

REVISTA

BITS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN



fcfm

FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

de Ciencia
UNIVERSIDAD DE CHILE

Nº 4 / PRIMER SEMESTRE 2010

35
Años

DESARROLLANDO
LA COMPUTACIÓN
EN CHILE

TICs en Chile,
el ADN de la
sociedad actual

- CONVERSACIONES CON ALFREDO BARRIGA Y JOSÉ M. BENAVENTE
- CREACIÓN DEL PRIMER DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN EN CHILE

Comité Editorial

Claudio Gutiérrez, profesor.
Alejandro Hevia, profesor.
Nancy Hitschfeld, profesora.
Gonzalo Navarro, profesor.
Sergio Ochoa, profesor.

Editor General

Pablo Barceló

Editora Periodística

Claudia Páez

Periodista

Ana G. Martínez

Diseño y Diagramación

Sociedad Publisiga Ltda.

Imagen Portada

Shutterstock

Fotografías, gentileza de:

Alfredo Cofré E.
www.flickr.com/kurakensama
Profesor Johan Fabry
Javier Velasco

Dirección

Departamento de Ciencias
de la Computación
Avda. Blanco Encalada 2120, 3° piso
Santiago, Chile.
837-0459 Santiago
www.dcc.uchile.cl
Teléfono: 56-2-9780652
Fax: 56-2-6895531
revista@dcc.uchile.cl

Revista BITS DE CIENCIA es una publicación del Departamento de Ciencias de la Computación de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. La reproducción total o parcial de sus contenidos debe citar el nombre de la Revista y su Institución.

Revista Bits de Ciencia N° 3
ISSN 0718-8005 (versión impresa)

www.dcc.uchile.cl/revista
ISSN 0718-8013 (versión en línea)

CONTENIDOS

INVESTIGACIÓN DESTACADA

02

Generación automática de arquitecturas de líneas de productos de software usando MDE

Cecilia Bastarrica

COMPUTACIÓN Y SOCIEDAD

08

Antecedentes, creación y primeros años del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile

Juan Álvarez

TICs EN CHILE

21

Hoy y mañana: las TIC en Chile

Raúl Ciudad

24

A medio camino: la adopción de Tics por parte de las empresas chilenas

Marcos Sepúlveda, Javier Bermúdez

29

Decisiones en proyectos TI: aspectos claves para tener en cuenta

Jens Hardings

33

Una idea: desde el laboratorio hasta el mercado

Alex Bergel

36

NIC Labs: ciencia y transferencia de la universidad a la industria

Tomás Barros

39

Política pública en TICs: ¿cuál es la institucionalidad que necesitamos?

Alejandro Barros

41

TICs en Contraloría General de la República: uno de los ejes principales en el reforzamiento de la gestión institucional

Luis Lara

46

Chile y la informática educativa

Didier de Saint Pierre

SURVEYS

49

Sistemas de intercambio de información: manejo de metadatos

Jorge Pérez

CONVERSACIONES

54

Alfredo Barriga: entrevista TICs

José Miguel Piquer

57

José M. Benavente: entrevista innovación

José Miguel Piquer

GRUPOS DE INVESTIGACION

60

CLCERT: investigación en criptografía aplicada y seguridad computacional

Alejandro Hevia

EDITORIAL

Larga vida al DCC

Esta edición de la *Revista Bits* es bastante especial. Partiendo por el hecho de que el tema central esta vez no es uno, sino que gira en torno a dos ejes. Y porque el primero de dichos ejes es particularmente importante para nosotros: la conmemoración de los 35 años de la creación del Departamento de Ciencias de la Computación (DCC).

Fue allá por 1975 que un grupo de académicos jóvenes -José A. Pino, Alfredo Piquer, Patricio Poblete, Miguel Guzmán, Francisco Oyarzún y Rafael Hernández-, bajo la dirección de Fernando Silva, fundaron el DCC con la misión de realizar docencia, investigación y extensión en el área. Por cierto que el camino en el inicio no fue fácil. Y que para su consolidación el Departamento tuvo que atravesar dificultades como el contexto político de Chile, las voces disidentes dentro de la Facultad y las dificultades económicas de la época. El artículo de Juan Alvarez, *Antecedentes, Creación y Primeros años del DCC* describe minuciosamente la prehistoria y los inicios de nuestro Departamento.

El segundo tema central de la Revista es particularmente sensible para el país hoy en día: las Tecnologías de la Información (TIC). Mucho se ha hablado de que la única forma de que Chile aumente sus índices de productividad en el mediano plazo y, con ello, su nivel de desarrollo, es mediante la innovación. Sin embargo, en nuestra sociedad actual tanto la productividad como la innovación están directamente relacionadas con el uso y aplicación de las TIC. Quisimos, por tanto, analizar cuál es el estado de estas tecnologías en Chile. Para ello recopilamos artículos de algunos de nuestros académicos y de varios otros expertos nacionales en el tema.

El profesor José M. Piquer conversa con Alfredo Barriga y José Miguel Benavente, dos versados en temas como agenda digital y TICs para la innovación. Asimismo, destacados profesionales como Raúl Ciudad, Marcos Sepúlveda, Javier Bermúdez, Jens Harding, Alejandro Barros, Luis Lara y Didier de Saint Pierre, junto a profesores del DCC, se explayan sobre las TIC y su importancia en el Estado, la empresa privada, la educación y en la relación universidad-industria.

Sabemos que el análisis no es sencillo de hacer. Se cruzan factores culturales, políticos y económicos. Pero en nuestro empeño de generar discusión sobre temas de relevancia tecnológica-científica para la sociedad, con la colaboración de estos expertos hoy podemos entregarles valiosas perspectivas, visiones y experiencias.

Siendo ya nuestra costumbre, y comprometidos con la divulgación científica, en esta edición también encontrarán artículos sobre investigación realizada en el DCC y otras universidades.

Como al mismo tiempo queremos escuchar las voces de nuestros lectores, a partir del próximo número de *Bits* contaremos con la sección *C@rreos* dedicada a publicar sus opiniones, sugerencias y comentarios. Desde ya los invitamos a enviarnos sus emails a revista@dcc.uchile.cl

No me resta más que desearle larga vida a nuestro querido DCC. Y claro, a nuestra *Bits* también, con el apoyo de todos ustedes.

Profesor Pablo Barceló
Editor Revista Bits de Ciencia

Generación automática de arquitecturas de líneas de productos de software usando MDE

Gentileza Johan Fabry

DISEÑO DE ARQUITECTURAS DE SOFTWARE

La arquitectura del software es la estructura del software entendida como los elementos que actúan entre sí, como también sus propiedades externamente visibles. O sea, la arquitectura del software no tiene relación con algoritmos ni estructuras de datos, que son relevantes para la construcción de cada uno de los elementos constitutivos del software, sino con la composición de dichos elementos de software y eventualmente del hardware.

La arquitectura del software es la que determina en gran medida los atributos de calidad que va a exhibir éste, tales como mantenibilidad, portabilidad, seguridad, interoperabilidad, performance, etc. Su diseño, por lo tanto, es reconocido como uno de los factores que más influye en el

éxito del software, sobre todo en el caso de aquellos de gran tamaño y/o complejidad. Tener una arquitectura definida antes de construir un software, permite hacer un análisis acerca de sus propiedades y tomar decisiones correctivas, si es que no se están satisfaciendo los requisitos de calidad; lo que es en general prácticamente imposible después de construido el sistema.

Existe consenso acerca de la conveniencia de especificar la arquitectura del software usando múltiples vistas donde se aborde el diseño desde distintos puntos de vista: módulos de código, componentes de software ejecutable, nodos de hardware donde se instalará el software, etc. Cada vista permite analizar diversos tipos de propiedades. Por ejemplo, una vista de módulos de código



Cecilia Bastarrica

Profesora Asistente, DCC, Universidad de Chile. PhD Computer Science and Engineering, University of Connecticut (2000); Magister en Ciencias de la Ingeniería, Universidad Católica de Chile (1994); Ingeniera en Informática, Universidad Católica del Uruguay (1991). cecilia@dcc.uchile.cl

permite analizar la reusabilidad de los módulos o la mantenibilidad de los mismos, pero no analizar performance. Asimismo, una vista de componentes y conectores admite analizar performance, escalabilidad o seguridad pero nada nos dice acerca de la portabilidad, ya que no incluye elementos de hardware. Esto puede analizarse en una vista de emplazamiento (deployment), donde se especifica en qué nodo de hardware se instalará cada componente de software.

A pesar de que existe una gran cantidad de conocimiento acerca de cómo diseñar una buena arquitectura, se la sigue identificando como una actividad difícil y desafiante, en la que en general solamente los más experimentados tienen éxito.

La reutilización de software es una estrategia positiva para su desarrollo, tanto por el aumento de la productividad que conlleva como por la calidad que componentes ya probados proporcionan al nuevo software. Reutilizar el conocimiento de diseño arquitectónico es por lo tanto una estrategia promisoría en el desarrollo de software, sobre todo teniendo en cuenta que la arquitectura se construye como un conjunto de decisiones de diseño esenciales que se toman respecto del sistema [1]. Pero reconocer que la reutilización, tanto de componentes como de conocimiento, es una buena estrategia que no resuelve de por sí la mecánica de llevarlo a cabo. En este artículo mostramos cómo podemos codificar las decisiones arquitectónicas de tal modo de poder aplicar distintas combinaciones de ellas, dependiendo de las necesidades de cada caso.

LÍNEAS DE PRODUCTOS DE SOFTWARE

Las líneas de productos de software (SPL por su acrónimo en inglés) son conjuntos de productos dirigidos a un mismo nicho de mercado, contruidos a partir de un conjunto administrado de activos de software [2]. Dichos activos son elementos reutilizables y recombinables para dar lugar a distintos productos de la línea. Es así, por ejemplo, como se pueden construir diferentes productos ya sea con funcionalidad extendida

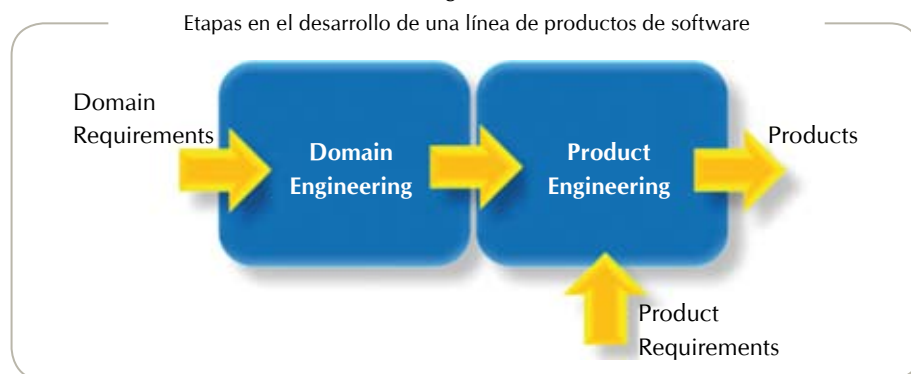
o limitada, o bien productos similares que se pueden ejecutar en distintas plataformas. Los activos de software más comunes son los componentes de software. Pero también podemos encontrar otros, tales como conjuntos de prueba, manuales de usuario, documentos de requisitos o diseños de interfaces gráficas.

Desde un punto de vista metodológico, una línea de productos se desarrolla esencialmente en dos etapas: en la Ingeniería del Dominio, donde se construyen todos los activos reutilizables. Y en la Ingeniería del Producto, o de la Aplicación, donde se construyen los distintos productos de la SPL combinando los elementos contruidos en la otra etapa. Esto se describe en la Figura 1.

son variables, y se los documenta como un modelo del dominio. En esta etapa también se define el alcance de la SPL, es decir, qué productos serán desarrollados y cuáles no.

Todos los productos de una misma línea comparten una serie de características y/o funcionalidades, que se denominan habitualmente *commonalities*. También existen elementos variables denominados *variabilities*. Los elementos variables pueden a su vez ser opcionales (es posible que estén presentes o no en un producto). O bien, ofrecer una serie de alternativas entre las cuales es posible elegir la característica que se desea que tenga el producto. Una de las técnicas más usadas para la especificación

Figura 1



Tanto la Ingeniería del Dominio como la del Producto se dividen a su vez en Análisis, Diseño e Implementación del Dominio y del Producto, respectivamente. Cada una de estas etapas tiene un objetivo y una serie de productos para ser desarrollados. La idea central de las SPL es construir los elementos de la Ingeniería del Dominio de tal forma que después construir cada producto resulte ser sencillo, rápido y con una muy baja probabilidad de cometer errores.

ANÁLISIS DE DOMINIO

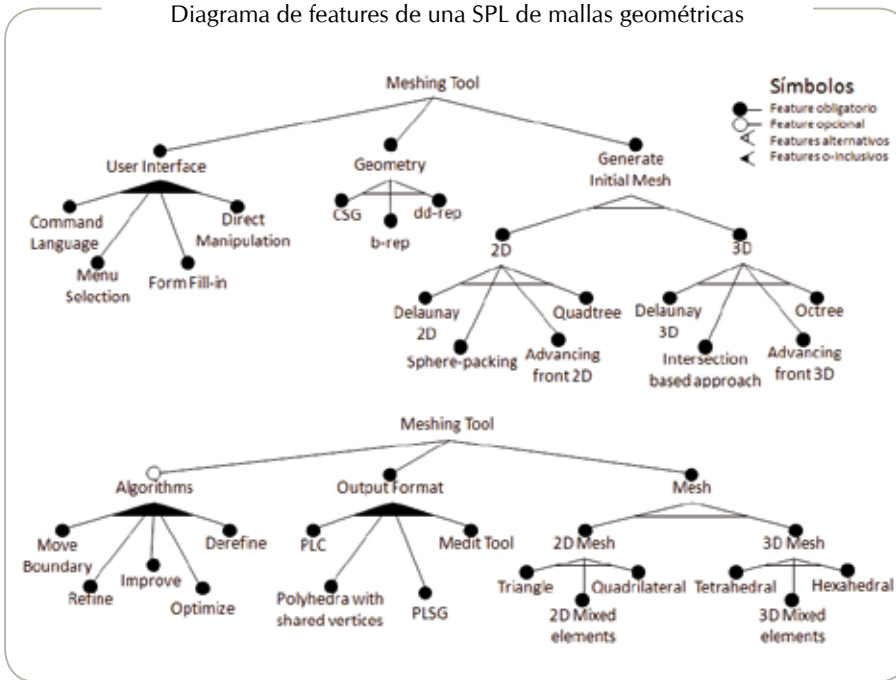
En el Análisis del Dominio se identifican los requisitos de toda la SPL. O sea, es una generalización del análisis de requisitos que se da en un desarrollo tradicional de software. Aquí se determinan cuáles requisitos son comunes a todos los productos, y cuáles

de *commonalities* y *variabilities* son los diagramas de características (*features*) [6]. En la Figura 2 mostramos un diagrama de *features*, donde identificamos las características comunes y variables de una línea de productos para el manejo de mallas geométricas.

El diagrama indica, por ejemplo, que todo producto de la SPL de mallas geométricas tendrá necesariamente una *UserInterface* (elemento obligatorio), que podrá tomar uno o cualquier subconjunto de sus subcaracterísticas, es decir, mediante menús, líneas de comandos, manipulación directa, etc. Así también se ve que una herramienta de mallas puede tener o no *Algorithms* (elemento opcional). Pero si existen algoritmos, estos deberán ser elegidos de entre el conjunto de subcaracterísticas indicadas. Por otra parte, todo producto de mallas tendrá obligatoriamente una forma de

Figura 2

Diagrama de features de una SPL de mallas geométricas



representar la geometría de los elementos modelados (*Geometry*). Y esta será una y solamente una de las subcaracterísticas, o sea CSG, b-rep ó dd-rep en este caso.

DISEÑO DEL DOMINIO

Uno de los activos esenciales de una SPL es lo que se llama la arquitectura de la línea de productos (PLA, por su acrónimo en inglés). Su importancia radica en que todos los productos de la línea comparten la misma arquitectura y, por lo tanto, el impacto de tener una buena o mala arquitectura no se limita a un producto, sino a toda la línea.

El objetivo del Diseño del Dominio es construir la arquitectura de la línea de productos o PLA. Para su diseño se debe tener en cuenta el modelo de dominio como el súper conjunto de requisitos que esta arquitectura debe satisfacer. Para ello se aplican los patrones habituales usados en el diseño de arquitecturas de software [7]. Pero también se deberá indicar cuáles componentes son comunes a todos los productos y cuáles son variables. Esto hace que los lenguajes más habituales para descripción de arquitecturas no sean directamente aplicables. Existen algunos lenguajes específicos para individualizar

PLAs tales como xADL, pero son complejos y su uso no está muy difundido. También es posible usar UML definiendo estereotipos para indicar los componentes variables.

Es evidente que, si es difícil diseñar una buena arquitectura para un producto de software, lo es más aún diseñar una que satisfaga las necesidades de toda una serie de productos con requisitos variables. Y hasta algunos productos que aún no han sido imaginados. Este problema es todavía más radical cuando los distintos productos varían en sus atributos de calidad. Por ejemplo, cuando un producto está dirigido a ser ejecutado en un ambiente local y otro en una red de computadores, claramente sus arquitecturas de software serán diferentes.

En el contexto de las líneas de productos de software es donde nuestra propuesta de construir la arquitectura del software de manera incremental adquiere real relevancia, ya que no es factible construir una arquitectura para cada producto por el costo que esto conllevaría. Y no es apropiado usar una única arquitectura para productos con requisitos diferentes. La idea entonces es asociar los incrementos de construcción de la arquitectura a los requisitos definidos para cada producto. Estas definiciones podrán ser reutilizadas

cada vez que este requisito aparezca en un producto de la línea.

INGENIERÍA DIRIGIDA POR MODELOS

La ingeniería dirigida por modelos es un nuevo paradigma de desarrollo de software, donde el principal concepto es el de modelo y la principal operación es la transformación de modelos [3]. Un modelo es una abstracción o representación formal de un sistema. Y una transformación es una manipulación del modelo para obtener un nuevo modelo. Es necesario, por lo tanto, contar con lenguajes formales para la definición y transformación de modelos. UML es uno de los lenguajes más usados para la definición de modelos, aunque también es común definirlos en XML. Todo modelo deberá definirse siguiendo reglas de buena formación para ese modelo, que indican qué elementos pueden incluirse y las relaciones posibles entre los mismos. Estas reglas se definen usando metamodelos. En el caso de UML, esto está determinado por el metamodelo de UML y en el caso de XML por el esquema que se esté usando.

Además de estos lenguajes de propósito general es posible definir lenguajes específicos de dominio, donde los elementos de modelamiento tengan un alto nivel de abstracción y muy rico significado. Por ejemplo, el modelo de dominio en el contexto de RUP está orientado a objetos de alto nivel de abstracción, de un sistema donde los elementos son clases y las relaciones entre estos son herencia, dependencias y agregaciones. De forma similar, el modelo relacional es un modelo abstracto de los datos persistentes de un sistema, donde los elementos de modelamiento son tablas y sus columnas y las relaciones son las claves foráneas.

Los lenguajes de transformaciones más populares son declarativos basados en reglas tales como QVT y ATL. Pero las transformaciones también pueden escribirse usando lenguajes imperativos tales como C o Java. Estos lenguajes determinan qué

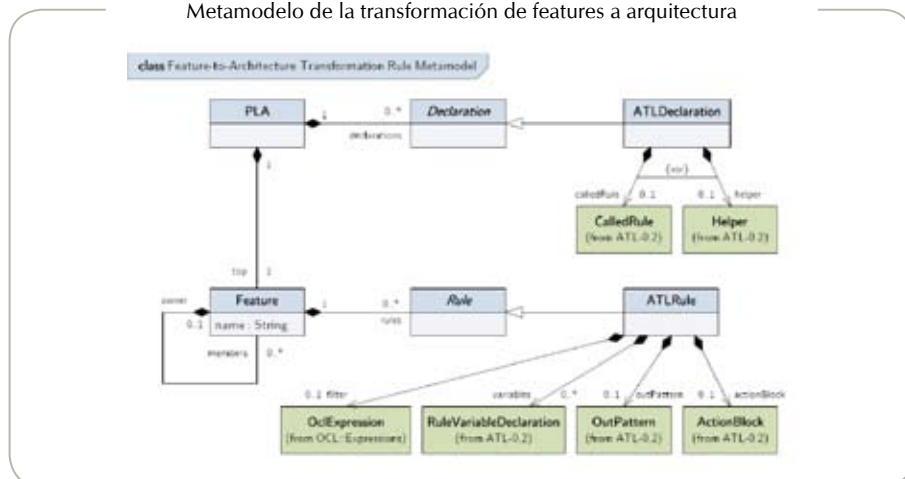
elementos del modelo de entrada se van a transformar en cuáles elementos del o los modelos de salida.

En el caso de la SPL de mallas geométricas hemos usado técnicas de MDE para construir un modelo formal del dominio mediante un modelo de *features* y asociar transformaciones a cada *feature*, de tal forma de ser capaz de construir automáticamente la PLA. En concreto asociamos una regla o

asociadas a cada *feature* indica cómo se afectará la arquitectura del producto particular que incluya ese *feature*. Las clases Declaración y Rule son abstractas para lograr portabilidad; el metamodelo puede especializarse para distintos lenguajes de transformaciones; en la ilustración se muestran las clases necesarias para una implementación en ATL.

Figura 3

Metamodelo de la transformación de features a arquitectura



un conjunto de reglas ATL a cada *feature*, de modo que, al configurar un producto particular de la línea de productos, la transformación resultante sea la conjunción de todas las reglas asociadas a todos los *features* seleccionados. Esta transformación construye un modelo de la arquitectura del producto a partir de un modelo de configuración de *features*, o sea, un modelo de *features* donde las variabilidades ya han sido resueltas.

La Figura 3 muestra el metamodelo que describe la transformación que construye incrementalmente la PLA, es decir, el producto del Diseño del Dominio en nuestra propuesta. La PLA está formada por una serie de declaraciones y un *feature* raíz. Cada declaración general puede ser usada por las reglas asociadas a cada *feature*. Los *features* tienen nombres que los diferencian y los organizamos en una estructura de árbol inspirada en el modelo de *features*. El nombre de cada uno se usa para asociarlo con el *feature* del modelo de configuración que será la entrada para seleccionar los *features* presentes en un producto particular. El conjunto de reglas

La Figura 4 muestra un ejemplo de regla ATL asociada al *feature* raíz del diagrama de *features* de la SPL de mallas geométricas. En la línea 2 se indica que *f* corresponderá a cada elemento de *Algorithms* elegido como parte del modelo de configuración de *features*. Aquí se indican los patrones de arquitectura que regirán el diseño arquitectónico de todos los productos: una combinación de tres capas donde las dos inferiores siguen a su vez el patrón de datos compartidos [7]. La regla indica que habrá un componente *c* en

la arquitectura del producto (líneas 6 a 10), con el mismo nombre que el *feature* y cuyos subcomponentes serán aquellos generados por las reglas correspondientes a los *subfeatures* de *f* (línea 7). Los conectores de *c* son los definidos en esta regla. En la Figura 4 se incluyen dos ejemplos de conectores: uno que conecta los subcomponentes *UserInterface* y *Geometry* (líneas 11 a 16) y varios conectores entre *UserInterface* y cada interfaz provista por el componente *Algorithms* (líneas 17 a 23).

ARQUITECTURA COMO COMPOSICIÓN DE TRANSFORMACIONES

Tal como dijimos anteriormente, el objetivo de las SPL consiste en tener una etapa de Ingeniería del Dominio donde se desarrollan los activos, de tal modo que la Ingeniería del Producto sea un proceso rápido y sencillo que consista simplemente en la combinación de los activos ya desarrollados. Tal como lo expusimos, los activos desarrollados como parte de nuestra propuesta son: el modelo de *features*, desarrollado durante el Análisis del Dominio, y el conjunto de reglas que construyen la PLA, desarrollado durante el Diseño del Dominio.

Mostraremos ahora cómo se puede construir la arquitectura de un producto particular de manera automática, una vez que se seleccionan los *features* que deseamos que formen parte de ese producto. El cuadro explica los principios generales que inspiran nuestra propuesta [4].

