y publicación; y con el nivel que debe alcanzar en ella un académico para ser promovido a una categoría superior o, incluso, para mantener su lugar en la universidad (cuando no está la seguridad de un "tenure"²). En este respecto, excepto en un caso, los departamentos de computación en Chile no tienen niveles de exigencia muy altos.

Existe en cierto modo el mito, en todas partes, de que no se hace tanta investigación porque los académicos hacen computación, léase ingeniería, y aplicaciones y desarrollos tecnológicos. Yo no he percibido esto último como la causa. Son pocos los que realizan estas actividades. Y en la mayoría de esos pocos casos, el nivel de innovación tecnológica es más bien bajo. No toda la actividad técnica que hace

un académico, por el sólo hecho de ser realizada por un académico, es investigación. Muy probablemente, tampoco desarrollo tecnológico innovativo ni ingeniería del más alto nivel.

En la comunidad abundan los investigadores que desarrollan una carrera sobre la base de las aplicaciones de la computación. Llamemos C a la vasta área que incluye a la computación en sus diversas modalidades (Ciencia de la Computación, Ingeniería de Computación, Tecnología de la Información, Ingeniería de Software, etc.); y E, a un área distinta, genérica, donde se puede aplicar C. Hay muchos papers que presentan como resultados de investigación ciertas aplicaciones de C en E.

Hay varias preguntas que surgen naturalmente en ese escenario: (a) ¿Es eso investigación o la aplicación de una tecnología ya establecida en C? Si es lo segundo, entonces no es investigación desde el punto de vista de C, sino más bien ingeniería. (b) Tal vez aceptando que es investigación, ¿es eso investigación en C o en E? (c) Mirando más en detalle, ¿es esa investigación relevante para C o para E (o ninguna de las anteriores)?

Debo reconocer que veo a ese tipo de investigación con cierto grado de suspicacia. Si hay alguna contribución a C en esas aplicaciones, el investigador radicado en C

debería ser capaz de identificar y destilar lo que es relevante para C y publicarlo como un avance para C. Por otro lado, si desde el punto de vista de C es sólo la aplicación de una tecnología establecida, entonces son los miembros de E los que deberían juzgar y valorar esa investigación. Por supuesto, el juicio de estos últimos podría dejar legítimamente indiferentes a los de C.

Puesto de otra manera, a no ser que una institución haya decidido deliberadamente desarrollar el área de "aplicaciones de C en E", o que sólo se interese en contar papers, el departamento de C tiene el derecho a analizar y valorar con especial precaución este tipo de investigación. Este síndrome de las aplicaciones interdisciplinarias se da naturalmente en computación, pero otras disciplinas también lo comparten, por ejemplo, estadística. Aplicaciones de computación son importantes, pero deben ser valoradas como tales, y no necesariamente como investigación o publicación.

Finalmente, como tercer punto, está un tema que siempre me ha preocupado, y sobre el cual trato de alertar a los futuros estudiantes de doctorado. La formación que puede recibir un joven a través de sus estudios de posgrado varía mucho dependiendo del estilo de trabajo de su supervisor o institución. En computación abunda el profesor que arma un enorme equipo de investigación, del cual se convierte más en un gerente que en un miembro activo en la investigación directa. El alumno pasa a ser una pieza dentro de ese megaproyecto, muchas veces de desarrollo de algún software o aplicación. Con frecuencia, el rol del alumno se convierte en el de implementar una parte. Si, además, "diseña" lo que implementó, ese diseño se considera parte de su investigación. Así puede obtener finalmente su grado.

Es probable que esa actividad haya significado enorme trabajo, pero no es claro que ese alumno haya adquirido una buena



Inauguración 1^{as} Jornadas Chilenas de Computación (1993).

² No puedo suponer que todos los lectores saben lo que es el *tenure*. Este es el status otorgado por una universidad en Estados Unidos o Canadá a un profesor. Éste implica que ese profesor no puede ser despojado de su puesto por razones de pobre productividad académica. Sólo se puede perder por razones más o menos obvias, no estrictamente académicas, o por reestructuración de la unidad académica. Típicamente uno es contratado como profesor asistente sin *tenure*. Después de unos seis años es evaluado. Ahí recibe el *tenure* y es promovido a profesor asociado o tiene que dejar la universidad.

formación. No es claro que el alumno haya tenido una visión nítida y global de lo que se estaba haciendo ni que haya quedado bien, críticamente y operacionalmente informado del estado del arte en su área y de la literatura relevante. Es muy probable que no haya desarrollado las cualidades de autonomía, independencia y autocrítica que si se alcanzan a través del desarrollo de una tesis en una tema que se pare por sí mismo, que sea realizable por el alumno por entero, de principio a fin, incluyendo la formulación precisa y circunscrita del proyecto a desarrollar. He conocido a muchos doctores que nunca aprendieron a investigar por este motivo. Ésta es una nota de precaución para los jóvenes que aspiran a hacer un doctorado. Por supuesto, este problema no se da sólo en computación, sino en cualquiera otro donde se puedan generar grandes implementaciones o aplicaciones.