Figura 4

Regla ATL asociada al *feature* Meshing Tool

```

1 ATLRule for 'Meshing Tool' {
2   filter f:members → select [ f | f.name = 'Algorithms' ] → notEmpty();
3   variable f:names: Sequence (String) ← thisModule.getAlgorithmFeatures(f)
4   → collect(fa | fa.name) → asSequence();
5   out {
6     c: PAMMComponent {
7       name ← f.name, components ← f.members,
8       connectors ← Set[geometry, generate, generatedmesh, output, outputmesh, alg, algmesh],
9     },
10    geometry: PAMMConnector {
11      name ← 'Geometry', kind ← Assembly,
12      source ← c.components → any(i | i.name = 'User Interface') required → any(i | i.name = 'Geometry'),
13      target ← c.components → any(i | i.name = 'Geometry') provided → first()
14    },
15    alg: distinct PAMMConnector foreach [name in names] {
16      name ← name, kind ← Assembly,
17      source ← c.components → any(i | i.name = 'User Interface') required → any(i | i.name = 'f' + name),
18      target ← c.components → any(i | i.name = 'Algorithms') provided → any(i | i.name = 'f' + name)
19    },
20  }
21 }
22 }
```

- Los *features* representan funcionalidad – los modelos de *features* son una forma estándar de documentar modelos de dominio en líneas de productos de software, como una forma clara de capturar *commonalities* y *variabilities*. Restringimos los diagramas de *features* para que incluyan solamente funcionalidad, servicios, parámetros o almacenamientos de datos. Suponemos que los requisitos de calidad se documentan separadamente en otro artefacto. Las decisiones de diseño que el arquitecto tome durante el Diseño del Dominio se asocian a los *features* (funcionales) pero tomando en cuenta los requisitos de calidad.
- Los *features* guían la construcción de la arquitectura – la principal tarea que se aborda en el Diseño del Dominio es la construcción de la PLA, que encarna las decisiones críticas que resuelven tanto los requisitos funcionales como de calidad. Así como identifica *commonalities* y *variabilities* a nivel de arquitectura. En nuestra propuesta organizamos estas decisiones de acuerdo con los *features* del modelo de *features*, los cuales a su vez guían la estructura composicional de los componentes arquitectónicos. Cada *feature* inspira una serie de decisiones de diseño que guían la construcción de

la parte de la arquitectura que incluye ese *feature*. Las decisiones solamente afectan un *feature* y sus subordinados. De esta forma, las decisiones relativas a los atributos de calidad se encuentran en general asociadas a los *features* cercanos a la raíz, mientras que las decisiones relativas a la funcionalidad se encuentran más cercanas a las hojas del modelo de *features*. No consideramos relaciones tales como *requires* o *excludes* en este trabajo, pues son parte de trabajos futuros.

- No se documenta la arquitectura sino el proceso de diseño arquitectónico – en un enfoque tradicional, en el Diseño del Dominio se desarrolla la PLA obteniendo una estructura sofisticada especificada con lenguajes de descripción de arquitecturas no estándar. En el Diseño del Producto todas las *variabilities* de la PLA se deben resolver de modo de obtener la arquitectura del producto particular (PA), mientras que el Análisis del Producto resuelve las *variabilities* a nivel de *features*. El trabajo está no sólo duplicado, sino que puede prestarse a inconsistencias si no se controla una estricta trazabilidad entre *features* y componentes. Si se parte de una PLA, necesariamente no se tiene un registro explícito de la motivación

(*rationale*) detrás de cada decisión de diseño, haciendo más difícil la posterior modificación de esta PLA si fuese necesario. En nuestro enfoque cada decisión está explícitamente encapsulada como una transformación. La arquitectura de un producto será entonces la conjunción de decisiones de diseño asociadas a cada *feature* escogido.

- Desarrollo incremental de la SPL – durante el Análisis de Dominio se construye un diagrama de *features*, y durante el Diseño de Dominio se suele construir una PLA que tenga en cuenta todos los requisitos en términos de *features* comunes y variables, así como requisitos de calidad. Esto hace que la construcción de la PLA sea especialmente compleja por la cantidad y diversidad de factores a tener en cuenta. En nuestro enfoque es posible diseñar solamente las transformaciones asociadas a los *features* que son incluidos en el producto en desarrollo (todos los *commonalities* y solamente las *variabilities* que han sido escogidas). Y solamente cuando se incluyan otros *features*, en desarrollos futuros será necesario sumar el diseño arquitectónico asociado a esos *features* en forma de nuevas transformaciones. Esto no sólo favorece la incrementalidad sino también la evolucionabilidad.

ANÁLISIS DE PRODUCTO

Como parte del Análisis del Producto es necesario tomar una decisión acerca de los *features* que fueron definidos como variables durante el Análisis del Dominio. La Figura 4 muestra los elementos escogidos para un producto particular configurados en FeaturePlugin [8]. Tendremos una herramienta cuya UserInterface será un lenguaje de comandos, la geometría se representará como CSG, habrá un componente para generar la malla inicial 2D de quadrees. Los algoritmos disponibles serán de refinamiento, mejora y optimización, y los formatos de salida serán PLC y PLSG y la malla internamente será de triángulos en 2D.

Nótese que no es necesario tomar decisiones acerca de los *features* que fueron identificados como comunes a todos los productos, ya

que siempre aparecerán. En consecuencia, la tarea a llevar a cabo durante el Análisis del Producto se reduce a resolver las variabilidades.

DISEÑO DEL PRODUCTO

El objetivo del Diseño del Producto es generar la arquitectura del producto particular que se desea construir. Para ello contamos con el modelo de configuración de *features* ya definido durante el Análisis del Producto y con las transformaciones asociadas a cada uno de los *features* que fueron construidas durante el Diseño del Dominio. La tarea en esta etapa será entonces sólo ejecutar la conjunción de todas las transformaciones que darán como resultado la arquitectura del producto de manera completamente automática.

La Figura 6 muestra la arquitectura resultante de aplicar las transformaciones asociadas a los *features* escogidos y mostrados en la Figura 5. Nótese, por ejemplo, que la componente de *Algorithms* tiene tantas interfaces como *subfeatures* hayan sido elegidos, lo cual hace que la arquitectura del producto sea distinta si la configuración de *features* realizada durante el Análisis del Producto hubiese sido otra.

CONCLUSIONES

Las líneas de productos de software son una estrategia apropiada para el desarrollo de software de calidad en nichos de mercado definidos, así como las técnicas de MDE se muestran muy promisorias para hacer operativas las tareas que deben llevarse a cabo. Es así como, definiendo lenguajes

específicos para cada uno de los modelos que representan los artefactos que se producen en cada etapa, somos capaces de sistematizar la Ingeniería del Dominio de tal modo que la Ingeniería del Producto pueda realizarse en forma automática, obteniendo así aún más beneficios del enfoque de líneas de productos.

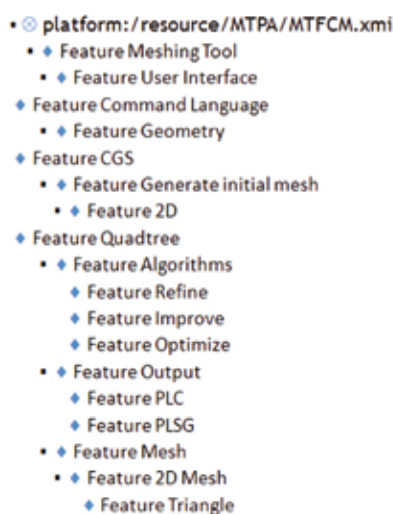
Si bien en el trabajo presentado los requisitos de calidad se supone que se especifican como parte de otros documentos, estos tienen una incidencia decisiva en el diseño de la arquitectura y como tales deben ser tenidos en cuenta. Hemos experimentado también aplicando esta misma estrategia en contextos donde la variabilidad se da a nivel de atributos de calidad [5]. Aquí los resultados obtenidos son aún más relevantes, dado que una única PLA prediseñada es definitivamente no factible para la instanciación de productos, ya que productos con distintos requisitos de calidad requieren generalmente arquitecturas que sigan distintos patrones.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer fundamentalmente a Pedro Rossel y Daniel Perovich, coautores de los artículos [4] y [5] y estudiantes de doctorado del DCC. También a la profesora del DCC Nancy Hitschfeld por proporcionar el ejemplo ilustrativo de la línea de productos de mallas geométricas.^{BITS}

Figura 5

Modelo de configuración de features de la SPL de mallas geométricas

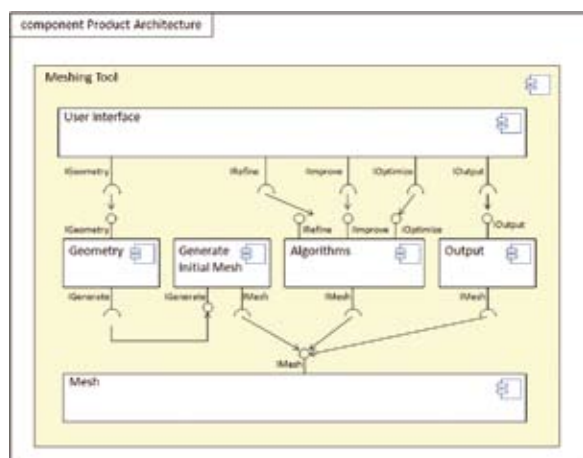


REFERENCIAS

- [1] Richard N. Taylor, Nenad Medvidovic and Eric Dashofy. *Software Architecture: Foundations, Theory, and Practice*. Wiley, January 2009.
- [2] Paul Clements, Linda Northrop. *Software Product Lines: Practices and Patterns*, Addison-Wesley Professional; 3rd edition, August 30, 2001.
- [3] Douglas C. Schmidt. Model-Driven Engineering. *IEEE Computer*, 39(2):25–31, February 2006.
- [4] Daniel Perovich, Pedro O. Rossel and María Cecilia Bastarrica. *Feature Model* to Product Architectures: Applying MDE to Software Product Lines. Joint Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture 2009 & European Conference on Software Architecture 2009, WICSA/ECSA'2009, pages 201 – 210, Cambridge, UK, September 2009.
- [5] Pedro O. Rossel, Daniel Perovich and María Cecilia Bastarrica. Architectural Knowledge Evolution and Reuse in SPL Development. 11th International Conference on Software Reuse, ICSR 2009, pages 191 – 200, September 27 - 30, 2009, Falls Church, Virginia, USA.
- [6] Kyo C. Kang, S. G. Cohen, J. A. Hess, W. E. Novak, and A. S. Peterson. *Feature-Oriented Domain Analysis (FODA). Feasibility Study*. Technical Report CMU/SEI-90-TR-21, Software Engineering Institute, November 1990.
- [7] F. Buschmann, R. Meunier, H. Rohnert, P. Sommerlad, and M. Stal. *Pattern-Oriented Software Architecture. A System of Patterns*. John Wiley & Sons, 1996.
- [8] M. Antkiewicz and K. Czarnecki. *FeaturePlugin: Feature modeling plugin for Eclipse*. In *OOPSLA'04 Eclipse Technology eXchange (ETX) Workshop*, 2004.

Figura 6

Arquitectura de un producto de la SPL de mallas geométricas



Antecedentes, creación y primeros años del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile

Fernando Silva, primer director del Departamento de Ciencias de la Computación.

El Departamento de Ciencias de la Computación (DCC) de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile cumplió 35 años de vida académica el 1º de enero de 2010. Este artículo describe la “pre-historia” del DCC, su creación, y sus primeros tres años (1975-1977).

1. COMPUTACIÓN EN LA FACULTAD ANTES DE 1975

La historia de la computación en la Universidad de Chile y en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas comenzó mucho antes que se creara el Departamento de Ciencias de la Computación (DCC). A continuación, se presentan los antecedentes tecnológicos, docentes y de investigación y desarrollo.

1.1 Antecedentes Tecnológicos

La Facultad incursionó en la tecnología computacional hace más de medio siglo. Las siguientes secciones presentan los principales hitos de la incorporación de la tecnología computacional antes de la creación del DCC: la computación analógica, el Centro de Computación, el primer computador digital, el IBM/360 y el IBM/370.



Juan Álvarez Rubio

Académico, DCC, Universidad de Chile. Master of Mathematics (Computer Science), University of Waterloo. Ingeniero de Ejecución en Procesamiento de la Información, Universidad de Chile.
jalvarez@dcc.uchile.cl

Computación analógica (1958)

La computación en la Universidad de Chile fue iniciada en 1958 en la sección de Computadores y Servomecanismos del Instituto de Investigaciones y Ensayes Eléctricos (IIEE), predecesor del Departamento de Electricidad. La sección fue creada por el profesor Guillermo González y posteriormente se transformó en el Laboratorio de Computadores y Control Automático (LCCA).

Inicialmente se trabajó e investigó en computación analógica para apoyar la solución de problemas de ingeniería. De hecho, en 1958 se armó el computador analógico Heathkit. Posteriormente, se dispuso del computador analógico Applied Dynamics AD 2-64PB que tenía tableros enchufables para realizar y mantener los programas. Adicionalmente se contó con el computador analógico EAI modelo TR-20.

A comienzos de los sesenta, el grupo de investigación diseñó un primer computador digital experimental (COMEX) y construyó una memoria de núcleos magnéticos.

El Centro de Computación (1961)

En 1959 el físico Carlos Martinoya propone la creación de un Centro de Computación en la Universidad de Chile. El proyecto se aprueba por unanimidad en el Consejo de Facultad y establece "la cooperación de los Institutos de Física y Matemáticas, de Investigación y Ensayes Eléctricos y Ensayes de Materiales para atender las necesidades científicas y tecnológicas de la Universidad".

La creación del Centro de Computación se concretó en 1961. El Decano Carlos Mori señaló que "la creación de este Centro por la Universidad responde a la necesidad de introducir en el país una herramienta que ha revolucionado los conceptos vigentes en relación con la amplitud y alcance de las investigaciones y estudios de índole industrial, económico, administrativo, científico, etc." Después de un amplio debate en el Consejo de Facultad, se aprobó la creación del Centro por 25 votos contra 6 y 3 abstenciones.

Los objetivos iniciales del Centro fueron:

- Prestar servicio de procesamiento de datos a los Centros e Institutos de la Universidad de Chile, a las otras Universidades y a las demás instituciones que lo soliciten
- Difundir el conocimiento de las técnicas derivadas de la operación de computadores digitales y formar el personal necesario, tanto para el Centro como para las instituciones similares del país.

Originalmente el Centro de Computación se creó como una unidad independiente y su primer Director fue el ingeniero Santiago Friedmann. Posteriormente, entre 1965 y 1968, dependió administrativamente del Departamento de Matemáticas. A partir de 1969 volvió a ser un Centro independiente.

"Lorenzo": el primer computador digital (1962)

En 1962, la Universidad compró el computador alemán ER-56 Standard Elektrik Lorenz ("Lorenzo"). El ER-56 fue el primer computador digital que llegó a Chile para aplicaciones científicas y académicas, aunque el primer computador digital, un IBM-1401 para aplicaciones administrativas, se había instalado en 1961 en el Servicio de Aduanas en Valparaíso.

La selección y gestión de compra del ER-56 fue encabezada por los académicos Joaquín Córdova, director del IIEE y Gastón Pesse encargado de la Sección de Electrotecnia y Alta Tensión. La idea original fue comprar un computador IBM, pero la empresa sugirió esperar un nuevo modelo. Se compró entonces, en un precio cercano a los 200.000 dólares, uno de los 5 computadores ER-56 que se fabricaron, pocos años antes que se descontinuaran por el cierre de la empresa fabricante.

Para preparar la llegada del ER-56, en 1962 viajaron a Alemania Guillermo González y Jean Marie de Saint Pierre del IIEE y José Dekovic del Centro de Computación. En 1961, Guillermo González dictó los primeros cursos de programación del ER-56 y publicó

los primeros apuntes. Para su instalación viajó desde Alemania el ingeniero Wolfgang Riesenköning, quien permaneció varios meses en Chile, dictó diversas charlas y cursos en la Facultad y en otras universidades del país y publicó un curso de programación ("ALGOL").

El ER-56, fabricado con tecnología de transistores discretos, tenía una memoria de 4000 palabras de 7 dígitos (9K), un tambor magnético de 12000 palabras (60K) y una lectora de cinta de papel perforado ("teletipo"). Funcionaba sin sistema operativo a través de programas escritos en los lenguajes de máquina y ALCOR (Algol Converter). Para superar la incomodidad de la programación en lenguaje de máquina, Fernando Vildósola, ingeniero de ENDESA, desarrolló ADRELA, un pequeño lenguaje ensamblador. Posteriormente, ya en el CEC, desarrolló LADREA que traducía programas desde el lenguaje de máquina al lenguaje ADRELA.

El "Lorenzo", computador emblemático de la etapa pionera de computación en la Universidad y en el país, se instaló en el subterráneo del Edificio de Química y fue administrado desde 1963 por el Centro de Computación, aunque su mantención técnica siguió a cargo del IIEE. Su intenso uso, a través de cintas de papel perforado, fue paulatinamente desplazado por un nuevo computador que utilizaba tarjetas perforadas. A mediados de los setenta terminó sus días como una reliquia utilizada para demostraciones y juegos.

El IBM/360 (1966)

En 1966 la Universidad adquirió un computador de "tercera generación" (circuitos integrados) y de "propósito general". El IBM/360 estaba orientado a la solución de problemas científicos y administrativos (los 360° del espectro de las aplicaciones de entonces). En la Facultad, las primeras aplicaciones fueron de cálculo numérico y estadístico como apoyo a proyectos científicos y de ingeniería de distintos departamentos.

El IBM/360 modelo 40, el segundo de su tipo en Chile (el primero llegó a ENAP),

contaba con 128K de memoria, 2 unidades de discos 2311 con 7,2M, 4 unidades de cintas magnéticas 2400, una lectora 2501 de 1000 tarjetas por minuto y una impresora 1403 de 1200 líneas (de 132 caracteres) por minuto en papel de formulario continuo. El computador disponía de los sistemas operativos OS/PCP (Operating System/Primary Control Program) y DOS (Disk Operating System).

Los lenguajes de programación “de alto nivel” disponibles eran: FORTRAN (FORMula TRANslator) para aplicaciones científicas, COBOL (COMmon Bussiness Oriented Language) para aplicaciones administrativas y PL/I (Programming Language First) para todo tipo de aplicaciones. Por otra parte, el lenguaje Assembler (notación simbólica del lenguaje de máquina) permitía programar aplicaciones de “bajo nivel”, es decir, orientadas a explotar eficientemente los recursos de la máquina, especialmente la memoria y el tiempo de CPU (Central Processing Unit).

El computador se instaló en el subterráneo de la torre central de la Facultad, cuyo decano

era Enrique D’Etigny, y fue administrado por el Centro de Computación, dirigido entonces por Efraín Friedmann, en su calidad de Director del Departamento de Matemáticas. Para contextualizar la importancia del computador, resulta pertinente señalar que fue inaugurado por el Presidente de la República de la época: Eduardo Frei Montalva. Su costo fue de aproximadamente un millón de dólares.

El IBM/360 fue usado también por instituciones públicas y privadas, en las modalidades de “job” o “block time”. Un “job” era un programa perforado en tarjetas que se procesaba en diferido dentro de un “lote” de programas (modo “batch”). Un “block time” era un lapso de tiempo, arrendado por un usuario, para disponer en directo de todos los recursos del computador.

El IBM/370 (1975)

En 1975 la Universidad compró un computador IBM/370 en un millón y medio de dólares. La máquina se instaló en las dependencias del Centro de Computación ubicadas en el segundo piso del recién inaugurado edificio “de Computación” en la calle Blanco Encalada. Su funcionamiento comenzó en abril de 1976.

El IBM/370 modelo 145, tenía 1024K (1M) de memoria, 3 unidades de discos removibles 3330 con capacidad de 100M y 3 unidades 3340 de 70M. Además contaba con 6 unidades de cintas magnéticas con densidad de 1600 BPI, 2 impresoras de 1100 y 2000 líneas por minuto, 2 lectoras de 1200 tarjetas por minuto y una perforadora de 300 tarjetas por minuto. Además se instalaron 16 terminales de comunicaciones 2741 y 4 estaciones de despliegue 3277.

El sistema operativo era el VM/370 (Virtual Machine), que simulaba máquinas virtuales que podían correr CMS (Conversational Monitor System), OS/

VS1 o DOS/VS. El computador IBM/370 representó un salto cualitativo que posibilitó y facilitó la docencia y la investigación en la disciplina.

En síntesis, tal como el “Lorenzo” se identificó con las cintas de papel perforado, el IBM/360 con las tarjetas perforadas, al IBM/370 se le recuerda por la introducción de las pantallas y los terminales distribuidos, un lustro antes de la aparición y rápida y amplia difusión de los computadores personales.

1.2 Antecedentes docentes

Paralelamente a la utilización de la tecnología computacional, la Facultad incorporó la Computación en sus labores docentes. A continuación se presentan los principales hitos educacionales: las primeras asignaturas, la primera carrera en el país, la carrera de Ingeniería de Ejecución en Procesamiento de la Información.

Las primeras asignaturas de Computación en Ingeniería (1966)

A partir de marzo de 1966, la Facultad introdujo un curso semestral de “Computación y Cálculo Numérico” en el segundo año de las carreras de Ingeniería. El curso se orientaba a la comunicación hombre-máquina a través de diversos lenguajes para el cálculo numérico y no numérico en el computador ER-56: lenguaje de máquina, ALGOL y LISP.

Para apoyar ese curso se escribió un texto que comprendía 4 partes. La primera parte se refería a los computadores y los fundamentos de programación y fue escrita por Adriana Kardonsky y Víctor Sánchez. La segunda presentaba el lenguaje ALCOR (versión de ALGOL para el computador ER-56) y fue escrita por Víctor Sánchez. La sección de “Análisis Numérico” fue escrita por Manuel Quinteros y la de “Programación no Numérica” usando LISP fue escrita por Hugo Segovia. Todos los autores pertenecían al Centro de Computación y el editor del texto fue Efraín Friedmann que era Director del Departamento de Matemáticas.



Instalación del IBM/370 en el segundo piso del nuevo edificio de Blanco Encalada (1975)

Con el transcurso de los años y paralelamente a la creciente utilización del computador IBM/360, el Departamento de Matemáticas impartió distintos cursos en los planes de estudios de Ingeniería: “Computación y Estadística” en el 2° año, “Análisis Numérico” en el 4° año, y “Programación de Computadores”, “Simulación” y “Procesamiento de Datos y Sistemas de Información” en 5° y 6° año. Para algunos de estos cursos se escribieron apuntes de apoyo. Es el caso de los “Apuntes de FORTRAN” de Víctor Sánchez y “Procesamiento de Datos y Sistemas de Información” de Fernando García.

La primera carrera: Programador de Computación (1968)

En 1968, Hugo Segovia, Pablo Fritis y Víctor Sánchez, del Centro de Computación del Departamento de Matemáticas, diseñaron la primera carrera del área en el país que conducía al título de “Programador de Computación”. El plan de estudios, de régimen anual y de 3 años de duración, contemplaba un primer año común, con Construcción Civil y Carreras Técnicas, y dos años de especialidad:

La carrera fue diseñada para abarcar todo el espectro de aplicaciones: administrativas, científicas y “de sistemas”. Estas últimas estaban destinadas, tanto a explotar eficientemente los recursos computacionales, como a construir software de apoyo que complementaba al sistema operativo y sus programas “utilitarios”.

La Ingeniería de Ejecución en Procesamiento de la Información (1971)

Al comenzar el sistema semestral de currículo flexible en 1971, fruto de la reforma docente de 1970, se aprobó la carrera de Ingeniería de Ejecución en Procesamiento de la Información (IEPI) de 8 semestres (4 años). La transferencia de muchos alumnos desde el Plan Común y desde la carrera de Programación, permitió que en 1973 se titularan los primeros ingenieros especialistas en computación en Chile.

El Plan de Estudios comprendía 352 unidades docentes: 93 de Plan Común, 192 de cursos obligatorios, 49 de cursos electivos y 18 de cursos libres. Una Unidad Docente (UD) mide el trabajo que un curso demanda de un alumno y corresponde a una hora semanal de trabajo durante un “semestre” de 15 semanas. El trabajo final de titulación consistía en una Práctica Controlada de 6 meses de duración.

Para apoyar los primeros cursos se escribieron apuntes que fueron usados por varias generaciones de estudiantes. Al respecto, Pablo Fritis publicó “FORTRAN IV” (en coautoría con Félix Aguilera y Fernando Gamboa) y Víctor Sánchez escribió “Manual de Assembler” e “Introducción a la Computación” (en coautoría con Jorge Gutiérrez).

Para facilitar la práctica computacional de los estudiantes se utilizaron procesadores educacionales. De la Universidad de Waterloo de Canadá se usó Watfor (Waterloo Fortran), Watfiv (“the one after Watfor”) y Watbol (Waterloo Cobol). De la Universidad

de Cornell el procesador PL/C para PL/I. Y, de la Universidad de Stanford, se usó SPASM (Single Pass Assembler) para el lenguaje Assembler del IBM/360.

En sus primeros años la IEPI tuvo un crecimiento sostenido del número de alumnos. Las estadísticas muestran los siguientes datos para el número oficial de alumnos inscritos: 38 y 46 en los semestres del año 1972, 64 y 58 en el año 1973, 70 y 93 en el año 1974.

La IEPI se orientó a la formación de profesionales con un sólido conocimiento tecnológico, especialmente en el área de software, que los capacitaba para desarrollar sistemas computacionales principalmente en las etapas de diseño y programación. Por otra parte, la amplitud de la formación básica permitía desempeñarse en aplicaciones administrativas, científicas y de soporte de software. De hecho, los egresados tuvieron una exitosa inserción en el medio profesional y contribuyeron al desarrollo de los primeros sistemas computacionales en el país.

1.3. Antecedentes de investigación y desarrollo

A comienzos de los años setenta existían varios núcleos que impartían docencia y desarrollaban proyectos de investigación tecnológicos y científicos en Computación en la Facultad: el grupo de Computación del Departamento de Matemáticas, los grupos de Extensión y Sistemas del Centro de Computación, el grupo de Sistemas de Información del Departamento de Industrias y el grupo de Sistemas Digitales del Departamento de Electricidad.

El Grupo de Computación del Departamento de Matemáticas

El grupo de Computación del Departamento de Matemáticas, encabezado a comienzos de los setenta primero por Dittmar Krall y después por Herbert Plett, realizó proyectos en las áreas de lenguajes y sistemas operativos. Desarrolló el lenguaje de programación TNP y su compilador, que era más eficiente que el Algol incorporado al computador ER56.

Programador de Computación (1968)

Primer año	Segundo Año	Tercer Año
Álgebra y Análisis	Matemáticas	Administración de Empresas y Sistemas Contables
Geometría y Trigonometría	Programación de Computadores	Programación Avanzada
Física General	Estadística y Cálculo Numérico	Computación Aplicada
Química General	Tecnología de Equipos	Procesamiento de Datos
Dibujo Técnico		
Idioma		
Mundo Histórico y Social Contemporáneo		

Posteriormente, desarrolló un generador de compiladores (Meta4). Por otra parte, diseñó e implementó el sistema operativo SA (Stand Alone) para el computador IBM/360. El SA fue escrito en PL360, lenguaje creado por Wirth para implementar en los computadores IBM/360 el lenguaje AlgolW, predecesor del lenguaje educacional Pascal. Durante el año 1973, el grupo implementó el lenguaje PL3500 para un computador Burroughs/3500 cuya compra fue finalmente cancelada.

En los años 1972 y 1973, el Departamento de Matemáticas ofreció cursos de Informática Teórica a los alumnos de Ingeniería Matemática. Los profesores franceses Jean-Marie Boe, Dominique Perrin y Pascal Herpin dictaron cursos de autómatas, lenguajes formales, grafos y teoría de la información. Por otra parte, Susan Graham de la Universidad de Stanford, ofreció un seminario sobre construcción de compiladores, basado en el texto de David Gries. Patricio Poblete, quien asistió a todos estos cursos, se incorporó al Grupo de Computación y comenzó a trabajar en investigación en el área de lenguajes de programación.

Los Grupos de Extensión y Sistemas del Centro de Computación

En el Centro de Computación (CEC) existían dos grupos que realizaban proyectos computacionales de envergadura. El grupo de Extensión desarrollaba principalmente sistemas de aplicación para usuarios universitarios entre los cuales destacaron, entre otros, el sistema de selección de alumnos a las universidades, el sistema de matrícula y el sistema de administración docente.

Por otra parte, el Grupo de Sistemas diseñaba y escribía software asociado a los sistemas operativos, tanto programas “utilitarios” que complementaban el software de apoyo, como rutinas asociadas e incrustadas en los sistemas operativos. Particularmente reseñables fueron el programa utilitario Tapeedit y el sistema de control y contabilidad de uso de recursos expresados en unidades computacionales.

En su calidad de jefes y coordinadores de los grupos de Extensión y Sistemas

del CEC, destacaron especialmente los jóvenes ingenieros Carlos Pérez, Ricardo Giadach, Julio Zúñiga y Alfredo Piquer. Los proyectos eran desarrollados con el apoyo de estudiantes que se seleccionaban y contrataban año a año y permanecían hasta su egreso, transformando al CEC en una escuela de práctica y formación profesional. De hecho, la mayoría de ellos fueron ayudantes, profesores auxiliares y profesores de los cursos de IEPI desarrollando posteriormente destacadas carreras profesionales en el país y el extranjero.

El Grupo de Sistemas de Información del Departamento de Industrias

A comienzo de los setenta, en el Departamento de Industrias, y con el apoyo de IBM, se formó el Grupo de Sistemas de Información encabezado por Oscar Barros. En ese contexto, los jóvenes investigadores Víctor Pérez, José Pino y Antonio Holgado obtuvieron sus grados de Master en Ingeniería Industrial en la Universidad de Michigan.

Además de la actividad de investigación y extensión, el grupo de Sistemas de Información ofreció desde 1971 un Magíster en Ingeniería Industrial con mención en Sistemas de Información Administrativos. El requisito era un Bachiller en Ciencias de la Ingeniería mención Industrial de 8 semestres. La duración era de 4 semestres con 192 UD: 82 en cursos obligatorios, 70 en electivos y 40 en Trabajo de Tesis. La lista de cursos obligatorios incluía: Computadores y Programación, Estructura de Datos y Organización de Archivos, Desarrollo de Sistemas de Información Administrativos I y II, Sistemas de Información y Administración, Simulación de Sistemas o Programación Lineal, Contabilidad General y de Costos, Sistemas de Planificación y Control en la Empresa.

El Grupo de Sistemas Digitales del Departamento de Electricidad

En el Departamento de Electricidad, existía el grupo de Sistemas Digitales, herederos del grupo de Computación analógica de comienzos de los años sesenta. Impartían

docencia e investigación en sistemas digitales y utilizaron los “minicomputadores” Digital PDP-8 y PDP-11/40.

A partir de 1972, el grupo tuvo a su cargo la especialización en Sistemas Digitales para el Procesamiento de la Información del Magíster en Ingeniería Eléctrica mención Automática. En la docencia de pregrado impartían los cursos de Sistemas Digitales y de Sistemas para el Procesamiento de la Información.

En síntesis, a comienzos de los años setenta, en la Facultad se trabajó en docencia, investigación y desarrollo en distintas áreas de la Computación. De acuerdo a la nomenclatura actual se abordaron las disciplinas de Ciencia de la Computación, Ingeniería de Software, Sistemas de Información e Ingeniería de Computadores.

2. LA CREACIÓN DEL DCC (1975)

Considerando, tanto la existencia de los diversos grupos de computación en la Facultad, como la propuesta de Víctor Pérez y José Pino de un postgrado interdepartamental en el área, en 1974 el Director del Centro de Computación, Fernando Silva, tomó la iniciativa y propuso la creación de un Departamento. Paralelamente, contactó a posibles académicos en el CEC y en los grupos de Computación de los departamentos de Matemáticas, Industrias y Electricidad.

La Facultad, a pesar de algunas curiosas y anecdóticas opiniones opositoras, aprobó la creación del Departamento de Ciencias de la Computación (DCC), el primero de su tipo en el país. El nombre del departamento, siguiendo la tradición de otras disciplinas de la Facultad, finalmente simbolizó, tanto las diferentes proveniencias de los académicos fundadores, como la experiencia de varias universidades extranjeras pioneras en el área.

Oficialmente, el Decreto Universitario N° 6975 del 16 de diciembre de 1974 estableció: “Créase, a partir del 1° de enero

de 1975, el Departamento de Ciencias de la Computación, adscrito a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Sede de Santiago Occidente de esta Corporación". El Decreto está firmado por el Rector Delegado Militar de la época y por el Prorector Enrique D'Etigny, ex decano de la Facultad, quien apoyó permanentemente el desarrollo de la disciplina

El primer Director

La Facultad nombró como primer Director del DCC al ingeniero civil de 33 años Fernando Silva Alvear. Silva ingresó a la Facultad como alumno en 1960 y en 1963 fue contratado como ayudante de investigación en el Centro de Geodesia. En 1965 egresó de Ingeniería Civil y en 1966 se incorporó como investigador de tiempo completo. En 1967 se tituló de Ingeniero Civil con su memoria "Aplicación de fotogrametría y computación electrónica al estudio de caminos" bajo la supervisión de don Arturo Quintana, director del Centro de Geodesia.

Su experiencia e interés en el uso de los computadores Lorenz e IBM/360 lo condujeron al Centro de Computación: en 1971 como Jefe del Grupo de Extensión y en 1972 como Director, reemplazando a René Peralta. En esa calidad, participó en diversos eventos internacionales donde recoge experiencias y contactos que fueron muy importantes para el futuro del DCC.

En Agosto de 1972 participó en el "Simposio de Educación en Computación para países en desarrollo", realizado en Río de Janeiro donde es nombrado responsable de la coordinación del boletín informativo. En julio de 1973, forma parte del Comité Organizador conjunto entre la Universidad de Chile e IBM del "IV Curso intensivo latinoamericano de Ciencias de Computación" realizado en Viña del Mar. En el evento dictaron cursos los profesores Denis Severance y William Maxwell de la Universidad de Cornell, Daniel Teichroew y Richard Phillips de la Universidad de Michigan, Ronald Christopher de la Universidad del Estado de Ohio y Hugo Devore de IBM

En Octubre de 1973 participó, como único representante de Chile, en el "Latin American

University Professors Tour" (LAUPT) organizado por IBM. En la oportunidad disertó sobre "Educación en computadoras en Latinoamérica" y visitó el laboratorio de Investigación T.J.Watson de la IBM, las universidades de California en Los Angeles (UCLA), de Waterloo y de Toronto en Canadá y los Community College de Orange Coast y Colden West.

A nivel nacional, Fernando Silva participó en diversas iniciativas que contribuyeron al desarrollo del área. Destacaron especialmente la participación en la Asociación de Centros de Computación Universitarios (ACUC) y en la organización del Plan Nacional de Capacitación Intensiva en Computación (PLANACAP). PLANACAP se creó en 1975 para aminorar el déficit de especialistas producido por el masivo ingreso de computadores por efectos de la rebaja temporal y sustancial de las tasas de importación de computadores a fines de 1974.

Fernando Silva dejó la Universidad de Chile en 1978 para asumir como Gerente General de la Empresa Nacional de Computación (ECOM). La Dirección del DCC fue asumida por José Pino y la del CEC por Juan Ricardo Giadach.

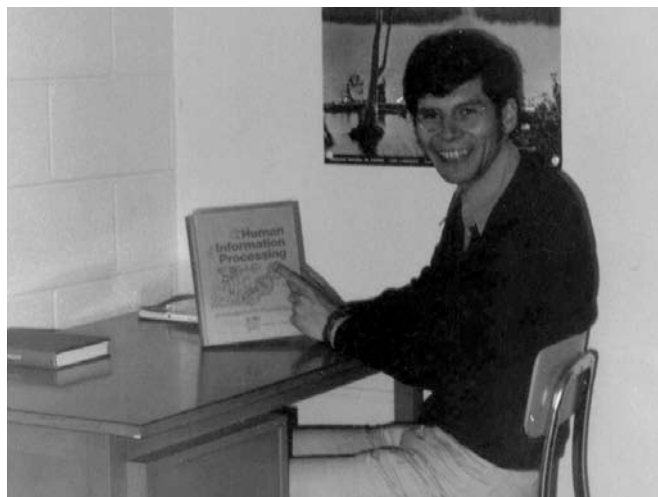
Los primeros académicos

La planta inicial del DCC estuvo compuesta de seis académicos jóvenes provenientes de los distintos grupos de Computación de la Facultad:

- José Pino, 26 años, académico del departamento de Industrias, Ingeniero Matemático de la U. de Chile (1970) y Master en Ingeniería Industrial de la U. de Michigan (1972).
- Alfredo Piquer, 23 años, egresado de Ingeniería Matemática y Jefe del Grupo de Sistemas del Centro de Computación.
- Patricio Poblete, 22 años, alumno del último año de Ingeniería Matemática y ayudante de investigación del Grupo de Computación del Departamento de Matemáticas.
- Miguel Guzmán, 26 años, Ingeniero Civil Electricista de la U. de Chile (1974).
- Francisco Oyarzún, 27 años, Licenciado en Química (1970) y Magister en Ingeniería Eléctrica de la U. de Chile (1974)
- Rafael Hernández, 22 años, estudiante de matemáticas y computación y ayudante de investigación del Grupo de Extensión del Centro de Computación. Fue contratado por media jornada.

Además del grupo de académicos, se contrató como ayudante de investigación al estudiante de computación de 21 años Patricio Zúñiga del Grupo de Computación del Departamento de Matemáticas. Por otra parte, se contó con la valiosa colaboración de la Secretaria Sra. Arlena Henríquez.

El primer año del DCC transcurrió en un par de oficinas del 7º piso de la torre central



José Pino durante su master en Michigan.



Patricio Poblete durante su master en Waterloo.

de la Facultad. Posteriormente, en 1976, se trasladó a las oficinas ubicadas en el noveno piso (“las pajareras”). Un par de años después, se mudó al ala nor-poniente del primer piso del nuevo edificio “de computación”.

3. LOS PRIMEROS AÑOS DEL DCC (1975-1977)

En su calidad de departamento académico, el DCC realizó desde su inicio actividades de docencia, investigación y extensión.

3.1 Docencia

El DCC se hizo cargo de los cursos de servicio para el resto de las carreras. El curso Introducción a la Computación (CC151) del Plan Común de la Facultad se impartió a cerca de 1000 alumnos por año divididos en 6 secciones por semestre. El curso de Técnicas de Computación (CC201), obligatorio de algunas carreras y electivo o libre para otras, llegó a tener 300 alumnos por año y se impartía en 2 secciones por semestre.

Por otra parte, el DCC heredó del Departamento de Matemáticas la carrera de Ingeniería de Ejecución en Procesamiento de la Información que se convirtió en una

de las más masivas de la Facultad. Como consecuencia de la legislación universitaria impuesta en 1981, que estableció que las carreras de Ingeniería de Ejecución no eran exclusivamente universitarias, en 1983 se cerró el ingreso a la Ingeniería de Ejecución en Procesamiento de la Información, paradójicamente el año en que alcanzó el mayor número de alumnos.

El DCC presentó al Consejo de Escuela un primer proyecto de carrera de Ingeniería Civil en Computación que tuvo una fuerte oposición en la Facultad y fue rechazado. El DCC presentó entonces los programas para los grados académicos de Bachiller y Magíster en Ciencias mención Computación. Ambos programas fueron aprobados en 1975 y su impartición comenzó en 1976.

El Bachiller en Ciencias con mención en Computación

El Plan de Estudios del Bachiller en Ciencias mención Computación comprendía 8 semestres y 384 Unidades Docentes que se distribuían de la siguiente manera: 114 UD del Plan Común de la Facultad, 101 UD obligatorios de todos los programas de Bachiller en Ciencias, 153 UD de cursos obligatorios de la mención en Computación (78 del DCC y 75 de otros departamentos) y 16 UD de cursos libres.

El grado de Bachiller se concibió como una etapa previa para acceder al grado de

Magíster. Sin embargo, dado que el contenido de su Plan de Estudios proporcionaba una amplia visión de la disciplina, algunos estudiantes lo utilizaron para acceder, tanto al campo profesional, como a estudios de postgrado en el extranjero. Años después, con pequeñas modificaciones, sirvió de base para la Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería y la carrera de Ingeniería Civil en Computación impartidas a partir de 1983.

El Magíster en Ciencias con mención en Computación

El Plan de Estudios del Programa de Magíster contemplaba 150 Unidades Docentes, distribuidas en tres semestres, y exigía como requisito el grado de Bachiller en Ciencias mención Computación o una formación equivalente. Las asignaturas obligatorias totalizaban 105 UD.

El programa exigía también 45 unidades docentes de asignaturas electivas a escoger dentro de la siguiente lista: Sistemas de Bases de Datos, Taller de Desarrollo de Software, Taller de Compiladores, Taller de Sistemas Operativos, Seminarios de Computación, Taller de Bases de Datos, Sistemas de Recuperación de Información, Verificación de Programas, Inteligencia Artificial, Programación Dinámica, Sistemas de Administración de Bases de Datos, Teoría de Grafos y Aplicaciones, Introducción al Diseño con Microprocesadores, Sistemas Operativos II y Administración de Centros de Procesamiento de Datos.

El programa de Magíster tenía una orientación científica y académica. De hecho, la mayoría de sus primeros egresados se incorporaron como académicos en la Universidad de Chile y en algunas universidades regionales. Por otra parte, dada la ausencia de la carrera de Ingeniería Civil, algunos egresados se incorporaron al medio profesional, especialmente en las principales empresas proveedoras de computadores.

Los profesores

Para la docencia de los programas de Ingeniería de Ejecución, del Bachiller y del Magíster se contó con la valiosa

colaboración de un grupo de jóvenes profesores de jornada parcial provenientes del Centro de Computación y de diversas instituciones. La tabla adjunta muestra los cursos, profesores y número de alumnos en los dos semestres del año 1976, en que, paralelamente a la IEPI, comienzan los programas de Bachiller y Magíster en Ciencias, mención Computación.

3.2 La investigación

Las primeras investigaciones estuvieron relacionadas, tanto con temas de memoria, como con proyectos de investigación. Al respecto:

- José Pino trabajó en el área de Sistemas de Información y publicó con Víctor Pérez los libros "Introducción a los computadores y su programación" (1975), "Sistemas de administración de bases de datos: fundamentos y aplicaciones" (1976), "Sistemas de administración y sistemas de información administrativos" (1977).
- Alfredo Piquer se tituló en 1976 de Ingeniero Matemático con el proyecto "Diseño e Implementación de un sistema de manejo de bases de datos", que realizó junto a su compañero Gerardo Cahn, bajo la supervisión de José Pino y Víctor Pérez.
- Patricio Poblete se tituló de Ingeniero Matemático en 1976 con el proyecto "Diseño e implementación de un procesador de gramática SLR(1)".
- Miguel Guzmán prosiguió la investigación de su proyecto de título "Programa trazador de conexiones para circuitos impresos" y asumió la coordinación docente del departamento.
- Francisco Oyarzún dió continuidad a su tesis de Magíster en Ingeniería Eléctrica "Un paquete de acervo, de utilidad general, para usuarios de Assembler" y comenzó un proyecto de investigación en el área de simulación (BIOS).
- Rafael Hernández trabajó en docencia e investigación en el área de lenguajes de programación.



Donald Knuth en el DCC (1976).

El perfeccionamiento: los grados de Master

Como etapa imprescindible a la iniciación de nuevos proyectos de investigación se consideró el perfeccionamiento de sus académicos. El propósito fue la obtención de postgrados (maestrías) en Ciencia de la Computación en universidades extranjeras de prestigio.

José Pino, con una beca de la OEA, viajó a la Universidad de Michigan y obtuvo un Master en Computer Science en 1977. Seguidamente aprobó el examen de calificación para el doctorado, pero se vió obligado a regresar al país para asumir en marzo de 1978 la dirección del DCC.

Alfredo Piquer y Patricio Poblete viajaron en 1976 a la Universidad de Waterloo en Canadá y obtuvieron un Master of Mathematics (Computer Science) en 1977. A su regreso iniciaron un proyecto de investigación para mejorar la interfaz con el usuario del sistema CMS bajo el sistema operativo VM del computador IBM/370. El proyecto incluyó el desarrollo del sistema VMS y del lenguaje de programación LPS.

El perfeccionamiento en la Universidad de Waterloo estuvo comprendido en un convenio con la empresa IBM que se firmó con la compra del computador IBM/370. Este acuerdo puso énfasis en el desarrollo de las Ciencias de la Computación, y siguió a uno anterior con la Universidad de Michigan que promovió el área de Sistemas de Información.

3.3 La extensión

Considerando que la Computación era prácticamente una disciplina desconocida, el DCC realizó diferentes actividades de extensión dirigidas a distintos tipos de audiencia.

En el año 1976, y como parte del convenio con IBM, el DCC recibió la visita del ilustre investigador Donald E. Knuth de la Universidad de Stanford, que por sus contribuciones al desarrollo de la disciplina había recibido en 1974 el Premio Turing, el máximo galardón en la disciplina. Dirigido a un público académico, Knuth presentó la charla "Matrimonios estables" que, aunque se refería a un interesante problema de algoritmos, atrajo la atención de algunos periodistas que plantearon insólitas preguntas al conferencista.

Knuth era particularmente conocido por la publicación de su colección de libros "The art of computer programming" cuyos tres volúmenes se titulan "Fundamental Algorithms" (1968), "Seminumerical Algorithms" (1969) y "Sorting and Searching" (1973). Durante su visita planteó regresar a pasar un año sabático en Chile para escribir el cuarto volumen ("Combinatorial Algorithms"). Posteriormente decidió no hacerlo para trabajar en tipografía. Años después, renunció públicamente a escribir los 4 volúmenes restantes de los 7 prometidos.

En enero de 1977, y en el marco de los cursos de verano organizados por la Vicerrectoría de Extensión de la Universidad, Fernando Silva y Ricardo Giadach impartieron el curso de "Introducción a la Computación para profesores de Enseñanza Media".

El mismo año 1977, el DCC ofreció el curso "Computación Básica" dirigido a todo público a través del Canal 9 de Televisión de la Universidad de Chile. El curso se complementaba con material que se distribuía a través del Diario El Cronista. Esta primera experiencia nacional de capacitación en computación por televisión y prensa contó con los profesores Fernando Silva, Miguel Guzmán, Rafael Hernández, Ricardo Giadach y Julio Zúñiga.



MIGUEL GUZMAN MARTINEZ

Investigador Depto. de Ciencias de la Computación
Ingeniero Civil Electricista, Universidad de Chile
Profesor Depto. de Ciencias de la Computación.

CURRICULUM DE LOS PROFESORES



JUAN RICARDO GIADACH GIADACH

Coordinador de Operaciones Centro de Computación
Ingeniero Matemático Universidad de Chile
Profesor Depto. de Ciencias de la Computación.



RAFAEL HERNANDEZ CONTRERAS

Ayudante de Investigación Depto. de Ciencias de la Computación
Profesor Depto. de Ciencias de la Computación.



JULIO ZUSIGA DE SPIRITO

Coordinador de Extensión y Capacitación Centro de Computación
Ingeniero Civil Electricista, Universidad de Chile (egresado)
Profesor Depto. de Ciencias de la Computación.



FERNANDO SILVA ALVEAR

Director Depto. de Ciencias de la Computación
Director Centro de Computación
Ingeniero Civil Universidad de Chile
Profesor Depto. de Ciencias de la Computación.

CURSO: COMPUTACION BASICA

Profesores: Departamento de Ciencias de la Computación.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas

Dirección y Coordinación: Fernando Silva Alvear

Director

Departamento de Ciencias de la Computación

1. DESCRIPCION DEL CURSO

Este es un curso de carácter general, dirigido a alumnos universitarios no especialistas y público en general.

Está diseñado a proporcionar un panorama general del desarrollo que ha vivido la computación y del amplio es-

pecto de posibilidades de aplicación que ésta tiene.

La época actual ha visto la creciente utilización de los computadores en nuestra sociedad, llegando éstos a ser parte de la vida cotidiana de las personas. Los profesionales, por otra parte, se ven cada día en la necesidad de manejar

grandes volúmenes de información o de utilizar complicados métodos de cálculos. Para facilitar su labor los computadores son de gran utilidad.

Este curso se ha planeado como un primer acercamiento de los futuros profesionales hacia la computación, dejando las puertas abiertas para que mediante el estudio de cursos más avan-

zados puedan llegar a hacer uso de los computadores como una herramienta de trabajo.