Es imposible no relacionar estos comentarios sobre el Doctorado con la etapa posiblemente más difícil en la carrera de un investigador. Precisamente aquella que viene inmediatamente después de terminar el Doctorado. Es ahí cuando hay que empezar a comportarse, al menos en materias de investigación, como un ser inteligente, independiente, conocedor y creativo. El tipo de Doctorado que uno haya hecho tiene fuerte influencia en el éxito en este período. Sin embargo, aunque no se haya hecho uno de la mayor calidad o en las óptimas condiciones, por diversas razones, desde personales hasta académicas, siempre es posible compensar y recuperarse inmediatamente después. En ese momento es importante buscar alianzas en investigación o franca mentoría de parte de investigadores sólidos y establecidos, dentro y fuera del país. Es clave en esa etapa nunca perder el momentum ni parar la actividad de investigación. Hay que trabajar duro y concentradamente, sin distraerse con otras actividades, especialmente administrativas y de extensión. Hay que publicar, apuntando alto, y postular a proyectos de investigación. Un vacío en investigación en esa etapa es peligroso y difícil de remontar.

Todo esto es particularmente importante en Chile, donde no existe, en general, el sistema de *tenure*. Los recién doctorados son contratados en la universidad y no corren peligro de perder su trabajo si no son productivos en investigación. Mi consejo es establecerse en Chile recién Doctorado adoptando la mentalidad del *"tenure-track"*, es decir, como si uno fuera a ser evaluado en investigación después de cinco o seis años, cuando se decidiría si se le otorga el *tenure*.

Las instituciones chilenas que acogen a los recién doctorados deben proveer las condiciones para que esa etapa inicial sea productiva, y, a la vez, deben exigir que haya un nivel alto de productividad. Esta última debe ser medida en función del número y la calidad de las publicaciones, y en el grado de éxito en concursos competitivos de proyectos de investigación, especialmente aquellos que reflejan en cierto modo, el nivel alcanzado en investigación, como los Fondecyt.

El doctorado es una experiencia en investigación. Es una forma de aprender a hacer investigación haciéndola bajo supervisión. No hay justificación para que todo ese esfuerzo, individual y a veces institucional, se pierda. Una institución que acoge a un profesor recién doctorado, a no ser que sólo quiera hacer propaganda exhibiendo una serie de nombres con doctorado, debería hacer todo lo posible para que éste dé frutos en investigación, como se esperaría. Después de todos estos años, todavía creo que lo que mejor se aprende es aquello que se aprende a través de la investigación. También creo que lo que mejor se enseña, al menos a nivel académico, es aquello que es iluminado desde la perspectiva de la investigación.

EN CONCLUSIÓN

Mi motivación detrás de las críticas que hice más arriba es la de alertar sobre ciertas prácticas que considero negativas. Es claro que no vamos a cambiar la comunidad mundial de computación, pero sí podemos

introducir algunos cambios en nuestro entorno, e impedir o minimizar el caer en los errores de otros.

Mi propia investigación es, sin duda, en Ciencia de la Computación. Como investigador en computación, mis críticas las entrego desde el interior de la misma comunidad a la cual pertenezco, porque me importa y me siento comprometido con ella. Las comparto con mi comunidad chilena porque, en Chile, la computación académica es aún joven, y se puede beneficiar con una discusión con altura de miras en torno a estos temas. Este tipo de discusiones debería ayudar a fortalecer y a consolidar una comunidad científica, a subir los niveles de calidad de la investigación científica, y a hacer surgir figuras en ella, muy necesarias, que tengan el más alto nivel de excelencia en investigación y un considerable peso académico e intelectual, tanto dentro como fuera de la comunidad.

Algunos de los problemas que indique en la sección anterior son muy probablemente compartidos con otras comunidades de investigación, no son propiedad de computación. La mezcla de ciencia y tecnología que se encuentra en computación también aparece en otras áreas. Esta mezcla complica la evaluación de la investigación, pero a la vez enriquece a esta última.

Las críticas son relevantes cuando hay potencial y esperanzas. Dentro de América Latina, Chile presenta un excelente nivel en investigación en computación. Estamos primeros o segundos, dependiendo de cómo se midan las cosas. Da orgullo y satisfacción el ver que un sólido y creciente número de investigadores chilenos está jugando, desde Chile, en las primeras ligas internacionales. Esto se ve más claramente en las áreas de investigación en torno a teoría y algoritmos, a manejo de datos, y a la Web, pero hay otras áreas donde también se está empezando a generar investigación relevante e internacionalmente apreciada. Este éxito debe ser reconocido y apoyado, para multiplicarlo, y para el beneficio del país. BITS