Consta de 13 sesiones televisivas, complementadas con material escrito que se publicará semanalmente.

La evaluación consistirá en dos pruebas de carácter objetivo.

NUEVOS CURSOS



- BEETHOVEN Y SU EPOCA
- COMPUTACION BASICA
- ANTROPOLOGIA GENERAL

SEGUNDO SEMESTRE ACADEMICO
MATRICULA DESDE EL 25 DE JULIO AL 27 DE AGOSTO

LOS ALUMNOS DE LA U. DE CHILE DEBERAN MATRICULARSE EN SU UNIDAD ACADEMICA

VICERRECTORIA DE EXTENSION Y COMUNICACIONES

UNIVERSIDAD DE CHILE



Jueves 4 de Agosto de 1977

4. REFLEXIONES FINALES

El contexto local, universitario y nacional

El DCC tuvo un pujante y difícil nacimiento en el contexto local, universitario y nacional. A nivel de la Facultad, su desarrollo tuvo que vencer sucesivamente algunas voces opositoras y escépticas que en su momento no comprendieron ni vislumbraron el potencial y la importancia de la disciplina. Afortunadamente, la comprensión y visión de futuro de algunas de sus autoridades posibilitaron su desarrollo.

A nivel universitario, el DCC surgió en medio de fuertes restricciones presupuestarias. Las decididas vocaciones académicas de sus jóvenes profesores de jornada completa y parcial pudieron superar la presión negativa de la falta de recursos e infraestructura, y de los bajos salarios que se contrastaban con la creciente oferta privada.

A nivel nacional, el DCC surge en un contexto político en que la universidad fue fuertemente controlada y sistemáticamente reducida. Afortunadamente, la inercia heredada, tanto del desarrollo inicial de la disciplina, como de la modernización de la Universidad a través de su proceso de reforma de los años sesenta y comienzos de los setenta, permitieron el surgimiento del primer Departamento académico de Ciencias de la Computación del país.

El DCC y su quehacer

La creación del DCC representó la consolidación de una nueva disciplina con dimensiones científicas, tecnológicas y de ingeniería. El contexto de la Facultad condicionó su orientación y delimitó su quehacer. De hecho, aunque sus orígenes se remontan a más de medio siglo en un área ligada al hardware, sin embargo evolucionó hacia las áreas de software y algoritmos.

A 35 años de su fundación, se comprueba que en su creación y primeros años convergieron cuatro líneas de desarrollo e investigación: Ciencia de la Computación, Sistemas de Información, Ingeniería de

Computadores e Ingeniería e Software, que tienen sus raíces respectivamente en los departamentos de Matemáticas, Industrias y Electricidad y en el Centro de Computación. Estas líneas corresponden a cuatro de las cinco (sub)disciplinas que recientemente se desprendieron de la única disciplina de Computación que se definió y configuró internacionalmente a fines de los años ochenta.

Desde el punto de vista educacional, una mirada retrospectiva permite relacionar la tecnología con la docencia. Así, el ER-56 fue utilizado desde 1966 en las primeras asignaturas de Computación en las carreras de Ingeniería. El IBM/360 se identificó con el surgimiento de las primeras carreras: Programación de Computadores en 1968 e Ingeniería de Ejecución en Procesamiento de la Información en 1971. El IBM/370, que representó un salto cualitativo en la tecnología, acogió al DCC y los grados de Bachiller y Magíster en Ciencias con mención en Computación.

En síntesis, la decidida voluntad y vocación de varias generaciones de académicos y autoridades permitieron emprender la configuración y el reconocimiento académico de una disciplina que actualmente es una de las más activas y productivas en ciencia, tecnología e ingeniería.

Situación actual

El DCC es hoy un centro académico de reconocido prestigio internacional que cuenta con 19 académicos de jornada completa, de los cuales 7 son extranjeros, y 27 profesores de jornada parcial. Imparte la carrera de Ingeniería Civil en Computación (la cuarta en cantidad de alumnos en la Facultad detrás de las tradicionales especialidades de Industrias, Civil y Electricidad). Ofrece también dos programas de Magíster: Ciencias de la Computación y Tecnologías de la Información. Y desde 1997 cuenta con el principal programa de Doctorado en Ciencias de la Computación en el país. Hasta ahora ha graduado 16 doctores que se encuentran realizando labores académicas y de investigación en Chile y en países latinoamericanos y europeos.

De los académicos fundadores, actualmente Fernando Silva es un consultor de empresas. José Pino es profesor titular del DCC y presidente de la Comisión de Evaluación Académica de la Facultad. Patricio Poblete, que obtuvo su Doctorado en la U. de Waterloo en 1982, es profesor titular del DCC, Director de la Escuela de Ingeniería y Ciencias de la U. de Chile y de NIC Chile. Alfredo Piquer, Doctor de la U. de Waterloo en 1982, es Socio y Presidente del Directorio de la empresa de computación Optimisa. Rafael Hernández, Master de la Universidad de Waterloo en 1980, es profesor de jornada parcial del DCC y se desempeña como consultor independiente donde continúa programando entusiastamente. Francisco Oyarzún se encontraría, desde hace muchos años, en los Estados Unidos y Miguel Guzmán falleció en 1993.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo pudo concretarse con el valioso aporte de varias personas, aunque la responsabilidad de la redacción del artículo es exclusivamente del autor. Agradezco especialmente la colaboración de Fernando Silva, quien nos facilitó datos, documentos y fotografías de la época, y a Claudio Gutiérrez, colega en el proyecto de Historia de la Computación en Chile, por su entusiasta y permanente apoyo e incentivo.

Se agradecen también los comentarios y aportes a las diferentes versiones de este artículo de Patricio Poblete, José Pino, Alfredo Piquer y Rafael Hernández. Gracias además a mi colega Pablo Barceló, director de la revista Bits, por confiarnos y exigirnos este artículo. A Margarita Serei por su valiosa información administrativa, a Moisés Aliaga por la información oficial de los Planes de Estudio y a Francia Ormeño por escanear alegremente las fotos de la época. Gracias también a Jorge Aliaga, ex ejecutivo de IBM, por proporcionarnos importantes datos del convenio entre IBM y la Universidad de Chile. BITS

Ing. de Ejecución en Procesamiento de la Información (1971)

Curso	UD	Nombre	Curso	UD	Nombre
MA111	10	Álgebra	MA152	9	Tecnología de Equipos
MA112	12	Álgebra Lineal y Geom.Analítica	MA161	12	Complementos de Matemáticas
MA121	12	Cálculo I	MA231	9	Cálculo Numérico
FI111	6	Laboratorio de Física I	MA241	12	Introducción a la Estadística
FI122	9	Mecánica I	MA251	9	Estructuras y Procesos de Informac.
QI112	12	Química General I	MA252	13	Programación de Computadores I
EH201	6	Filosofía	MA253	13	Programación de Computadores II
EH202	6	Ciencias Sociales	MA352	9	Programas de Aplicación I
	8	Idioma	MA353	9	Programas de Aplicación II
FI121	6	Laboratorio de Física II	MA354	9	Técnicas de Procesam. de Datos I
EH107	6	Inglés para Programadores	MA355	9	Técnicas de Procesam. de Datos II
IN301	9	Introducción a la Economía	MA452	9	Sistemas Operativos I
IN331	7	Administración de Empresas	MA453	9	Lenguajes y Compiladores
MA122	12	Cálculo II	MA456	12	Taller de Procesamiento de Datos
MA151	9	Introducción a la Computación			

Alumnos de Ing. de Ejecución en Procesamiento de la Información

Año	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
Semestre 1	38	64	70	112	113	256	301	344	363	333	345	387	337	218	149	86	45
Semestre 2	46	58	93	149	224	251	344	371	365	361	366	403	284	181	114	59	22

Bachiller en Ciencias con mención en Computación (1975)

Curso	UD	Nombre	Curso	UD	Nombre
CC151	9	Introducción a la Computación	FI112	9	Física del Calor
FI101	9	Introducción a la Física	FI214	6	Laboratorio de Física II
FI111	6	Laboratorio de Física I	FI215	11	Mecánica I
MA111	10	Álgebra	FI216	11	Mecánica II

Bachiller en Ciencias con mención en Computación (continuación)

Curso	UD	Nombre	Curso	UD	Nombre
MA112	12	Álgebra Lineal y Geometría Analítica	FI302 FI303	11	Electricidad y Magnetismo o Electromagnetismo
MA120	12	Introducción al Cálculo	MA221	12	Cálculo III
MA121	12	Cálculo I	MA261	9	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias
MA220	12	Cálculo II	MA311	9	Complementos de Álgebra Lineal
ME160	6	Dibujo Tecnológico	MA367	12	Funciones de Variable Compleja y EE DD a Derivadas Parciales
EH	18	3 asignaturas Dep.Est. Humanísticos	QI212	11	Química General I
EH	8	Idioma			
Total	114	Plan Común de la Facultad	Total	101	Obligatorios Bachiller en Ciencias
CC211	12	Estructura de Datos y Programas	FI304	6	Laboratorio de Física III
CC212	12	Programación en Lenguajes Orientados a la Máquina	IN301	9	Introducción a la Economía
CC213	9	Tecnología de Computadores	IN343	10	Investigación Operativa
CC214	9	Teoría de Autómatas y Lenguajes Formales	IN401	9	Economía Aplicada
CC332	9	Ingeniería de Software	IN460	8	Sistemas de Información Administrativos II
CC362	9	Principios de Lenguajes de Programación	MA332	9	Métodos Numéricos de la Ingeniería
CC398	0	Práctica de Vacaciones I	MA340	12	Introducción a la Estadística
CC412	9	Diseño y Análisis de Algoritmos	MA345	12	Probabilidades y Teoría de Colas
CC441	9	Modelamiento y Simulación			
CC498	0	Práctica de Vacaciones II			
Total	78	Obligatorios DCC	Total	75	Obligatorios de otros Deptos.

Magíster en Ciencias con mención en Computación (1975)

Curso	UD	Nombre
CC511	9	Estructuras de Datos Avanzadas o Teoría de la Computación
CC514		
CC521	9	Arquitectura de Computadores
CC522	9	Tiempo Real y Teleproceso
CC562	9	Compiladores
CC582	9	Sistemas Operativos
CC598	0	Práctica de Vacaciones III
CC797	30	Trabajo de Tesis I
CC798	30	Trabajo de Tesis II

Cursos, profesores y alumnos (1976)

Código	Nombre Curso	Profesor 1976/1	Nº	Profesor 1976/2	Nº
CC151	Introducción a la Computación	Julio Arenas		Jorge González	156
		Jaime Cases		Julio Zúñiga	110
		Jorge González		Fernando García	79
		Alfredo Piquer		Jaime Cases	150
		Patricio Poblete		Juan Álvarez	112
		Fernando Silva		Ricardo Giadach	78
CC201	Técnicas de Computación	Fernando García	162	Roberto Báez	63
				Horacio Rojas	71
CC211	Estructura de Datos y de Programas	Julio Zúñiga	40	Marcelo Energici	33
CC212	Prog. en Leng.Orientados a la Máquina	Juan Álvarez	14	Patricio Zúñiga	8
CC213	Tecnología de Computadores	Miguel Guzmán	68	Miguel Guzmán	97
CC251	Estructura y Proceso de la Información	Christian Nielsen	88	Christian Nielsen	96
CC252	Programación de Computadores I	Mariano Navarrete	96	Juan Álvarez	101
CC253	Programación de Computadores II	Osvaldo Schaerer	33	Osvaldo Schaerer	65
CC331	Organización y Manejo de Archivos	Franklin Friedmann	10		
CC352	Programas de Aplicación I	Carlos Bock	48		
CC353	Programas de Aplicación II			Carlos Bock	60
CC354	Técnicas de Procesamiento de Datos I	Maurice Filippi	15	Miguel Pérez	15
CC355	Técnicas de Procesamiento de Datos II	Luis Aspillaga	21	Eugenio Bravo	19
CC452	Sistemas Operativos I	Jaime de Mayo	22	Jaime de Mayo	20
CC453	Lenguajes y Compiladores I	Xavier Bru	26	Rafael Hernández	15
CC454	Simulación	Francisco Oyarzún	29	Francisco Oyarzún	38
CC456	Taller de Procesamiento de Datos			Max Isakson	24
CC481	Sistemas Operativos	Alfredo Piquer	4		
CC553	Organización y Recup. de Información	Víctor Salas	14		
CC554	Sistemas Operativos II			Marcelo Energici	31
CC555	Lenguajes y Compiladores II	Rafael Hernández	17	Xavier Bru	13
CC561	Taller de Compiladores	Patricio Poblete	6		
CC571	Adm. Centros Procesamiento de Datos			Fernando Silva	17
CC581	Taller de Sistemas Operativos	Alfredo Piquer	6		
CC713	Simulación de Procesos Vitales			Francisco Oyarzún	16
CC780	Seminario II: Teleproceso	Melvyn Katz	22	Melvyn Katz	35

TICs EN CHILE



Hoy y Mañana las TIC en Chile

Gentileza Javier Velasco

La participación de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) ha aumentado progresivamente en la vida diaria tanto de las empresas como de las personas en los últimos 30 años.

Son múltiples las evidencias de los impactos que éstas producen en las organizaciones, aumentando su productividad y competitividad y, por ende, la rentabilidad de los negocios. Y más aún, alargando la vida útil de los mismos.

Lo que ha sido reconocido en otros países, principalmente en los desarrollados, en relación a la importancia de las TIC, en Chile todavía no es un hecho aceptado. Por ejemplo, Ben Bernanke, presidente de la Reserva Federal de EE.UU., hizo público reconocimiento de estos impactos cuando declaró que el gran aumento de la productividad de su país en los últimos 20 años se debía, en parte importante, a la gran inversión que las organizaciones habían

hecho en TIC durante los años '90. Esto fue un anuncio relevante en nuestro medio. En general, los economistas no reconocen que las TIC son fuente de crecimiento para las economías, sobre todo en economías como la nuestra o en aquellas donde la inversión es muy baja respecto del PIB.

A pesar que Chile lleva la delantera en la mayoría de los índices relacionados con las TIC en Latinoamérica, según el World Economic Fórum nuestro nivel de inversión está aún lejos de los países desarrollados. Aunque a veces no queremos reconocerlo y preferimos contarnos el cuento de que en realidad estamos bien y muy avanzados, NO es así. El nivel de inversión de las TIC en Chile no supera el 1,5 por ciento del producto; en los países desarrollados esta inversión está por sobre el 3 ó 4 por ciento. Más aún, cuando hacemos este cálculo sobre la inversión que realizan las empresas e instituciones del país, el índice baja aún



Raúl Ciudad

Ingeniero Electrónico de la Universidad Técnica del Estado (Universidad de Santiago). Gerente General Corporativo del grupo Coasin; Director de ACTI y del Foro de Innovación. Miembro del Consejo de Servicios Globales del Ministerio de Economía, presidente del Directorio de Novos de la Universidad de Chile y vicepresidente de la red de inversionistas ángeles Southern Angels de la UAI.
rciudad@coasin.cl

más porque el 1,7 por ciento corresponde al total de compras de productos en Chile, que incluyen las inversiones de las personas a nivel de PC y notebooks y algunos aparatos de comunicaciones, como WiFi. El total de la inversión correspondiente a 2009 llegó a los 2.800 millones de dólares, de los cuales mil millones fueron compras hechas por personas y sólo 1.800 millones por organizaciones que mueven la economía productiva y de servicios del país.

Estimo que lo anterior se debe, en parte, a que todavía no se entiende el valor de estas tecnologías ni su aporte estratégico a los negocios. Lo revelan las encuestas que en Chile hacen instituciones como la Universidad Católica a través del ENTI; estudio que se realiza anualmente, basado en la opinión de las más importantes empresas usuarias de tecnologías. Estas encuestas indagan sobre la participación que tienen los especialistas o profesionales del sector TICs en las decisiones estratégicas de las empresas donde trabajan.

El índice que mide la participación de los profesionales TICs en los grupos de decisión estratégica en las altas gerencias muestra una caída progresiva en los últimos tres años. Es decir, las tecnologías aún son percibidas en muchas entidades como el “computador” necesario sólo para llevar las cuentas corrientes, la facturación y los inventarios. Pero no como un aporte al desarrollo de las estrategias claves que las empresas deben desarrollar para poder competir en el mundo globalizado de hoy.

Entonces en Chile aún no existe una apreciación real del valor estratégico con que las TIC contribuyen a la economía de las empresas y, por supuesto, del país. La variación de la PTF (Productividad Total de Factores) es el ritmo al que se producen las mejoras tecnológicas, la mejor organización y gestión de las empresas y los cambios en el marco institucional de la economía. Es la parte del crecimiento de la producción que no es imputable al aumento por la utilización de factores productivos, al aumento del empleo y al grado de capitalización de la economía. Cuando la variación de la PTF arroja valores

negativos, implicaría regresión tecnológica o empeoramiento de los niveles de gestión y organización empresarial o retrocesos en el marco económico institucional. En Chile, la PTF ha disminuido en los últimos años y su variación no se explica por la inclusión o no de componentes tecnológicos en los ambientes productivos.

Las TIC no son un hecho aislado de la economía de los países, sino parte de la evolución del desarrollo del mundo. Así ha sido desde la revolución industrial, en 1771, hasta la quinta y última era, la de la Información y las Telecomunicaciones, iniciada en 1971, cuando Bob Noyce y Gordon Moore anunciaron el primer microprocesador de Intel; el precursor del computador en un chip.

En “Technological Revolutions and Financial Capital”, Carlota Pérez, destacada economista venezolana y research fellow de importantes universidades de Europa, concluye en sus investigaciones que la Era de la Información y Telecomunicaciones se comportará al igual que las cuatro anteriores: en un ciclo de aproximadamente 60 ó 70 años. Los primeros 30 años terminan con la fase del período de instalación, alrededor del año 2000. En 2001 entramos en la fase de inestabilidad en que se produce la ruptura de la burbuja, período de inestabilidad de los ciclos tecnológicos. A partir de esa fecha se inicia el ciclo de implementación y despliegue del cual llevamos 10 años. Según Pérez, estamos en pleno proceso de implantación de las TIC, con lo que quedan aún 20 años antes de que termine este ciclo, donde se explotarán más intensamente las tecnologías en beneficio de la productividad de las industrias y los servicios. Así que hay TICs para rato.

Pero cabe hacerse la pregunta por qué Chile está viviendo aún esta situación de baja inversión. Como parte del sector que ha desarrollado esta industria en los últimos 35 años, pienso que en el sector TIC tenemos nuestra cuota de responsabilidad. Creo que no hemos sido capaces de educar suficientemente a quienes son parte comprometida con el desarrollo de la economía del país, tanto empresarios en general como autoridades.

EL ÚNICO CAMINO PARA CHILE: I+D+I

Las TIC son claves para el desarrollo de los países, influyen en la productividad y competitividad de las empresas y servicios, ayudan a mantener vigentes las empresas en el contexto global mundial generando ingresos permanentes al país por este efecto, aceleran los procesos educativos y de servicios a la población y catalizan y aceleran los procesos de investigación en nuestros centros de excelencia como las universidades.

Es en este último rol donde las TIC hacen otra importante contribución para el desarrollo del país, en el I+D. Chile está buscando el camino para llegar al desarrollo en 2018. Y al igual que todos los países desarrollados que llegaron a la meta basando su crecimiento en el desarrollo tecnológico en distintas disciplinas y la creación de propiedad intelectual, Chile no tiene otro camino para lograrlo más que el I+D +i.

Por la vía de aumentar la producción de cobre, la exportación de vinos o en general los productos básicos, en Chile no es posible generar el crecimiento anual esperado de 6 ó 7 por ciento. La clave es aumentar la exportación de valor agregado. El ex ministro de Hacienda, Andrés Velasco, durante el gobierno de la Presidenta Bachelet, impulsó la primera ley que establece 35 por ciento de crédito tributario para las empresas que inviertan en I+D, en combinación con un centro de investigación acreditado. Se aumentaron también los presupuestos para innovación por parte de Corfo y Fondef. Sin embargo el nivel de inversión en I+D en Chile no supera aún el uno por ciento del producto. Y con una alta componente del gobierno, no del sector privado.

Es claro entonces que sin I+D, base de crecimiento de todos los países desarrollados, Chile no logrará la meta. Es necesario entonces impulsar este proceso que se encuentra estancado, por la vía de lograr que se genere el ecosistema necesario para que ocurra la convergencia entre las partes que deben ser protagonistas en este proceso: las universidades, industrias, gobierno y el

sector tecnológico que aporte las tecnologías para sustentar el proceso.

Debido a que lo anterior no ha ocurrido, Chile está desperdiciando una gran oportunidad. El encuentro universidad-industria no se produce naturalmente y no estamos usando los clusters de escala mundial que tenemos como base para la generación de propiedad intelectual, como sí lo han hecho todos los países desarrollados. Pensamos que las empresas del sector TICs podemos actuar de enlace para lograr esta convergencia e iniciar el proceso de crecimiento económico debidamente sustentado.

Chile hoy tiene un desajuste en el modelo para desarrollar la economía del conocimiento, que es la que debe proveer la base para dar el salto que se requiere; para alcanzar el desarrollo definitivo. La política de innovación del país no favorece el encuentro entre universidades e industrias, para efecto de generar propiedad intelectual patentable y exportable que aporte valor a las exportaciones. Chile aún no puede desarrollar una estrategia, ni metodología de trabajo, para hacer un desarrollo efectivo del I+D de la mano con los clusters. Efectivamente la relación de las universidades con las empresas de tecnologías como canal hacia las industrias de nuestros clusters es mínima. Las investigaciones que se desarrollan en las universidades muy escasamente llegan a transformarse en patentes y, finalmente, en productos

que aporten mejoras significativas en la productividad de los procesos industriales de Chile.

Aquí la base del problema está en que la política de innovación favorece más la generación de papers que de patentes. Los investigadores financian sus investigaciones sobre la base de la generación de estas publicaciones y no del patentamiento de sus invenciones. Entonces la propiedad intelectual no existe como producto exportable en Chile.

HOY ES LA OPORTUNIDAD PARA LA INDUSTRIA DEL CONOCIMIENTO

Hace 30 años el acceso a las TIC era escaso por su alto costo y sólo estaba destinado a las grandes economías que invirtieron altas sumas en ellas para conseguir apalancar, mediante éstas, su crecimiento y posicionamiento mundial. Así hicieron posible la transformación de la creatividad en productos concretos patentables y exportables al resto del mundo. Es decir, pasaron de ser fabricantes de productos básicos a productos de valor agregado; entraron a la economía digital, la base para abordar la economía del conocimiento que se encuentra ahora en proceso ("Enseñanzas de Peter Drucker", Peter Drucker).

Hoy las tecnologías son alcanzables por su mayor capacidad y precios mucho más reducidos. Es el momento para aprovechar la oportunidad de catalizar la industria del conocimiento en nuestro país.

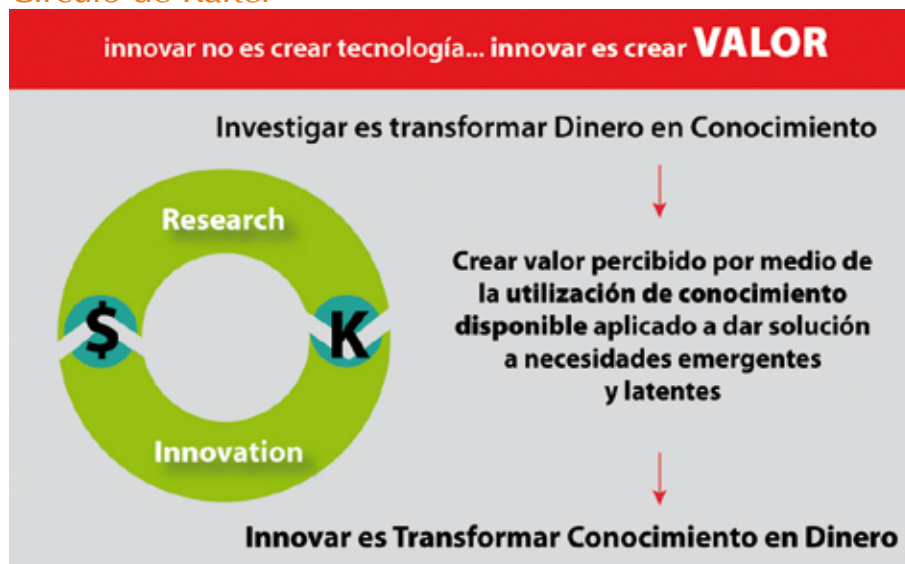
Finalmente, una última mirada a nuestra industria TIC. Nos encontramos frente a una espiral de crecimiento importante para los próximos años, basados en que la demanda aumentará debido al incremento del conocimiento de los líderes de las empresas sobre los beneficios de la aplicación de las TIC en los procesos de negocios.

También la globalización está abriendo grandes oportunidades para las empresas TIC chilenas. En el negocio del offshore es posible proveer servicios ITO (Information Technology Outsourcing) desde Chile a otros países, en particular a Estados Unidos -el mayor demandante de estos en el mundo- emulando a la India que exporta servicios de esta naturaleza por más de 40 billones de dólares al año.

Chile se lanzó a esta conquista alineando la industria TIC con este objetivo, creando el Consejo Público Privado del Cluster de Servicios Globales que opera desde noviembre de 2007, hoy liderado por Corfo. Por esta vía se ha incrementado la oferta de estos servicios al exterior y aumentado el empleo del sector, al atraer a empresas multinacionales para que se instalen en Chile y provean servicios desde el país al extranjero.

En 2010 la exportación de servicios *offshore*, incluyendo los de ingeniería, será de mil millones de dólares. Para 2015 se espera que esta cifra sea de 5000 millones, generando 120.000 empleos adicionales. Junto con este aumento de la exportación de servicios especializados, la industria se hará muy fuerte para acompañar el desarrollo de propiedad intelectual en los clusters, multiplicando la exportación de productos de alto valor y aportando a Chile el aumento necesario de crecimiento para alcanzar el desarrollo. BITS

Círculo de Rafter





A medio camino

la adopción de TI por parte de las empresas chilenas

Gentileza Javier Velasco



Marcos Sepúlveda

Profesor Asociado, DCC, Universidad Católica de Chile. Doctor en Ciencias de la Ingeniería de la misma universidad (1995). Director de CETIUC. Áreas de interés: uso estratégico de las TI, gestión de procesos de negocios e inteligencia de procesos.
marcos@ing.puc.cl



Javier Bermúdez

Profesor Instructor Adjunto, DCC, Universidad Católica de Chile. Magister en Ciencias de la Ingeniería de la misma universidad (2006). Coordinador de Estudios y Consultoría de CETIUC. Áreas de interés: gestión de procesos de negocios y uso estratégico de las TI.
javier.bermudez@cetiuc.cl

1. IMPORTANCIA DE LAS TI PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO

Este año Chile se convirtió en el miembro número 31 de la OCDE (Organisation for Economic Co-operation and Development), el primer país de Sudamérica en ser aceptado en este selecto grupo que reúne a los países más avanzados y desarrollados. Su inclusión representa un reconocimiento internacional

a su consolidación democrática y políticas económicas.

En este contexto, vale la pena preguntarse cómo está Chile en el desarrollo de sus Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC o simplemente TI) en relación a los integrantes de la OCDE, más aún cuando la propia Organización reconoce que, a través de su amplia difusión y aplicación, las TI tienen un alto potencial de impacto en el crecimiento económico sustentable y el bienestar social de los países.

Hay dos indicadores que la OCDE recoge respecto a las TI. El primero es el porcentaje de hogares con acceso a un computador personal, que en los países de la OCDE alcanza al 65,5 por ciento, en tanto en Chile al 33,1 por ciento. También considera el porcentaje de hogares con acceso a Internet, que en los países de este grupo llega al 57,5 por ciento, mientras que en Chile sólo al 19,2 por ciento. En ambos indicadores, Chile sólo supera a Turquía y México.

(Fuente: "OECD Factbook 2009: Economic, Environmental and Social Statistics", OECD, 2009; recogiendo las estadísticas oficiales de los países hasta 2007.)

Desafortunadamente, la OCDE sólo recoge estos dos indicadores respecto a las TI. Sin embargo, si uno hace otro tipo de comparaciones el resultado es similar. Por ejemplo, CETIUC (Centro de Estudios de Tecnologías de Información, Pontificia Universidad Católica de Chile) compara año a año el porcentaje de su propia facturación que las grandes empresas en Chile destinan a TI en relación a los países desarrollados. En nuestro país, dentro del segmento de grandes empresas, esta cifra se mueve en torno al 2 por ciento, mientras que en los países desarrollados alcanza al 4 por ciento (según importantes fuentes del medio, como Gartner y Forrester). Es por esto que frecuentemente señalamos que Chile está a medio camino... De ser un activo usuario de las TI, como un mecanismo efectivo para contribuir al desarrollo económico y social.

(Fuente: "Worldwide IT Benchmark Report", Gartner, 2007)

En este escenario es interesante preguntarse por qué ocurre esto y más allá de centrar el debate en las cifras, que indudablemente reflejan la realidad de nuestra industria, es importante analizar aspectos cualitativos que conduzcan hacia una mayor adopción, con el objetivo de crear valor en las organizaciones.

En el CETIUC hemos estado estudiando cómo se usan las TI en Chile, a nivel de grandes empresas y el aparato estatal. A continuación presentamos algunos resultados que permiten entender cuál es el papel que hoy en día desempeñan estas tecnologías en la industria.

Figura 1
Brechas entre prioridad y contribución de las TI para las distintas actividades estratégicas del modelo de la Cadena de Valor de Porter



2. UNA MIRADA A LAS TI EN LAS ORGANIZACIONES

Desde 2003, el Estudio Nacional sobre Tecnologías de Información (ENTI) recoge anualmente información sobre cómo las empresas chilenas están utilizando las TI, qué opciones tecnológicas están tomando, cómo está posicionada la gerencia de TI dentro de la empresa y en qué medida el uso de éstas representa un real aporte a los objetivos de la organización. Para ello se entrevista a más de 120 gerentes de Informática (en adelante CIO, por su denominación en inglés, Chief Information Officer) de las grandes empresas del país.

(Fuente: "Estudio Nacional sobre Tecnologías de Información (ENTI)", CETIUC, 2009).

a. Foco estratégico

El ángulo de análisis del ENTI está enfocado en la organización, léase empresa privada u organismo gubernamental, y la relevancia estratégica del uso de la informática para el logro de sus propios objetivos. En este ámbito, se puede observar que hay una deuda en la contribución de las TI a las actividades más importantes para una economía de servicios. Destaca fuertemente la brecha existente en el apoyo al "Servicio al Cliente" y a las áreas de "Marketing y Ventas". Los CIO señalan estar conscientes de la prioridad

que tiene destinar un mayor apoyo a estas dos áreas. Pero de acuerdo a los resultados obtenidos en los últimos tres años, no hay señales concretas de avance en este sentido. También destaca negativamente la poca prioridad estratégica que tiene la I+D en las empresas nacionales, lugar donde las TI tienen mucho que aportar (Figura 1).

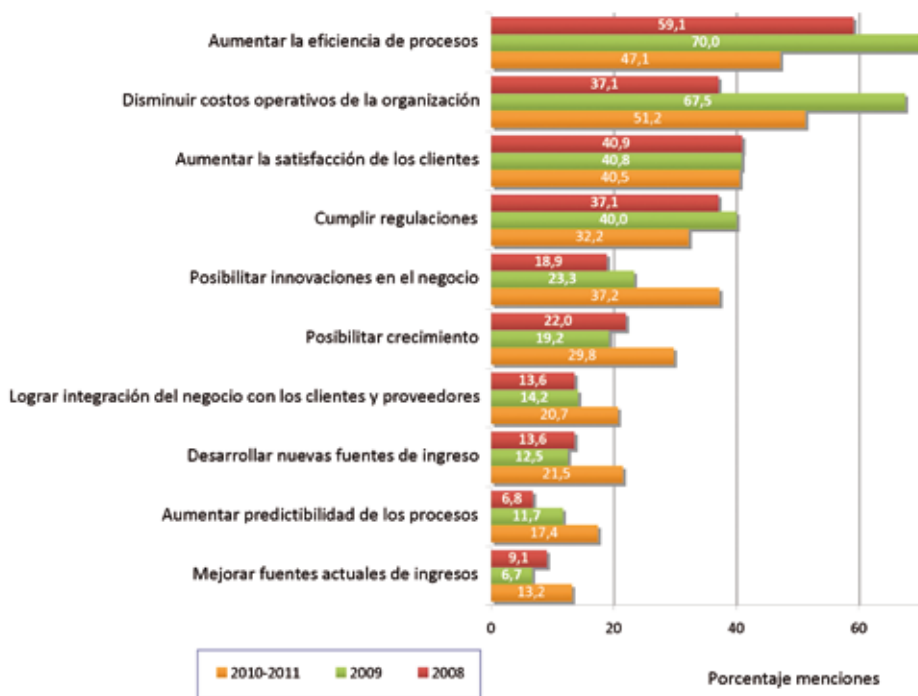
En cuanto a los objetivos de negocio que el área TI debe apoyar, el 70 por ciento de los CIO afirma que su área debe apoyar el aumento en la eficiencia en los procesos de la empresa, y el 67,5 por ciento, declara que se debe apoyar una disminución de costos de la empresa. En estos dos aspectos, se observa un aumento con respecto al año 2008, lo cual está influenciado por la incertidumbre económica existente durante 2009. Según nuestra hipótesis, al desvanecerse este escenario de incertidumbre, parte del esfuerzo de eficiencia se reorientará hacia las innovaciones en el negocio (Figura 2).

b. Rol del gerente de Informática

En el estudio se puede observar que la mayoría de los CIO no han logrado ocupar un espacio protagónico en las decisiones estratégicas de su organización, lo cual es una traba para que las TI sean utilizadas en todo su potencial. En muchos casos esto se debe a una mala decisión estratégica de las compañías, que los ubican en una

Figura 2

Objetivos de negocio que el área TI debe apoyar
Según CIO, todos los rubros, por año



(Fuente: ENTI 2009)

(socio de Negocio y director de Gobierno TI), a las cuales, sin embargo, entregan menor dedicación de la que estiman necesaria. Por el contrario, las tareas más demandantes son de carácter operacional, como es el caso de la Continuidad Operacional TI y la función de encargado de Proyectos y Contratos, a las que terminan destinando un tiempo superior al que les gustaría.

c. Uso de las TI como herramienta de innovación

Respecto de la capacidad de innovar, los CIO reconocen que existe una serie de trabas para innovar y crear valor utilizando TI. Las más importantes tienen que ver con la baja disposición a correr riesgos en las empresas nacionales y a la dificultad de traducir las ideas en propuestas concretas que aporten valor al negocio (Figura 5).

3. CÓMO COMENZAR LA SEGUNDA MITAD DEL CAMINO

segunda o tercera línea organizacional. Este fenómeno cultural se ve reforzado por el eminente origen y vocación técnica que tiene este profesional, que por diversas razones termina destinando un alto porcentaje de su tiempo a tareas operativas, alejadas de las necesidades a largo plazo del negocio.

Del total de CIO entrevistados, sólo el 36,4 por ciento depende directamente del gerente General; en las restantes organizaciones su capacidad de aportar está limitada por los objetivos de la gerencia de la cual depende. A nuestro juicio es importante que en todas las organizaciones la máxima autoridad TI reporte al gerente General, participando activamente en la toma de decisiones estratégicas para la empresa, ilustrando cómo se puede aportar valor al negocio a través del uso de TI (Figura 3).

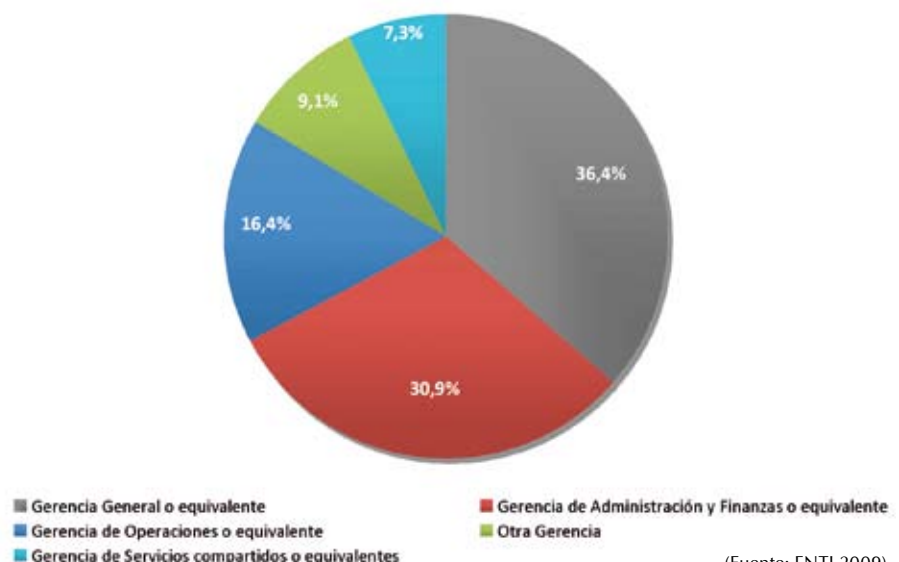
Al analizar los diversos tipos de tareas que los CIO desarrollan dentro de su jornada, se observa claramente que destinan poco tiempo a entender las problemáticas del negocio y difundir lo que se puede lograr con las TI. En la Figura 4 se contrasta el tiempo

que a los CIO les gustaría dedicar a distintos roles posibles dentro de su función, con el tiempo real destinado a cada uno de ellos. Existe una preferencia manifiesta a invertir el tiempo en labores de carácter estratégico

Tal como dijimos, el uso de TI a nivel corporativo y gobierno se encuentra a medio camino. Para pavimentar la segunda mitad del camino, aquella que nos hará diferentes

Figura 3

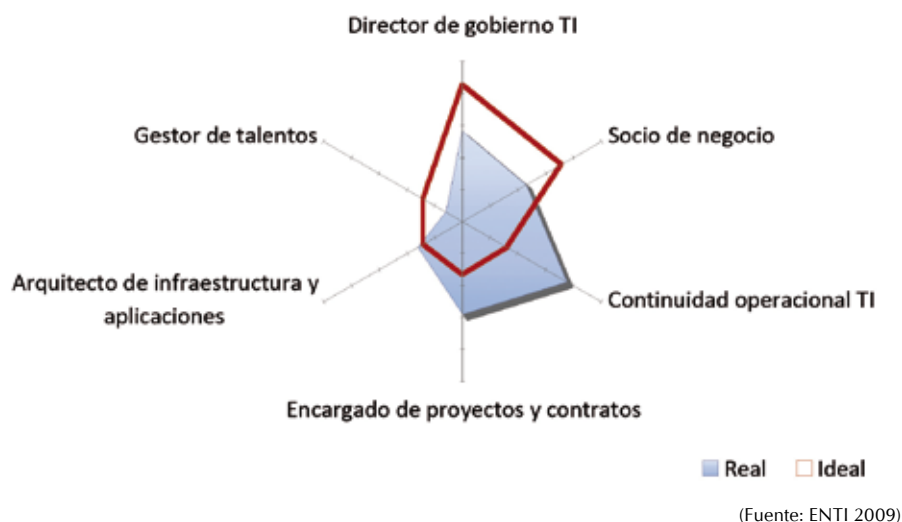
Dependencia del gerente de Informática
Todos los rubros, año 2009



(Fuente: ENTI 2009)

Figura 4

Brecha en el uso del tiempo del gerente de Informática
Brecha uso del tiempo real vs ideal del CIO
Todos los rubros, 2009



de aquellos países con los cuales ahora compartimos las posiciones intermedias en los rankings económicos, se necesita completar un conjunto de actividades de una envergadura no menor, iniciadas y sustentadas desde los intereses de diversos actores. El modelo de solución que presentamos no tiene mucho de novedoso en el papel, sin embargo, los diversos actores deben buscar una forma de implementarlo creativamente en la práctica. Nuestro foco estará centrado en los usuarios y la academia, pero no dejamos de mencionar a la industria y al Estado, como entes con un rol activo en este proceso.

a. Desafíos para las empresas y gobierno

¿Dónde están los puntos claves a nivel de organizaciones privadas y gobierno (en su rol de usuario de TI)? La observación de los resultados de ENTI nos permite esbozar algunos retos específicos dentro del mundo usuario de TI:

1. La alta gerencia tiene como desafío ser capaz de comprender el valor del negocio de las TI. Dentro de las habilidades corrientes de un gerente General contemporáneo se

tienen los aspectos comerciales, marketing o finanzas, y es culturalmente aceptable que no entienda mucho acerca de TI. En una economía como la actual, esto no puede seguir sucediendo porque significa una desventaja competitiva para la organización.

2. La inversión en proyectos que hacen fuerte uso de TI tiene que ser evaluada en términos de negocio, exigiendo métricas

financieras y fijando altas expectativas de rentabilidad; no se trata de adoptar la tecnología por moda, se trata de usarla para generar valor.

3. Se requiere además generar un círculo virtuoso de comunicación, en el cual participen gerentes de negocios que entiendan de tecnología y CIO que entiendan de negocios. Los primeros consiguen visualizar cómo las TI pueden apoyar mejoras en los procesos de negocio y los segundos convertir esas ideas en realidades, al articular correctamente las tecnologías disponibles. Debe existir también una capacidad de correr riesgos controlados, buscando cambios realmente creativos e innovadores en los procesos de negocio. Para que este círculo virtuoso trascienda es importante elevar al CIO al segundo nivel organizacional y hacerlo interactuar con las altas esferas de decisión.

4. Por su parte, el CIO debe trabajar sus habilidades de negocio. Para lograr este importante giro funcional se tiene como requisito delegar las tareas operativas comúnmente asociadas al cargo, como la continuidad operacional y la gestión de proyectos, en profesionales con focos especializados en dichos temas. Otro desafío importante es ser capaz de hablar el lenguaje de negocio, siendo competente para explicar el potencial de cualquier tecnología sin el uso excesivo de lenguaje

Figura 5

Dificultades para innovar el área TI
Todos los rubros, año 2008



(Fuente: ENTI 2008)

técnico. En términos simples, el CIO no puede ser un profesional que esté dedicado a mirar siempre su propia realidad técnica. Sino que debe levantar la vista hacia el horizonte estratégico de su organización y liderar a su equipo para que camine en esa dirección.

b. Relación entre el mundo académico y las organizaciones

El mundo académico también puede cumplir un rol relevante para aumentar la contribución de las TI al desarrollo económico y social del país. A continuación, algunas ideas concretas:

1. La academia tiene su mayor foco en la formación de profesionales. En particular, se necesita que estos nuevos profesionales tengan la capacidad de liderar el cambio. Para ello deben tener un acabado dominio de las tecnologías de información y saber cómo describir su potencial en términos de negocio. Esto requiere programas curriculares que preparen los profesionales de manera sólida en términos conceptuales, sumado a una experiencia hands-on en las tecnologías de hardware, software y telecomunicaciones, y que sepan cómo estas herramientas pueden ser utilizadas en los distintos ámbitos funcionales de las organizaciones.

2. Es importante también el rol evangelizador que cabe a la academia. Esto se expresa en una relación continua con las empresas y el mundo público, para difundir mejores prácticas en el uso de TI y realizar permanentemente transferencia de conocimiento a la industria; que permita un uso innovador constante de las TI. La transferencia debe abarcar las nuevas tecnologías de hardware y software, así como las metodologías de adopción que permiten sacar el mejor provecho de ellas. En particular, cabe destacar la importancia de las metodologías que permiten entender cómo reformular los procesos de negocios para aprovechar al máximo el potencial de las TI emergentes; y las metodologías sistemáticas de innovación, que ayudan

a descubrir cómo las tecnologías pueden ser usadas de manera creativa para generar valor en las organizaciones.

c. La industria TI

En este ámbito existe mucha efervescencia en la actualidad. Chile está comenzando un interesante camino como exportador de servicios TI, lo que acarrea importantes beneficios para el sector y sus profesionales. Sin embargo, no se puede desvestirse un santo para vestir otro. La industria local no puede olvidar el deber que tiene con su país. En este contexto, las empresas proveedoras de bienes y servicios TI deben continuar el exitoso camino de innovación que han llevado hasta el momento. Sabemos que para que productos innovadores tengan sentido, debe haber una demanda por ellos. Por lo tanto, nuevamente encontramos la necesidad de que las organizaciones usuarias de TI estén motivadas y corran un cierto nivel de riesgos, en la búsqueda de obtener mayor valor agregado en estos proyectos. En este punto los proveedores deben estar preparados para acompañar y multiplicar las iniciativas innovadoras de sus clientes.

d. El Estado (en su rol promotor)

Ninguno de los tres actores antes mencionado podrá articular correctamente con los otros sin la presencia de un buen promotor. Esta afirmación se basa en la experiencia de innumerables países que ya han pasado por este proceso. Chile está en un buen pie para ello, contando con instituciones sólidas y objetivos claros. Innova Chile ha venido desarrollando muchos programas con foco en TI. Por su parte, la Secretaría Ejecutiva de Estrategia Digital mantiene responsabilidad en varios ámbitos interesantes para esta discusión. Ambas instituciones tienen aún cosas que aportar en este ámbito y, por lo tanto, existe mucha atención a lo que están haciendo y cómo impactará a los otros actores.

4. CONCLUSIÓN

Hoy en día, aunque se reconoce ampliamente que las TI pueden cumplir un importante rol en la generación de valor dentro de las empresas, sólo una fracción minoritaria de ellas las está utilizando estratégicamente. Para cambiar este estado de desaprovechamiento se requiere un cambio en la mentalidad de uso de las TI por parte de las organizaciones. El mundo académico puede cumplir un rol preponderante para que ese cambio ocurra: formando profesionales que tengan un potencial transformador e innovador, y contribuyendo a transferir mejores prácticas que actúen como catalizador de la generación de valor en las organizaciones. La industria TI debe generar un buen potencial innovador para poder acompañar a sus clientes en este camino. Finalmente, pero no menos importante, encontramos que el Estado también tiene un rol facilitador de este camino.

5. SOBRE CETIUC

El Centro de Estudios de Tecnologías de Información de la Universidad Católica de Chile (CETIUC) nace en 2003, debido a la necesidad de crear un organismo que entregue información de apoyo a la toma de decisiones y fomente el uso de buenas prácticas en Tecnologías de Información. Nuestro objetivo es estudiar y difundir el uso estratégico de las TI en Chile.

CETIUC busca contribuir al desarrollo tecnológico y productivo del país, satisfaciendo las necesidades de sus empresas y gobierno dentro del ámbito de las Tecnologías de Información. Para ello, CETIUC entrega información objetiva, conocimiento nuevo y experiencia práctica en temas de valor diferenciador, que apoyen a cada institución en el logro de sus propios objetivos. BITS



Decisiones en proyectos TI

aspectos claves para tener en cuenta

Gentileza Alfredo Cofré E.

Este artículo aborda en detalle tres aspectos relevantes al momento de tomar decisiones en proyectos TI, que en general son subestimados o simplemente descartados.

EVALUACIÓN CUANTITATIVA VS CUALITATIVA

En muchas ocasiones las decisiones estratégicas en proyectos TI son tomadas por razones comerciales. Abarcar mayor mercado, tener mayor cantidad de público lo más cautivo posible o generar economías importantes en la implantación de un proyecto son aspectos que justifican decisiones que afectan significativamente el impacto que puede tener éste. En la mayor parte de los casos está bien que se tomen esas decisiones, porque apuntan a cumplir con el objetivo que se ha impuesto para el proyecto.

Sin embargo, la cantidad de veces que una cualidad técnica puede justificar decisiones comparables es mucho más baja, sobre todo cuando no es directamente traducible a una característica comercial tal como precio, aumento de productividad, porción de mercado o algún otro indicador objetivo y cuantificable. Es ahí donde creo que hay un punto importante: preferimos tener datos cuantificables que se puedan comparar directamente y las características comerciales de los proyectos tienden a entregarnos ese tipo de datos. En cambio, aquellas características técnicas que nos entregan datos cualitativos nos generan problemas porque no los podemos comparar directamente.



Jens Hardings

Profesor Asistente del Departamento de Ciencia de la Computación, P. Universidad Católica de Chile. Ingeniero Civil en Computación, Universidad de Chile. Doctor en Ciencias mención Computación, Universidad de Chile.
jhp@ing.puc.cl

Lo anterior no quiere decir que siempre tenga sentido comparar datos cuantitativos de orígenes diversos, pero al menos podemos comparar un número con otro, tomar una decisión (buena o mala) y continuar. En cambio, al tener datos cualitativos que no podemos traducir directamente a números, o vectores de números, sobre los cuales comparar y decidir si un costo X es justificado por la posibilidad de contar con la característica Y, se vuelve más complejo.

En ese punto, hay dos posibles caminos para tomar:

1. Intentar realizar una traducción de los valores cualitativos a cuantitativos.

2. Aceptar que se debe realizar una apuesta, ya sea a favor o en contra, de la característica cualitativa y asumir los beneficios y costos que surjan a futuro.

Asumiendo que se actúa de buena fe, la calidad de la decisión que se puede tomar por la vía de cualquiera de estos dos caminos

algún momento debemos tomar decisiones subjetivas, inventar o asumir cifras a falta de información objetiva o simplificar el problema obviando aspectos que pueden luego demostrar ser muy relevantes. Por ejemplo, en el caso del ROSI es necesario estimar la efectividad de mitigación de un riesgo, frente a un futuro en el cual no podemos predecir el comportamiento de potenciales atacantes, cambios tecnológicos y otros elementos relevantes.

Al tomar estas decisiones y cuantificar en base a presunciones o predicciones, aumenta la incertidumbre de la evaluación. Sin embargo, esa incertidumbre no forma parte del resultado, que queremos sea un número limpio y puro, sin que nada nos moleste al momento de compararlo con otros.

Al final, podríamos acabar con una falsa sensación de objetividad, que aparenta ser mejor que el otro camino, el de la apuesta, que evidencia nuestra incertidumbre. Sería un error. Es mejor conocer las limitaciones de la evaluación que esconderla al interior de herramientas que pueden encapsular

herramientas de evaluación utilizadas, sino hacerse explícitas y tener un lugar de honor en el resumen ejecutivo que se haga sobre el resultado de la evaluación.

SEGURIDAD EN PROYECTOS TI

La seguridad en los proyectos TI, sean estos de infraestructura, desarrollo de software, integración o cualquier otro, sufren el mismo problema que los administradores de sistemas: cuando está bien hecho el trabajo, éste pasa desapercibido. La situación genera un estado permanente de disconformidad, porque cuando el trabajo pasa desapercibido produce molestia y desconfianza sobre el gasto que implica. Pero cuando es notorio, significa que no está funcionando adecuadamente.

Por lo mismo no es fácil vender proyectos de seguridad al interior de las organizaciones. Si bien existen herramientas que apuntan a cuantificar el beneficio de proyectos de seguridad, como el ROSI ya mencionado, estos no siempre terminan por convencer, salvo que se esté frente a un problema de seguridad serio, ya sea interno o de terceros. Y en muchos casos los costos de una seguridad mediocre no los sufre quien puede resolver el problema. El primer punto ha comenzado a cambiar lentamente, en principio por obligaciones legales o imponiendo certificaciones a proveedores.

Pero aún queda bastante camino por recorrer, para que la incorporación de los aspectos de seguridad en proyectos TI se masifique, más allá de las obligaciones externas y provenga de un análisis que arroje que es buen negocio invertir en seguridad.

Respecto del segundo punto, me parece que no se está haciendo lo suficiente, en particular por parte de las instituciones financieras que tienen bastante impacto en nuestra sociedad. Por ello, profundizo en dos ejemplos:

Es mejor conocer las limitaciones de la evaluación que esconderla al interior de herramientas que pueden encapsular decisiones estratégicas relevantes.

es muy similar. Tenemos una tendencia de seguir el primero en desmedro del segundo, porque nos parece más riguroso y de menor incertidumbre.

Al seguir el primer camino, usamos herramientas como el Costo Total de Propiedad (Total Cost of Ownership, TCO), Retorno sobre la Inversión (Return on Investment, ROI) o para casos más específicos como la seguridad, el Retorno sobre la Inversión de Seguridad (Return on Security Investment, ROSI). Sin embargo, en

decisiones estratégicas relevantes. La incertidumbre debe quedar declarada, de lo contrario tenemos la tentación de asumir que la decisión se basa solamente en comparar dos valores numéricos.

Es por ello que la propuesta es tomar lo mejor de ambos caminos. Intentar realizar una evaluación cuantitativa cuando ello tiene sentido y los datos son confiables, pero aceptando las incertidumbres y por ende la necesidad de realizar apuestas. Estas apuestas no deben quedar escondidas dentro de las

1. Seguridad en sitios web

Durante muchos años numerosos bancos en Chile han tenido la mala práctica, que algunos mantienen hasta hoy, que es publicar el formulario de autenticación donde se ingresan el RUT y la clave del cliente en páginas entregadas de manera no segura. Es decir, al momento de obtener el formulario, el cliente no tiene la certeza que éste procede efectivamente del banco y no de un impostor. Si efectivamente proviene del banco, la transacción que se genera al enviar las claves es segura y nunca son reveladas. Sin embargo, si el formulario es enviado por un impostor, éste puede generar una transacción hacia otro destino en lugar de una transacción segura con el banco. Y el usuario en el mejor de los casos se enteraría una vez enviada la información sensible y sólo si el impostor actúa de forma descuidada.

Como resultado de esta práctica, los usuarios finales han debido aprender a ignorar las buenas prácticas de seguridad, que dicen, entre otras, que no se deben ingresar informaciones secretas en formularios salvo que se pueda validar el origen. Habiendo aprendido esto, los usuarios cada vez son más proclives a caer en trampas de phishing (obtención de claves de acceso por parte de terceros).

2. Medios de pago con clave

En los últimos meses hemos visto iniciativas que buscan agregar el uso de claves a transacciones de compra con tarjetas de crédito (PinPass). Si bien el uso de clave frente a su no uso es una mejora de seguridad, es necesario hacer una lectura un poco más detallada sobre este tema. En primer lugar, es posible que se produzca una falsa sensación de certeza que genere comportamientos más riesgosos, tal como comprar en un lugar de dudosa reputación asumiendo que los medios de pago están protegidos contra todo tipo de ataque. Y en segundo lugar, la responsabilidad frente a un fraude puede traspasarse desde la institución

financiera hacia el usuario final cuando hay un uso de clave, dado que la presunción es que si se realiza una operación se tuvo que haber tenido acceso a la clave y es responsabilidad del usuario final resguardarla. Por tanto, si un tercero tuvo acceso a la clave y la tarjeta (o una copia de ésta), la responsabilidad del usuario final sería, si no total, generalmente mayor.

El principal problema que se da en los sistemas de PinPass para tarjeta de crédito y/o RedCompra para tarjeta de débito radica irónicamente en su éxito: hoy en día en casi cualquier tienda, feria de artesanía y otros puntos de venta se puede encontrar una alta diversidad de máquinas que permiten

por la institución que la debe controlar. La única verificación que puede realizar el usuario final es revisar si la máquina tiene el logo correspondiente, que por lo demás es fácil de falsificar. Si tampoco se tiene incorporada 'tecnología de tarjeta inteligente' en las tarjetas, basta con una transacción para que cualquier vendedor malicioso pueda generar una copia de la tarjeta y obtener al mismo tiempo la clave, directamente de una máquina alterada o propia. Este problema se volverá más crítico a medida que aumente la disponibilidad de aparatos, lo cual por ley de Moore es muy pronto. Por el momento, se está repitiendo el mismo error de autenticidad mediante las páginas Web: hacer que la gente confíe



este tipo de pago; donde el usuario ingresa una clave directamente en la máquina perteneciente a la institución financiera que valida los pagos, con lo cual desaparece el peligro de que el comerciante o un tercero pueda acceder a todos los datos necesarios para generar transacciones a su favor.

Sin embargo, no hay ninguna herramienta que permita al cliente validar que efectivamente la máquina que tiene en sus manos pertenece o está siendo controlada en exclusiva

en un sistema que tiene serios problemas de seguridad.

Una alternativa más segura sería generar un mecanismo mediante el cual el vendedor le entregara al comprador toda la información para realizar la transacción, el comprador instruyera a su banco el pago usando mecanismos bajo su propio control (vía PDA o teléfono celular por ejemplo) y el vendedor recibiera la notificación del pago en línea.

En algún momento debemos tomar la decisión de cuánta dependencia tecnológica aceptaremos. Y para eso necesitamos tener claro las consecuencias que nos genera esta dependencia, las cuales generalmente son futuras, versus los beneficios que suelen ser inmediatos o de corto plazo.

DEPENDENCIA TECNOLÓGICA

La dependencia es algo que un proveedor siempre busca y que el cliente rehúye. Ambos con justa razón. Si existe una dependencia, implica que el proveedor puede aumentar arbitrariamente el precio de lo que provee y el cliente está obligado a continuar pagando lo que le pidan o bien asumir el costo de cambiarse a otra alternativa, si es que ésta existe. En el caso de los proyectos TI casi siempre hay soluciones alternativas, pero con un costo asociado al cambio. Este será mayor en la medida que sea más grande o especializado el sistema. Y se puede decir sin temor a equivocarse que a medida que un sistema está en uso durante un período más prolongado, la tendencia es que el cambio a otro sistema se vuelva más costoso.

El usuario de tecnologías tiene dos opciones para enfrentar este problema: evitar proyectos que generen algún tipo de dependencia o bien intentar reducir el costo de la dependencia. Me atrevería a decir que lo primero es casi imposible y con certeza no siempre es deseable. En general se puede intentar reducir el costo de la dependencia y llegar a un equilibrio.

Debemos entender también que tenemos dependencias tecnológicas que pueden

parecer poco obvias, pero existen y las aceptamos. Por ejemplo, las metodologías de gestión de tiempo que abundan hoy en día sugieren liberar el cerebro de tareas poco creativas como recordar datos y depender para ello de elementos externos y la escritura. En ese sentido, la dependencia incluso genera un resultado positivo porque libera a la mente de una actividad para abocarse a otra; siempre y cuando el subconsciente confíe en que los datos estarán ahí a futuro.

En algún momento debemos tomar la decisión de cuánta dependencia tecnológica aceptaremos. Y para eso necesitamos tener claro las consecuencias que nos genera esta dependencia, las cuales generalmente son futuras, versus los beneficios que suelen ser inmediatos o de corto plazo. Se condice con el incentivo que tiene el proveedor: entregar beneficios inmediatos a cambio de una relación duradera con el cliente, período en el cual recupera la inversión inicial y genera beneficios para sí. Es importante destacar que se debe tomar una decisión y no simplemente obviar el problema y su análisis, porque el impacto, por muy futuro que sea, es real.

Los estándares permiten en general algún nivel de interoperabilidad que admita reducir el costo de cambiar de una plataforma a otra,

con lo cual un proveedor puede mostrarle a sus clientes que los costos futuros por causa de dependencia tecnológica son menores al reducir los de una potencial migración. Sin embargo, ese proveedor también pierde algo que le puede ser muy atractivo: clientes cautivos, razón por la cual solamente ofrecerá ese tipo de beneficios en la medida que los clientes lo demanden y tengan alternativas.

En esto hay dos aspectos que han sido claves en la industria TI en los últimos años, al proveer una alternativa o al menos la promesa de una alternativa, mejorando la posición negociadora de los clientes: el software libre, u open source, y los estándares abiertos. Si bien el hecho de que un software sea open source o que un estándar sea abierto no garantiza que nos libremos de la dependencia tecnológica. En muchos proyectos la tendencia es que se genere algún nivel de interoperabilidad que rompe la barrera del cambio, disminuyendo el costo de la dependencia de software. Sin embargo no basta con que existan alternativas para que el usuario de tecnologías esté a salvo de este problema; debe revisar no sólo el tipo de software y formatos que utiliza, sino también cómo lo utiliza. No da lo mismo un motor de base de datos con todas las optimizaciones específicas y no interoperables, que usar ese mismo motor de base de datos con solamente SQL standard. En un caso se puede tener un mejor rendimiento o facilidad de cambio interno a costa de mayor dependencia de esa solución, mientras que en el otro se puede aprovechar menos la solución actual, pero teniendo siempre la posibilidad de cambiarla por otra a un costo mínimo.

Como siempre, la decisión depende de las condiciones particulares en las cuales se evalúa. Lo importante es que sea una decisión y no una consecuencia casi azarosa de determinaciones que no consideraron estos elementos. Lo último sería una irresponsabilidad. BITS



Una idea

Desde el laboratorio hasta el mercado

Gentileza Javier Velasco



Alex Bergel

Profesor Asistente, DCC, Universidad de Chile. Ph.D. in Computer Science, Universidad de Bern, Suiza (2005); Maîtrise d'informatique, Universidad de Nice-Sophia Antipolis, Francia (2000); Licence d'informatique y DEUG Mathématiques, Informatique, et Applications aux Sciences, Universidad de Nice-Sophia Antipolis, Francia (1999). abergel@dcc.uchile.cl

La agenda de un profesor investigador está esencialmente llena de tareas de administración, docencia e investigación (guiar doctorados, escribir artículos, etc.), mientras la evaluación por parte de su entidad empleadora se centra en la cantidad de publicaciones de alta calidad que el profesional realice. La mayoría del tiempo una publicación es considerada como el fin de una idea que tiene la posibilidad de proyectarse fuera de las fronteras y esta no es una concepción solamente chilena. La calidad y cantidad de publicaciones son dos métricas utilizadas en la mayoría de las universidades norteamericanas y europeas.

Cuando una investigación está madura, tiene una aplicación práctica y arroja resultados significativos en uno o más temas, los investigadores naturalmente tratan de acercarse a las empresas para tener un alcance más allá de la academia. El proceso de compartir conocimiento y la capacidad asociada entre academia y empresas es comúnmente llamado transferencia tecnológica (o transferencia de conocimiento).

Sin embargo, realizar una transferencia tecnológica necesita numerosos recursos y no solamente financiamiento. Hacer que una idea beneficie a personas u organismos



Gentileza Johan Fabry

más allá del laboratorio se confronta a muchos problemas. Por ejemplo:

- Las empresas tienen problemas muy técnicos y especializados que son de poco interés científico. Una empresa está naturalmente enfocada a resolver problemas directamente relacionados con sus clientes.
- Los prototipos de laboratorio tienen pocas características esenciales de un producto final. Tener una documentación de calidad y facilitar la experiencia del usuario son difícilmente logrados con artículos científicos. Es un importante trabajo de ingeniería, indispensable, pero que los laboratorios no pueden financiar.
- El riesgo de que al finalizar un doctorado no haya mantenimiento del prototipo. Un prototipo experimental es a menudo el resultado o validación de una experiencia hecha por un investigador y/o doctorado. Un cambio de actividad de los autores (por ejemplo, la participación en un nuevo proyecto o el término de un doctorado) es tradicionalmente asociada a la muerte del prototipo.

LA EXPERIENCIA EUROPEA

Antes de llegar a Chile trabajé como científico permanente en INRIA Lille Nord Europe, en el grupo de investigación RMoD. El tema científico de RMoD es la *remodularization* de *software* de gran tamaño para facilitar su mantenimiento. Validar este tipo de trabajo involucra *software* que presenten importantes problemas relacionados con mantenimiento y control de calidad. La mayoría de las grandes empresas europeas que desarrollan *software* adolecen de este tipo de debilidades. La razón es sencilla: 'la vida' de un programador que participa en un proyecto es en general mucho más corta que la del *software* desarrollado. Entonces hacer que el conocimiento asociado a ese *software* no se pierda cuando un ingeniero abandona el proyecto, demanda una cantidad importante de documentación, manutención y control de la evolución de su calidad. Un objetivo de RMoD es aplicar sus resultados científicos a *software* industriales. Así INRIA ofrece varios mecanismos de transferencia que juegan un rol crucial en RMoD.

En INRIA la unidad de producción científica es llamada "Equipe Projet INRIA" (EPI): un grupo coherente y cohesivo de actores, constituido esencialmente por investigadores, posdoctorados, doctorados, ingenieros y una asistente encargada principalmente de la administración. Cada EPI tiene un director quien da la orientación científica al grupo entero, mientras los investigadores trabajan juntos sobre uno o más problemas. En definitiva, las EPI estructuran el esfuerzo de investigación del INRIA.

A su vez, el INRIA cuenta con un pool de ingenieros. Y cada EPI puede postular a tener un ingeniero por uno o dos años. Su objetivo es contribuir a desarrollar un prototipo o producto.

Además de las publicaciones, el esfuerzo de hacer transferencia, vulgarizar, de colaborar internacionalmente en la producción de *software* son partes integrantes de la evaluación de una EPI. Cada EPI tiene que producir un reporte público anual llamado "Raweb". Un Raweb es un informe completo acerca de la línea de producción científica de la EPI y su estructura. También incluye los resultados obtenidos y el trabajo que a futuro se planea realizar.

Empresas que quieren desarrollar investigación pueden financiar en parte un doctorado (CIFRE). Así la agenda del estudiante estará dividida entre el INRIA y la empresa. Este tipo de colaboración permite a una compañía desarrollar una idea junto con el INRIA y una universidad. La experiencia muestra que un doctorado CIFRE obtiene un resultado más importante cuando la empresa que aporta el financiamiento destina bastante recurso a la ingeniería. El objetivo es desarrollar una idea y no hacer un trabajo ingenieril.

El INRIA tiene ocho diferentes sitios repartidos en el territorio metropolitano de Francia. Cada sitio tiene un responsable de la transferencia tecnológica, quien ofrece su ayuda a las EPI para realizar sus objetivos.

Asimismo el INRIA ofrece otros tipos de apoyo. INRIA Transfer es una incubadora asociada al INRIA; una empresa que tiene por objetivo apoyar la realización de un proyecto empresarial. Dicho apoyo va desde guiar la escritura de una propuesta de financiamiento hasta estudiar el mercado, ofrecer lugares físicos y recursos humanos. Cada sitio del INRIA además tiene un abogado que resuelve problemas relacionados con licencias, cláusulas de no divulgación, patentes, entre otros.

Sin duda la situación en Chile es bastante diferente. Las instituciones nacionales están conscientes de la importancia de apoyar y facilitar la transferencia tecnológica. La Universidad de Chile, Fondecyt y CORFO ofrecen varios mecanismos importantes. Por ejemplo, un proyecto Fondecyt permite financiar la realización de un trabajo de ingeniería. La CORFO ofrece varias líneas de financiamiento para apoyar la ejecución y comercialización de un producto desde un prototipo de investigación. Y la mayoría de las universidades chilenas tienen una incubadora asociada. Aunque efectivamente existen varias iniciativas positivas, ofrecer una real visión de transferencia tecnológica necesita nuevos esfuerzos y no solamente financiamiento.

EXPERIENCIA PERSONAL

A diferencia de la ingeniería naval o civil, la ingeniería de *software* es nueva y joven. Hace solamente 30 años que la sociedad produce y utiliza *software* de manera intensa. La rápida y sistemática evolución del *hardware*, del dominio de aplicación y lenguajes hacen que la elaboración de un sistema de gran tamaño sea un desafío permanente. Mi área de investigación se preocupa de la calidad del *software*. Con colegas del DCC y de universidades de Suiza y Francia

El camino de una idea desde un laboratorio hasta los usuarios es largo y nada fácil. Se requiere una fuerte inversión personal para establecer contactos con empresas; convencer que el resultado de una investigación vale la pena de ser considerada.

CONCLUSIÓN

Chile tiene una plaza a nivel mundial en varios temas de investigación en Computación (por ejemplo, algoritmo,

Ofrecer una real visión de transferencia tecnológica necesita nuevos esfuerzos y no solamente financiamiento.

hemos desarrollado potentes técnicas de análisis y exploraciones de *software*, en una plataforma opensource llamada Moose (<http://www.moosetechnology.org/>). El desarrollo de Moose comenzó en 1997 y después de más de 13 años ha alcanzado su madurez; ha sido utilizado en varias experiencias exitosas con empresas como Nokia (1999), Siemens AG (2006), Harman/Becker Automotive Systems GmbH (2005-2006)) y tiene una comunidad *opensource* activa con representantes de más de diez universidades de seis países: Argentina, Chile, Bélgica, Suiza, Francia, Rumania.

Desde octubre de 2009 trabajo con la incubadora Novos (<http://www.novos.cl>), asociada a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Esta incubadora de negocios me apoya en la realización dos productos sobre Moose. La experiencia de Novos complementa perfectamente mi conocimiento personal, que es más técnico y académico que de mercado.

matemática aplicada, lenguajes, ingeniería de *software*, Red). En el futuro, el país jugará un rol importante en la escena mundial del offshoring/outsourcing (de instalación de empresas/sitios de producción). Como el desarrollo alcanzado por Irlanda, Israel y Finlandia ha demostrado, apoyar la transferencia tecnológica probablemente aquí jugará un rol importante.

Cambiar costumbres y condiciones demanda esfuerzo y tiempo. Las universidades e institutos de investigación pueden favorecer esto. Por ejemplo, algunos pasos en esta dirección pueden ser: dar incentivos a las empresas para cofinanciar doctorados, otorgar mayor relevancia a la transferencia en las evaluaciones de investigación, oficializar la noción de grupo de investigación.

Convertir una idea de investigación en progreso para la sociedad es fundamental, con el fin de romper la dependencia que la economía chilena tiene de los recursos naturales y favorecer la producción de conocimiento. BITS



NIC Labs

Ciencia y transferencia de la universidad a la industria

Gentileza Alfredo Cofré E.



Tomás Barros

Profesor jornada parcial, DCC, Universidad de Chile. Ingeniero Civil en Computación, Universidad de Chile (2002). Doctor en Informática, Université de Nice-Sophia Antipolis (2005). Profesor de la Facultad de Ingeniería, Universidad Diego Portales. Director y gerente del Laboratorio de Investigación de NIC Chile, NIC Labs. tbarros@niclabs.cl

El desarrollo de la ciencia y su aplicación al sector productivo es el mejor camino para ser un país desarrollado en forma sustentable.

Tal como nos dice el Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas¹, nuestro país, a pesar de su tamaño, posee una tradición científica a nivel latinoamericano que lo sitúa en posiciones de vanguardia en términos de productividad. En Latinoamérica la productividad científica, medida por el número de artículos ISI publicados, se concentra en cuatro países. Si bien Chile se ubica en cuarto lugar en términos de

volumen, ocupa el primero en relación con los artículos generados por millón de habitantes.

Además de exhibir la mayor productividad per cápita en Latinoamérica, los artículos publicados en el país poseen el mayor índice de citaciones, lo que da cuenta del nivel de calidad de nuestra productividad científica. En conclusión, los científicos en Chile son de nivel mundial.

Por otra parte tenemos un mercado muy dinámico con algunas grandes empresas, capaces de invertir en desarrollo científico/tecnológico y una serie de instrumentos con

¹ Consejo de Rectores Universidades Chilenas. Planteamientos sobre Políticas Nacionales de Ciencia y Tecnología e Innovación. Mayo 2008.

subsidios y ventajas tributarias para realizar transferencia tecnológica. Sin embargo, la relación de los científicos chilenos con la industria no es común y los casos exitosos de transferencia tecnológica, salvo algunas excepciones, son muy escasos. En particular, la inversión privada en ciencia y tecnología es muy baja respecto de países desarrollados. ¿Qué sucede?

Al parecer hay muchos factores que podrían explicar esta situación. Uno de ellos es que si bien los instrumentos existen, estos son muy engorrosos, requieren un esfuerzo excesivo o son muy restrictivos. Dentro de mi área de desarrollo, Tecnologías de Información, (TI) quiero centrarme en un punto en particular, que de todas formas sospecho que es aplicable a otras áreas también.

En general, en la industria se valora la contribución científica y se tiene una opinión muy positiva de los científicos en Chile. Pero en cuanto a la transferencia hay varias voces que postulan que los científicos sólo manejan ideas abstractas, que no saben o no quieren llevarlas a la práctica y que, en resumen, sólo les interesa publicar artículos ISI. Al mismo tiempo, muchos científicos ven a los empresarios como personas con una visión de corto plazo, que les interesa optimizar la ganancia de manera casi inmediata por sobre los proyectos de innovación y transferencia a largo plazo. En ambos casos, hay algo de razón y no sería difícil revisar la historia para encontrar proyectos que validan esta ‘desconfianza inicial’.

Es tan fuerte esta suspicacia que en algunas ocasiones se desarrollan proyectos industria-academia donde, en el fondo, la industria no tiene ninguna expectativa de los científicos y estos se hacen los desentendidos para al final enviar un informe que justifique su participación; estas alianzas se reducen simplemente a una estrategia para conseguir fondos estatales. En otras ocasiones, las empresas más grandes financian proyectos de investigación casi como una actividad altruista, aunque con beneficios tributarios, porque es bueno para su imagen corporativa o el gerente es un ex alumno de la respectiva escuela.

Pero si queremos hacer transferencia de verdad desde la universidad a la industria debemos entonces partir por atacar esta desconfianza inicial.

LAS CODICIADAS SPIN-OFFS

Partamos entendiendo algunas causas de fondo. El científico se dedica a investigar y es excelente en eso. Sus actividades, entre otras, son resolver problemas con nuevas técnicas y conocimientos, ver problemas donde al parecer no existen, crear nuevas ramas del conocimiento, etc. Los científicos son innovadores en el saber, crean conocimiento, no bienes y servicios. La forma natural en que se les mide es mediante las publicaciones y no ha de extrañarnos entonces que las valoren por sobre los proyectos aplicados. Sumado a que sus empleadores, es decir, las universidades, los presionan fuertemente en este sentido.

Por su parte, la industria no debe equivocarse en las expectativas de un proyecto de transferencia con la universidad. Estos proyectos no generarán necesariamente un producto final para sus clientes. En la mayoría de los casos lo que se logra es una “prueba de concepto”: un prototipo que demuestra la factibilidad de aplicar las nuevas tecnologías y conocimientos. Será trabajo de otras áreas de la empresa, como desarrollo, marketing, etc., tomar estos prototipos y transformarlos en un producto comercializable. Y es aquí donde nacen las tan codiciadas *spin-offs*.

En NIC Labs, laboratorio de investigación de NIC Chile, nos esforzamos en romper esa desconfianza apostando por un nuevo rol, un nuevo perfil de investigadores e ingenieros que son capaces de entender las soluciones que propone la academia y su adecuación a problemas concretos de la industria. Personas cuyo norte no es principalmente la investigación científica ni la generación de bienes y servicios rentables, sino es la transferencia; llevar el conocimiento de la academia a una realidad tangible, demostrar que una investigación

se puede aplicar de forma útil a la industria. Pero sin desmedro de que en este proceso podamos generar nuevo conocimiento y publicaciones o nuevas oportunidades de negocios.

Sinceramos las áreas en las que somos entendidos y aquellas en las que necesitamos apoyo. Nuestro enfoque aquí ha sido generar alianzas. A fines de 2008 nos adjudicamos un estudio para la Subtel (Subsecretaría de Telecomunicaciones) que determinaría los próximos pasos para lograr la portabilidad numérica en Chile. Para realizar este trabajo unimos nuestra experiencia y conocimiento en TI con Sixbell (empresa especialista en sistemas de telefonía) y con Regulación y Mercados (especialista en regulación telefónica). Juntos construimos una planificación del trabajo a realizar, asignando claramente las labores de cada uno según su experiencia. Esto, además de permitirnos ganar la adjudicación del estudio, nos llevó a buen término y en los plazos establecidos, obteniendo además las felicitaciones de la Subtel por el trabajo realizado.

También sabemos que nuestros socios de la industria esperan un retorno; tener ideas claras sobre qué obtendrán a cambio y ojalá que sea medible. El año pasado armamos un gran proyecto de migración a IPv6 de las redes chilenas que presentamos a CORFO (Corporación de Fomento de la Producción), nuevamente generando alianza con una pequeña empresa especializada en innovación (Duam S.A.) y lo ganamos. En este proyecto logramos comprometer más de 300 millones de pesos de nuestros socios de la industria (Claro, Entel, Movistar, Telmex, VTR). Con el apoyo de la Subtel recorrimos cada uno de los proveedores de Internet para explicarles el problema: cómo les afectaba su negocio, cuáles eran las ventajas de hacer un esfuerzo conjunto y listamos punto por punto qué cosas obtendrían al sumarse al proyecto, como capacitación básica y avanzada, participación en giras tecnológicas, exposiciones, seminarios, etc. Además formamos un steering committee donde ellos tienen representación y pueden ser parte en las decisiones estratégicas del proyecto.

SUMAR ES LA CLAVE

Pero hubo un proyecto en que fallamos. Este consistió en hacer un sistema de simulación de la red de servidores DNS de NIC Chile. Si bien desde el punto de vista de la investigación logramos hacer la simulación, y ésta se comportaba de manera muy similar a la realidad en las pruebas, nunca logramos que los ingenieros de NIC tomaran en consideración la herramienta. Al mirar atrás creemos que nuestro error fundamental fue no sumar desde un principio a los ingenieros de NIC y, sobre todo, tratar de introducir una metodología nueva en vez de entender la de ellos y potenciarla con nuestras simulaciones.

Hay otros proyectos que estamos comenzando ahora que nacen de necesidades que hemos detectado en la industria y que en conversaciones con académicos les hemos encontrado soluciones. Nuestra idea es implementarlas sin interrumpir la labor investigativa del científico; transformarlas en un proyecto de transferencia.

Nos organizamos por proyectos. Cada uno tiene un ingeniero responsable encargado de planificar, identificar los recursos necesarios y velar por el cumplimiento de lo planificado. Por cierto, estas planificaciones no son rígidas y en todas las ocasiones hemos tenido que replantearlas y ajustarlas. Debemos recordar que en proyectos de transferencia se cometen errores de estimación y que las sorpresas son comunes. No podemos permitir que la planificación nos restrinja en las posibilidades. Más bien es una herramienta de apoyo que nos permite ver dónde estamos. Por supuesto siempre hay un *trade-off*; re-planificar no debe eternizar un proyecto. Y, sobre todo, debemos tener la madurez y firmeza de detenerlo cuando nuestras hipótesis iniciales resultan no ser factibles.

Además de la planificación por proyectos, usamos técnicas de desarrollos ágiles y nos juntamos regularmente todos los miembros para analizar los proyectos en forma cruzada, a intercambiar ideas y apoyar a otros según las competencias de cada uno. Un aspecto primordial es mantener la armonía con el equipo. Inculcamos constantemente la

Inculcamos constantemente la generosidad para entregar conocimiento; todas las opiniones son escuchadas y las planteamos en forma humilde y respetuosa. En nuestra organización tratamos de mantener una estructura lo más horizontal posible.

generosidad para entregar conocimiento; todas las opiniones son escuchadas y las planteamos en forma humilde y respetuosa. En nuestra organización tratamos de mantener una estructura lo más horizontal posible.

Todos los casos no habrían sido posible si no contáramos con un financiamiento basal por parte de NIC Chile. Cada año el Laboratorio presenta un plan de actividades a su Dirección y solicita presupuesto (que generalmente representa un tercio del presupuesto total anual del Laboratorio). A cambio de este aporte, en NIC Lab realizamos las actividades de investigación aplicada que requiere NIC Chile (como los estudios sobre DNSSEC). También nos permite mantener un staff estable de ingenieros que nos posibilitan armar y ejecutar otros proyectos con financiamiento externo.

En resumen, de acuerdo a nuestra experiencia, la transferencia se logra gracias a una suma de factores:

- Una misión clara de transferencia, que no imposibilita ni descarta la investigación, pero que permite poner los incentivos correctos.
- Responsabilidad y claridad en los plazos y entrega de resultados hacia los clientes.
- Formación de alianzas para enfrentar los proyectos con expertos no pertenecientes a la academia.

- Financiamiento basal que permita tener un staff estable.

He querido compartir nuestra experiencia en proyectos de transferencia. Pero tenemos mucho camino que recorrer; nuestra interacción con los académicos aún es pobre, debiese transformarse en una instancia regular de intercambio de ideas. En otro ámbito, con ENTEL PCS estamos explorando una alianza a largo plazo para constituirnos como su prestador de servicios de I+D. En particular, en esta alianza estamos proponiendo que ingenieros de ENTEL pasen parte de su jornada en el Laboratorio, así como ingenieros nuestros hagan lo mismo en las oficinas de la empresa. Creemos que esta fórmula, muy utilizada en países como Alemania o Estados Unidos, nos abrirá caminos aún insospechados de colaboración conjunta. También deseamos probar una metodología que nos permita tener rotación de personas entre proyectos, para mantener la motivación y aumentar el aprendizaje. En este sentido estamos recopilando la opinión de todos los integrantes. Como siempre, lo más importante es el equipo en su conjunto. BITS

Política pública en TI

¿Cuál es la institucionalidad que necesitamos?

Gentileza Alfredo Cofré E.



Alejandro Barros

Magíster en Ciencias mención Computación, Universidad de Chile.
Presidente Ejecutivo de Enable.
Ex-secretario Ejecutivo de Estrategia Digital, 2007-2008. Consultor internacional especializado en planificación estratégica tecnológica, políticas tecnológicas, gobierno electrónico, compras públicas e introducción de tecnologías en procesos de negocio.
www.alejandrobarrros.cl

Hace algunas semanas Pablo Barceló me invitó a escribir en esta Revista. Invitación que agradezco y me honra profundamente, ya que tengo un gran cariño por “la Escuela” (de Ingeniería y Ciencias, de la Universidad de Chile) y en particular por el DCC. Además que a partir de este año vuelvo a la academia en calidad de asociado al Centro de Sistemas Públicos, dependiente del Departamento de Ingeniería Industrial.

En mi paso por la Escuela, hace ya bastante tiempo, fui más bien de los alumnos “metidos en política”. El aprendizaje durante ese tiempo fue muy grande y la utopía en la cual muchos creíamos, luchar por el retorno a la democracia y derrocar a la dictadura, nos marcó profundamente.

Una de las cosas que aprendí fue la importancia de las políticas públicas y en particular el rol que tienen que jugar las Tecnologías de Información (TI), en el desarrollo del país. Recuerdo cómo un grupo de muchachos idealistas, varios de ellos emblemáticos alumnos de la Escuela, logramos ganar las elecciones de la FECH (Federación de Estudiantes de la Universidad de Chile), luego de que ésta estuviera más

de 15 años en poder de los gremialistas. Pues bien, el primer sistema de recuento de elecciones utilizado en esa ocasión fue un pequeño computador personal Osborne, con la impresionante cantidad de 64 kbytes de memoria, sistema operativo CPM y desarrollado en DBase I.

En esos tiempos, muchos de los que trabajábamos en estas áreas teníamos la percepción de que las tecnologías ayudarían a dar el salto al desarrollo de nuestro país. Pero esa mirada no era del todo compartida por parte de economistas y cientistas políticos; los principales diseñadores de las políticas públicas en Chile.

Hoy, si bien quedan algunos duros de cabeza en centros de estudios y en el Ministerio de Hacienda, ya existe bastante consenso de que las TI son fundamentales para el desarrollo social, económico y político de los países.

El mismísimo Banco Mundial ha declarado que por cada diez por ciento de incremento de acceso a la banda ancha, la economía (PIB) de un país emergente, como el nuestro, se incrementa entre 1 y 1.5 puntos porcentuales¹.

¹ <http://www.alejandrobarrros.com/content/view/683241/La-Banda-Ancha-Afecta-directamente-el-PIB-per-capita.html>

Los aportes que las TI hacen al desarrollo son muchos. Pero el que más me gusta, ya que me ‘tocó’ directamente (me voy a permitir ‘chochar’ un poco), es la ayuda que otorga al emprendimiento y promoción social. Un ejemplo claro es el impacto de Chilecompra² en las micro, pequeñas y medianas empresas³. Cuando este sistema partió, sus principales detractores eran los directivos de asociaciones gremiales (Conapyme y otros). Su argumento era que afectaría negativamente a dichas empresas³. En tanto, en el grupo que defendíamos la instalación del sistema sólo teníamos la intuición para respaldar la iniciativa. Pero la lógica y los paradigmas decían lo contrario: para ofertarle al Estado se iba a requerir un computador y conexión a Internet, las pequeñas empresas no lo tienen y por lo tanto las únicas empresas que podrán venderle al Estado serán las grandes. Este era el argumento que se usaba con una lógica impecable. Bueno, ya varios años después, y con el sistema operando en régimen, se ha demostrado justamente lo contrario: la participación de las pequeñas y medianas empresas en las compras públicas es de un 37 por ciento del monto transado. Eso es más del doble de la participación de la PyME en la economía nacional. Conclusión: Chilecompra y las TI han logrado democratizar económicamente las compras públicas. Su uso tuvo un efecto que con otras políticas públicas habría sido muy difícil lograr.

TAREAS PENDIENTES

Pero no sólo se trata de efectos asociados a temas económicos. El uso de las TI en procesos de alfabetización e inclusión digital, como los que ha logrado Biblioredes⁴ (Premio

Stockholm Challenge 2006⁵), habilitando a la población en competencias digitales, muestran ya un gran impacto en la generación de contenidos locales. Hoy existen más de ocho mil sitios con contenidos locales a lo largo del país⁶.

Los ejemplos anteriores muestran lo que se puede lograr para mejorar las vidas de nuestros conciudadanos.

Si bien hemos avanzado mucho en estos años, nos quedan diversas áreas por resolver. Los principales desafíos de la política pública de desarrollo digital al día de hoy, las planteo en dos interrogantes.

¿Cuál es la institucionalidad que nuestro país requiere?⁷ ¿Cómo conectamos al siguiente millón de hogares a Internet?

Propongo respuestas a las preguntas planteadas: nuestro país merece una institucionalidad adecuada para promover el Desarrollo Digital. Hemos intentado diferentes modelos: Comité de Modernización del Estado, Subsecretario de Economía con un rol de CIO y finalmente un Comité de Ministros. Estos modelos han tenido aciertos y fracasos. Pero lo común en todos ellos es su carácter temporal; establecido mediante decretos y/o instrucciones presidenciales.

Debemos ponernos los pantalones largos en esta materia y contar con una institucionalidad permanente en el poder ejecutivo, que lidere y ejecute políticas públicas en materia digital.

En mi opinión, un modelo adecuado es una subsecretaría que asuma los temas de tecnologías de información, residentes hoy en Estrategia Digital⁸, y los de telecomunicaciones, residentes en la Subtel⁹. Dicha Subsecretaría debiera depender del Ministro de Economía.

Las funciones regulatorias del mercado de las telecomunicaciones deben ser asumidos por una superintendencia como ocurre con todos los otros servicios básicos (luz, agua y gas). Y terminar con este modelo esquizofrénico en que el rol de promoción y regulación está en una misma institución.

Todos los países han identificado como elemento central para su desarrollo digital las tasas de conectividad y, en general, el nivel de acceso a la Red. Hoy en Chile tenemos cerca de dos millones de hogares conectados¹⁰ a la Web, lo que nos deja más 2.5 millones de familias no conectadas por múltiples razones: cobertura, interés¹¹, pero fundamentalmente por costos. Si bien los precios de acceso han bajado en los últimos años, para las familias de escasos recursos siguen siendo muy altos.

Existe un gran consenso en que debemos realizar esfuerzos como país para incorporar a estas familias. El diagnóstico es bastante unánime y las diferencias comienzan en cómo se resuelve el problema. Durante la campaña presidencial recién pasada, en la cual me tocó trabajar estos temas al alero de Océanos Azules¹², escuché como parte del programa de Sebastián Piñera una propuesta de subsidio a la demanda por 300 millones de dólares anuales. En mi opinión, la solución para aumentar la penetración va más bien por el lado de la oferta y de acotar los subsidios a la demanda al mínimo. Lo anterior se puede concluir al analizar las experiencias de los países más conectados de la OCDE¹³. Estos están estableciendo planes muy agresivos de subsidio a la inversión por parte del Estado para promover el despliegue de nuevas redes, ya sea participando directamente como socio o bien entregando subsidios. Lo anterior lo complementan con modelos operacionales que promuevan la competencia entre proveedores, del tipo *open access* como sucede en Australia.

Es de esperar que logremos los consensos políticos y técnicos para tomar el toro por los cuernos, resolvamos los temas planteados y nos adentremos al siglo veintiuno con una institucionalidad fuerte en esta materia. Y que todos nuestros compatriotas puedan gozar de los beneficios de la conectividad, herramienta que les será de mucha utilidad para acceder a mejores servicios, educación y promoción social. BITS

2 Hoy denominado Mercado Público www.mercadopublico.cl

3 Recuerdo un dirigente gremial que denominaba a Chilecompra como Santiagovende, ya que este sistema, en su opinión, sólo privilegiaría a las grandes corporaciones y además de Santiago.

4 www.biblioredes.org

5 Suerte de campeonato mundial de iniciativas TI a nivel mundial, ver premio a Biblioredes en: <http://www.stockholmchallenge.org/project/data/biblioredesnosotros-en-internet-us-internet-window-local-culture>

6 www.contenidoslocales.cl

7 Entrevista a Alejandro Barros en PolisDigital www.polisdigital.cl

8 Institucionalidad establecida mediante Decreto Presidencial del año 2006. Define un Comité de Ministros – Estrategia Digital, cuya secretaría ejecutiva reside en el Ministerio de Economía.

9 Subsecretaría de Telecomunicaciones dependiente del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

10 9,7% de la población conectada, 36% de los hogares a diciembre de 2009.

11 Estudio desarrollado por la Universidad Alberto Hurtado, mostró que cerca de 800.000 hogares no tienen interés en conectarse.

12 Organización Ciudadana www.oceanosazules.org que trabajó los contenidos programáticos del candidato presidencial Eduardo Frei.

13 Para mayores antecedentes recomiendo analizar informe Berkman sobre conectividad: http://cyber.law.harvard.edu/publications/2010/Next_Generation_Connectivity

TICs en Contraloría General de la República

uno de los ejes principales en el reforzamiento de la gestión institucional

El notable avance de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) en el mundo impacta en la vida diaria de la ciudadanía y las organizaciones, tanto públicas como privadas. La incorporación masiva de Internet entrega una gran oportunidad para el intercambio fluido de datos, información o conocimiento.

Las instituciones del Estado han incorporado estas nuevas tecnologías con el propósito de mejorar el cumplimiento de sus funciones, encontrándose en distintas etapas de madurez en este ámbito.

En este contexto, la Contraloría General de la República (CGR) en 2007 inició un proceso de reforzamiento de la gestión institucional, que entre sus prioridades contempló el desarrollo e implantación de sistemas de información que respondieran a procesos estándares con una visión nacional. Para tales efectos se consideraron, entre otras líneas de acción, los trabajos realizados en el proyecto de modernización institucional

(PMI), iniciado en marzo de 2002, el cual entregó definiciones en algunas áreas, diagnósticos en otras, y generó las bases para una nueva plataforma de TIC, definida en uno de sus componentes denominado Plan Maestro de Tecnologías de Información (PMTI, septiembre de 2002).

El nuevo enfoque, marcado por la llegada de un nuevo Contralor General proveniente del mundo privado (abril de 2007), puso énfasis en acelerar los procesos en curso, actualizando los diagnósticos existentes y creando nuevos sistemas necesarios para una buena gestión. En esto el liderazgo de la nueva autoridad, en la decisión de llevar adelante y concretar estas tareas, fue de vital importancia, dado que estos procesos cuentan siempre con un marcado rechazo inicial por parte de los usuarios, producto del "temor al cambio".

Con el objetivo de poner a disposición de la ciudadanía la información pública, en cumplimiento de la Ley N° 20.285, sobre



Luis Lara Plaza

Jefe del Centro de Informática,
Contraloría General de la República.
Magíster en Tecnologías de Información
y Gestión, Pontificia Universidad
Católica de Chile; Ingeniero Civil
Industrial, Universidad de Atacama;
Ingeniero en Computación e
Informática, Universidad de Santiago
de Chile; Diplomado en Sistemas de
Información, Jica Japón, Diplomado
en Gestión Empresarial y Evaluación de
Proyectos.

Acceso a la Información, se definió como un importante canal de comunicación el sitio Web institucional, que canalizó en forma incremental los productos y servicios que cada área liberaba, quintuplicando la cantidad de visitantes en el período 2007-2010, tal como lo indica la Figura 1.

Como una forma de explicar el desarrollo de las TIC en la CGR en los últimos diez años, y su proyección en el tiempo, presentamos este proceso enmarcado en tres etapas conceptuales. Este modelo es sólo para ilustrar al lector, ya que algunos proyectos se superponen o parten antes o después de lo indicado. La primera etapa radicada en lo que se hizo en el denominado PMTI, que correspondió a uno de los componentes del Proyecto de Modernización Institucional (PMI); la segunda etapa abarca lo desarrollado durante el período de Reforzamiento de la Gestión; luego dejamos enunciada la proyección de la tercera etapa vinculada con la Interoperabilidad de Sistemas. Todo, en la Figura 2.

ESTRATEGIA DE DESARROLLO DE LAS TI

La primera etapa (2002-2007) se enmarca dentro del proyecto PMI de la CGR, el que concentró sus esfuerzos en distintos componentes asociados a sus funciones principales. Es decir, a realizar estudios de procesos en las funciones jurídica, de

control externo (auditoría e investigaciones especiales), contable y en la gestión interna. Dichos estudios entregaron básicamente diagnósticos, propuestas de nuevos procesos y diseños iniciales de sistemas de información. Así también, en el PMTI se realizaron definiciones de los nuevos estándares de la plataforma de TI, tales como: trabajo en una arquitectura orientada a los servicios (SOA), desarrollo en ambiente JAVA e implementación de altos niveles de seguridad, autenticación y autorización de usuarios e implementación de la primera sala de procesos basado en estas definiciones.

La segunda etapa (año 2007) puso énfasis en la implementación e implantación de sistemas de información en las principales áreas del organismo de control. Se comenzó en forma gradual con la puesta en marcha del sistema encargado de la tramitación de documentos en materias jurídicas, de toma de razón y registro, con excepción de los temas de personal del Estado y manejo de las presentaciones como denuncias y consultas que particulares realizan en la CGR, denominado Sistradoc. Este sistema cambió la forma de ejecutar las tareas en la institución, es decir, estandarizó los procesos a nivel nacional, por lo que tuvo un rechazo inicial al alterar la forma en que realizaban habitualmente dichas tareas. Anterior a él, se realizaba el estudio y posteriormente se ingresaban los datos. Pero a partir del nuevo sistema se adoptó el concepto de “trabajo en línea”, lo que permitió contar con una

gran base de gestión y conocimiento y una vista global de todo el organismo para la toma de decisiones en este ámbito.

Sistradoc marcó un hito en materia de TIC en la CGR. Al cabo de dos años comenzó a operar en el nivel central y en todas las contralorías regionales. Este proceso significó una fuerte inversión en capacitación del personal, tanto en el sistema mismo como en el uso del ambiente computacional, entre otros temas, ya que en ese entonces el personal en su mayoría no estaba conformado por “nativos informáticos”. La participación de todos los estamentos de funcionarios en la puesta en marcha es un hecho destacable y un factor crítico para el éxito en este tipo de proyectos. Sin el involucramiento de los cuadros directivos, profesionales, técnicos y administrativos, la etapa de puesta en marcha y operación del sistema habría sido mucho más difícil.

SISTEMAS SICA Y SIAPER

Luego de esta experiencia, en el año 2009, en el ámbito del proceso de Control Externo se puso en producción el Sica Informático: sistema que gestiona la planificación, programación, ejecución y seguimiento de las auditorías e investigaciones especiales. En primera instancia se realizaron auditorías “pilotos” y se definió incorporar el 25 por ciento de todos los trabajos en 2010. Teniendo en carpeta completar el 100 por ciento el próximo año, este sistema integra todos los módulos con un enfoque

Figura 1

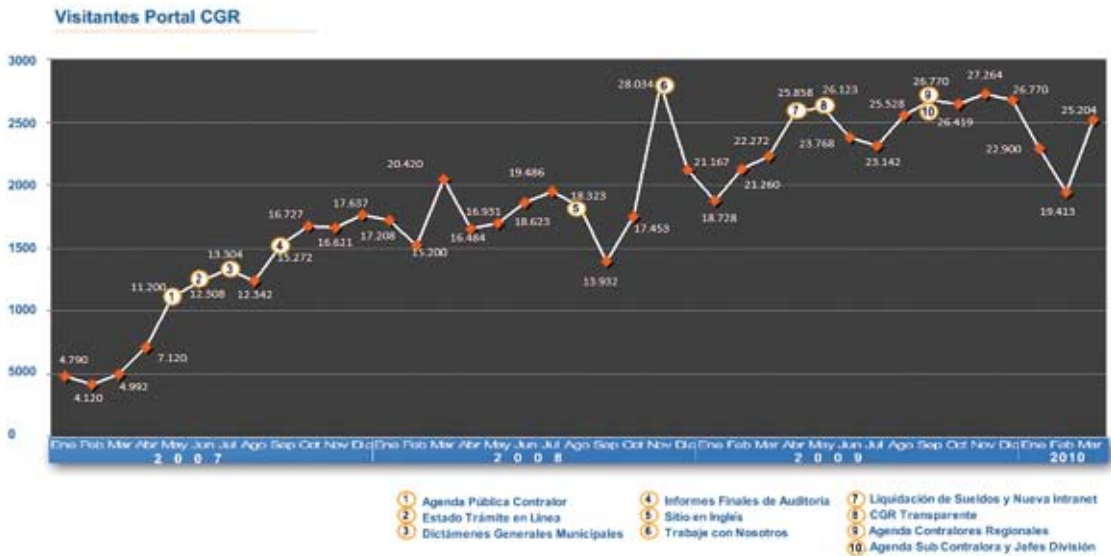
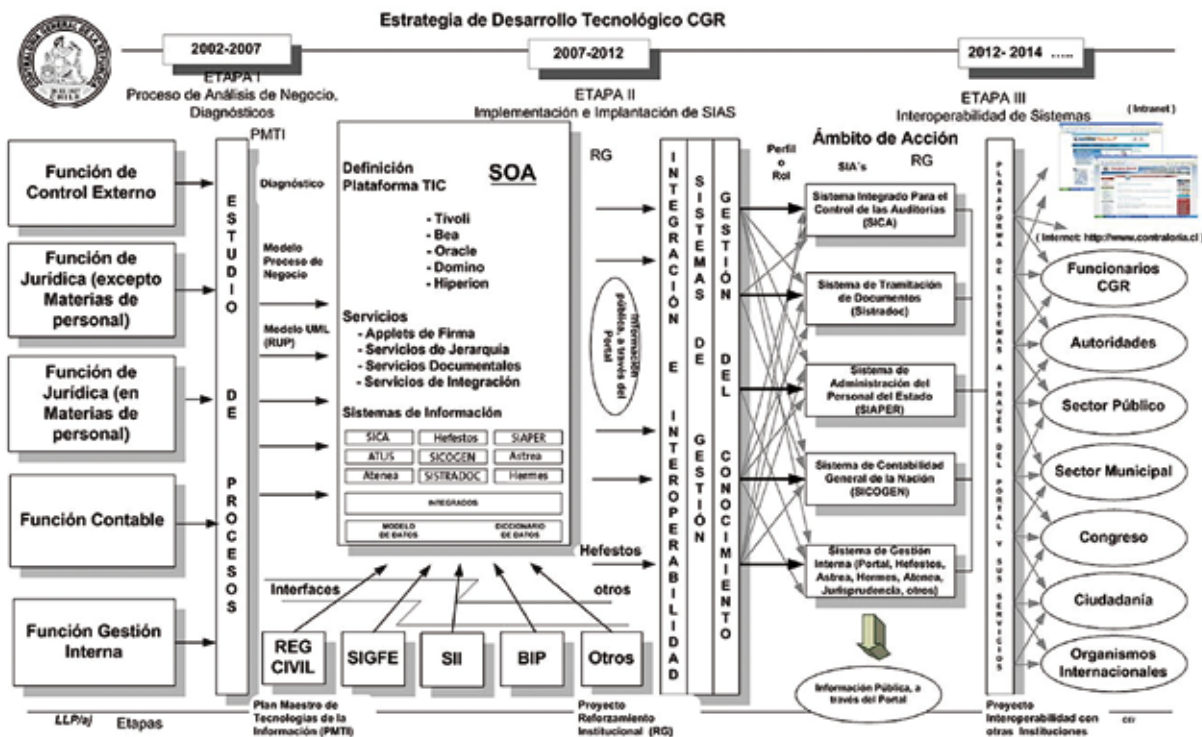


Figura 2



de "riesgos". Asimismo permite tener el historial de las auditorías por organismo del Estado, hacer el seguimiento de las observaciones que los auditores realizan en sus trabajos de terreno, además de realizar un control de gestión de alto nivel, entre otras funcionalidades. Sin duda, éste será el ambiente de trabajo de toda la función de auditoría en los años venideros.

En materias jurídicas de personal del Estado, en 2009 se inició la marcha blanca del sistema denominado Siaper, que además de su desarrollo contempló la migración de bases DL1, de más de 25 años de funcionamiento, a la nueva plataforma, con más de 15 millones de trámites. Este sistema maneja todos los actos administrativos que llegan a la CGR para su toma de razón o registro vinculados con materias del personal, tales como nombramientos, ceses, cauciones, destinaciones, entre otros. La siguiente versión del Siaper contendrá la Toma de Razón Electrónica: funcionalidad que permitirá a los servicios, a través de una serie de reglas de negocios contenidas en catálogos previamente diseñados e

incorporados al sistema, realizar el proceso de toma de razón de dichas materias, en forma automática y ambiente Web desde sus lugares de trabajo. Esto significará un gran ahorro de recursos y una notable mejora en los tiempos de respuesta, convirtiéndose en un aporte de valor significativo en el proceso de modernización del Estado.

Tanto en el sistema Sica como en el Siaper se incorporó la tecnología datawarehouse, para realizar estudios y entregar reportes de gestión en sus respectivas materias.

Además de los sistemas mencionados se desarrollaron otros descritos más adelante. Es importante destacar como una "buena práctica" la definición previa de los estándares aplicados, en nuestro caso, de todos los desarrollos llevados a cabo, lo que representa un importante activo tecnológico pues permitió enfrentar de mejor forma la siguiente etapa: de interoperabilidad con Sistemas de otras instituciones. Ver Figura 3.

La segunda etapa también ha dado un fuerte impulso al gobierno electrónico, ya que

consolidó la definición de los esquemas XML reconocidos por el Ministerio de Economía (2009). Todo documento que requiera el trámite de toma de razón debe pasar por nuestro Organismo, por lo que haber definido el estándar para los documentos tipo Resolución y Decreto electrónico fue un importante avance para toda la agenda digital del país.

Los organismos que comenzaron previamente con este tipo de proyectos tienen que realizar homologaciones en los casos que sus estándares sean contrapuestos. Existen algunos ejemplos de actos administrativos que cruzan a más de una institución para su total tramitación, como es el caso de los servicios, la CGR y el Diario Oficial, en aquellos decretos o resoluciones que requieran la toma de razón y la publicación en éste último, como se representa en la Figura 4. Con la creación del Administrador de Esquemas y Metadatos del Ministerio de Economía se espera que la coordinación en estas materias mejore. Los equipos técnicos de CGR ya han hecho observaciones en este sentido.

Figura 3



LA INTEROPERABILIDAD DE LOS SISTEMAS

La tercera etapa considera la interoperabilidad de los sistemas de CGR con otros sistemas del Estado. Para esto es de vital importancia contar con definiciones claras, tanto a nivel tecnológico como de procesos. En este período se requiere obtener un catálogo técnico de los “Sistemas Nacionales” en producción, aportado por cada organismo, y la publicación de los servicios Web (Web services) que permiten que los sistemas intercambien la información en línea, de acuerdo a sus requerimientos. Así, se espera como ejemplo que los sistemas nacional de facturas electrónicas del SII, de compras de ChileCompra, del Registro Civil o de Personal del Estado de la CGR intercambien en forma instantánea la información solicitada, manteniendo la vigencia, integridad y seguridad en cada una de sus plataformas. Como la mayoría de las instituciones nombradas tienen un buen desarrollo tecnológico, si se cuenta con una regulación adecuada esta etapa

puede ser de gran aporte para el ciudadano y las instituciones, traduciéndose en un importante ahorro para el país en materia de desarrollo informático. A esto se suma la posibilidad de compartir los servicios Web con toda la administración, tanto central como municipal, produciendo economías de escala que generarán un aporte central en estas materias. En este sentido ya se han

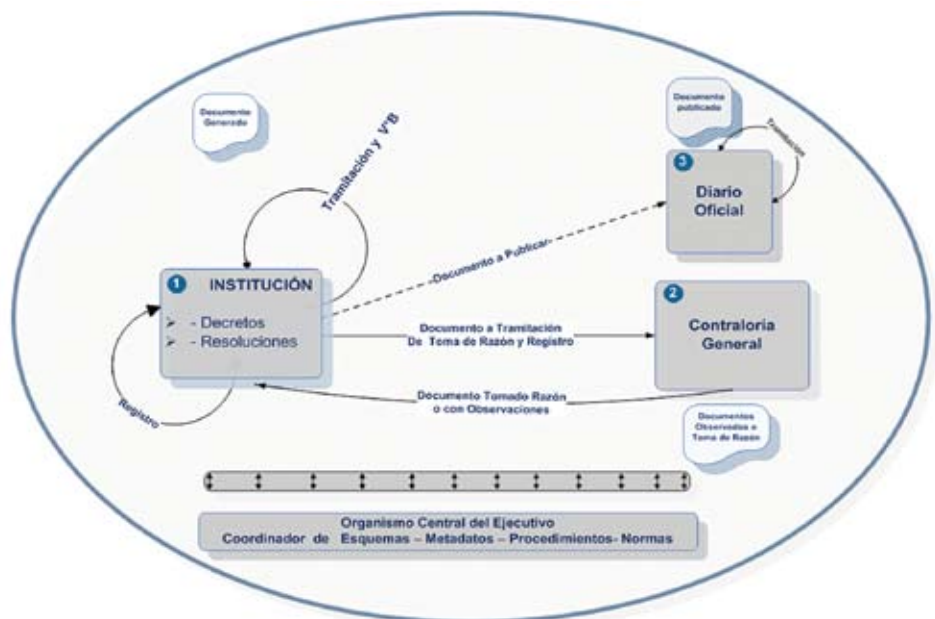
realizado algunas experiencias “piloto”, por lo que se espera que en el año 2012 esté en plena operación.

Estos pasos que la CGR ha dado se incrementarán en la medida que sus sistemas comiencen a operar en forma masiva y requieran de la información de otros sistemas de la administración central o municipal, quedando operativos en unos años más como un proceso de intercambio de información en línea (interoperabilidad) de los distintos organismos del Estado, de acuerdo a las necesidades, privilegios y autorizaciones que se acuerden. Esto es un cambio mayor que incluye temas de desarrollo organizacional, cambios culturales, capacitación y muchos otros, que requerirán de una fuerte coordinación entre los organismos pertinentes. Pero sin duda significará un aporte a todas las instituciones y a la ciudadanía, pudiendo acceder a través de los sitios Web a distintos servicios del Estado que estarán interoperando entre sí. Un gran desafío.

CONCLUSIÓN

La Contraloría General de la República ha puesto como uno de sus ejes principales en el proceso de reforzamiento de su gestión institucional el uso intensivo de las TI, con el fin de dotar a sus funcionarios y a

Figura 4



la ciudadanía, de modernos sistemas de información que permitan acceder a datos e información de calidad, oportuna y precisa. Esto se ha logrado con el involucramiento y liderazgo de sus máximas autoridades y la participación de todos los cuadros directivos, profesionales, técnicos y administrativos. Proyectos como éste requieren de una gran inversión en capacitación y fuerte compromiso institucional, ya que cambian la forma de realizar las tareas, por lo que las materias de desarrollo organizacional y cambio cultural alcanzan una relevancia máxima.

La puesta en marcha de estos proyectos es una etapa muy crítica, requiere el reforzamiento continuo institucional y una planificación seria de actividades y tiempos. En la medida en que los usuarios se involucran aparecen nuevos requerimientos, los que deben manejarse con un cuidado extremo, para que no paralicen la entrada en operación del nuevo sistema. Existe una etapa de madurez conjunta de los equipos de trabajo, reflejada en las distintas versiones de cada sistema.

Pensar que estos proyectos son sólo informáticos es un grave error; están dirigidos al corazón de la organización, por lo que la inclusión de todos los estamentos profesionales, la definición previa de los nuevos procesos, el apoyo de las jefaturas y la capacitación continua permiten tener una mayor probabilidad de éxito.

Sistemas de información nacionales

• Portal Institucional

Contraloría puso a disposición de la ciudadanía y entidades del Estado este acceso simple y expedito a través de Internet, con el objetivo de apoyar la labor de información y difusión que tiene el organismo. Toda la información que aparece en la cara principal es pública. Y

para la el uso de sistemas propietarios está dotado con conexión tipo SSO, destinado tanto a los usuarios de la CGR, a través de Intranet, como a los usuarios externos, mediante la Extranet.

• Sistema Integrado para el Control de Auditorías (SICA)

Es el sistema computacional responsable de la planificación, programación y ejecución de trabajos de fiscalización tales como auditorías, investigaciones especiales y sumarios, así como el registro de las denuncias en línea y el control de gestión de dichas actividades. Este es uno de los grandes avances y ha contado con el apoyo fundamental de las divisiones de Control Externo para su proceso de implantación.

• Sistema de Tramitación de Documentos (SISTRADOC)

Es el sistema computacional responsable de la gestión de los documentos recibidos por la Oficina General de Partes desde los distintos servicios, tramitados por la Contraloría en la función Jurídica y otras funciones para las referencias. A través del paradigma de la administración de procesos, o Workflow, contiene en sus flujos las opciones para tramitar documentos electrónicos contemplando los esquemas XML, todos basados en la ley 19.799.

• Sistema de Información del Personal de la Administración del Estado (SIAPER)

Busca apoyar los procesos operativos relacionados con el manejo y gestión del personal que presta algún servicio en la administración del Estado, tales como: emisión de actos administrativos; recepción y estudio de estos; toma de razón y registro de actos administrativos, generación de información de gestión. Este sistema se encuentra en funcionamiento en su primera etapa, que corresponde a

la implantación del sistema Web. Pero está en carpeta derivar hacia una toma de razón automática, que significará un gran avance en los tiempos de tramitación.

• Sistema de Gestión y Control de las Obras Públicas - Cariatide

Sistema de cobertura nacional, que permite hacer seguimiento y registro de las etapas presentes en el ciclo de vida de contratos de ejecución de obra pública, consultoría o concesiones.

• Sistema de Personal - Hefestos


Sistema que apoya la gestión de la información del personal de CGR. Permite tener acceso a la información de manera rápida y ordenada, optimizando el control y apoyando el proceso de toma de decisiones.

• Sistema de Registro y Seguimiento de Denuncias Relacionadas a Probidad (ATENEA)

El objetivo del Sistema es conocer el estado de tramitación de las denuncias relacionadas con probidad, tanto al interior de la institución como cuando son atendidas por otros servicios, el procedimiento administrativo que se originó, el funcionario a cargo de la investigación, el resultado del procedimiento administrativo, la materia denunciada, etc.

• Sistema de Registro Electrónico de Documentos (HERMES)

Sistema de registro electrónico de documentos (Declaración de Patrimonio e Intereses, Condenas y Ley 20.000). Este sistema, a partir del año 2010, permitirá a los funcionarios del Estado declarar directo en la Web su Patrimonio e Intereses, una vez que sean modificados algunos aspectos legales. BITS



Chile y la informática educativa

Gentileza Alfredo Cofré E.

CONTEXTO

Para nadie es un descubrimiento que el mundo está cambiando a una velocidad que a todos nos sorprende. Vivimos tiempos de grandes transformaciones sociales y tecnológicas que modifican de manera profunda las relaciones humanas. El acceso y producción de conocimiento pasan a ser los motores del desarrollo. La circularidad de la tierra es desafiada por un periodista que salta a la fama al declarar que la revolución de la conectividad ha achicado y aplanado nuestro mundo (Friedman, 2005). Las democracias se enriquecen, las personas inician una nueva fase de participación y control social y activismo a través de las redes sociales, blogs y cualquier mecanismo que les permita organizarse y difundir sus proyectos; se está conformando el cyber-ciudadano. La tecnología digital se hace presente en todas las áreas de actividad y colabora con los cambios que se producen en el trabajo, la familia y la educación, entre otros.



Didier de Saint Pierre

*Profesor jornada parcial, DCC, Universidad de Chile. Ingeniero Civil en Computación, con postítulo en Planificación Estratégica y Control de Gestión, Universidad de Chile. Socio y Director de Consultoría de NavigoGroup S.A. Director del Centro de Educación y Tecnología - Enlaces, Ministerio de Educación (2006-2009); Asesor del Ministerio de Salud en la construcción de la Agenda Digital del sector (2004-2005); Gerente Corporativo de TI, Codelco Central (2000-2003).
ddesaint@navigogroup.cl*

Nuestras sociedades viven transformaciones sólo comparables a los saltos que dimos con la invención de la escritura o de la imprenta. El nuevo orden que se instala está generando sobreabundancia de información así como una gran incertidumbre acerca del futuro.

Por otra parte, la alta exposición de las nuevas generaciones a la tecnología pareciera estar afectando sus destrezas cognitivas. En efecto, se trata de generaciones que no han conocido la vida sin Internet y para las cuales las tecnologías digitales son mediadoras de gran parte de sus experiencias con el mundo y su entorno social. Una generación que al término de su escolaridad ya posee miles de horas de videojuegos, muchos miles de mails mandados y recibidos, otras tantas horas de uso de celular, chat y exposición a la TV; una TV que es también cada vez más digital (Prensky, 2001). Esta generación, que como consecuencia de lo anterior, ha desarrollado algunas destrezas distintivas: absorbe gran cantidad de información fuera de la escuela[1], toma decisiones muy rápido y está acostumbrada a obtener respuestas casi instantáneas frente a sus acciones, tiene una sorprendente capacidad

[1] Usamos el término escuela para referirnos tanto a establecimientos de educación primaria como secundaria.

de procesamiento paralelo, altamente multimedial y, al parecer, aprende de manera diferente (OECD-CERI, 2006).

El rol de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) en la configuración de este nuevo orden es de tal importancia (forman parte del ADN de la sociedad actual), que pensar en ellas como simples herramientas para seguir haciendo más de lo mismo puede llevar a una lectura trivial e incompleta de su protagonismo en los cambios actuales.

Si coincidimos en que una de las tareas (no la única) de la educación es preparar a las nuevas generaciones para desempeñarse exitosamente en la sociedad que habitarán, podemos suponer que los fenómenos descritos ejercen una enorme presión sobre los sistemas educacionales que tienen grandes dificultades para adaptarse a los cambios.

Por tanto, hablar de informática educativa (IE)[2] es hablar del impacto que dichos fenómenos tienen en la educación; es hablar de educación con tecnología y para un mundo digital. El diseño de políticas públicas en educación no puede seguir eludiendo esta realidad. Por el contrario, debe hacerse cargo de ella, integrar esta dimensión al ya complejo entramado de la educación.

Hablar de IE es también hablar de equidad. En efecto, la única forma de superar la brecha digital que tiene una componente de acceso y otra más grave, de tipo funcional, es que las escuelas jueguen un rol fundamental en el desarrollo de competencias digitales, informacionales y comunicacionales por parte de un segmento importante de la población, especialmente de niños, jóvenes y maestros.

LA IE EN CHILE

En Chile la conversación sobre informática educativa se inicia a comienzos de los '90, junto con la Reforma de la Educación. El proyecto Enlaces nace el '92, en los inicios de Internet, primero como un piloto, para entender más acerca de esta unión entre educación y tecnología. Luego se expande de manera sistemática hasta llegar a 2006, a una cobertura superior al 90 por ciento de la matrícula. El modelo es simple y efectivo: cada escuela que se incorpora a la "red Enlaces" habilita un laboratorio de computación, se compromete a capacitar a sus docentes y a destinar a un profesor como coordinador del laboratorio de computación. Recibe a cambio una cantidad de computadores en función del tamaño

de la escuela, formación para los docentes, soporte técnico y pedagógico brindado por una red de universidades asociadas a Enlaces, y el derecho a postular a una serie de beneficios anuales (p.e., a un subsidio para la conectividad, software educativo etc.).

Catorce años después, los resultados son altamente favorables. La última Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN 2006), nos muestra que más del 60 por ciento de los jóvenes de escasos recursos tiene acceso a las nuevas tecnologías desde la escuela, es decir, éste es el principal espacio de inclusión digital, y por ende, el primer objetivo de la política se ha cumplido. Algo similar ocurre con la alfabetización digital de los docentes.

Otro de los cambios importantes ocurridos en el período se refiere al de la percepción del rol que la tecnología puede desempeñar

Figura 1

Porcentaje de profesores que indican un cambio favorable en el desempeño de los estudiantes a partir del uso de tecnología en la enseñanza. Resultados para Chile.

Conocimiento de la asignatura	86
Habilidades TICs	84
Motivación a aprender	91
Capacidad para aprender al propio ritmo	77
Habilidades de comunicación	75
Habilidades para el manejo de información	91
Habilidades colaborativas	77
Aprendizaje autodirigido	75
Resolución de problemas	74
Brecha de logro	50
Autoestima	86

Fuente: SITES 2006

en la educación. Durante la década de los '90, introducir la informática en las escuelas requería un arduo trabajo de seducción, casi de evangelización de la comunidad. La porfía de la red Enlaces, sumada a la creciente evidencia nacional e internacional disponible, han mejorado la percepción de la ciudadanía (padres y profesores) así como de los tomadores de decisiones (Ministerio de Educación, de Hacienda, parlamentarios, etc.) respecto de la importancia de la IE.

Otro resultado posible de observar, pero que aún no ha sido medido por la falta de sistemas de evaluación adecuados, es el desarrollo de nuevas competencias por parte de los alumnos (denominadas por algunos como "competencias del siglo 21"), y que son producto de la exposición de los chicos

y chicas a la tecnología. Los sistemas de evaluación estandarizados de los países no miden estas competencias; no obstante ello, algunas pruebas internacionales nos entregan evidencia. Por ejemplo, un alto porcentaje de los profesores de matemáticas y ciencias participantes en el estudio internacional SITES 2006 indicaron cambios favorables en el desempeño de sus estudiantes a partir del uso de las tecnologías en la enseñanza, en dominios relacionados con las denominadas competencias del siglo 21. (Figura 1)

LA NUEVA REFORMA DE LA EDUCACIÓN

2006 es un año muy especial para la educación en Chile: en un hecho inédito desde la recuperación de la democracia, los estudiantes secundarios salen masivamente a las calles reclamando por mejor educación. La "revuelta de los pingüinos" desencadena una nueva Reforma que pone en el centro de las preocupaciones y de la agenda la calidad de la educación. En efecto, es consenso que así como la Reforma de los '90 logró aumentar de manera significativa la cobertura escolar, que a 2006 ya es casi universal (el 95 por ciento de la población en edad de educación secundaria se encuentra matriculada en el sistema escolar), se requiere pasar a una siguiente fase. Como suele ocurrir, el logro de una meta abre nuevos desafíos de orden superior: en este caso, hizo más visible la segmentación (existencia de una oferta educativa diferenciada para los jóvenes de distintos estratos sociales) y la gran heterogeneidad del sistema en relación a la calidad e instaló con fuerza la demanda por una educación pública de calidad para el siglo 21.

En términos muy generales, el conjunto de leyes que conforman la Nueva Arquitectura del sistema educacional chileno, tales como la ley General de Educación[3] (LEGE) y la Ley de Subvención Preferencial (Ley SEP)[4], introducen nuevos mecanismos de regulación y promoción de la calidad a través de la creación de organismos tales como la Superintendencia de Educación y la Agencia de Calidad, que permitirán generar estándares, evaluar, fiscalizar y promover el mejoramiento continuo de la educación. Al mismo tiempo enfatizan el concepto de autonomía (administrativa y pedagógica) de la escuela. Por este concepto se entiende la transferencia de responsabilidades desde el nivel de Gobierno Superior hacia la escuela; más autónoma, acompañada de los recursos y condiciones legales necesarias para su ejecución.

[2] Entendemos por Informática Educativa, aquella disciplina que estudia el uso, efectos y consecuencias de las tecnologías de la información en el proceso educativo.

[3] <http://www.bcn.cl/guias/ley-general-educacion>

[4] <http://www.mineduc.cl/usuarios/rech/File/Ley%20SEPFinal.pdf>

En materia de informática educativa, el proyecto Enlaces también se reformula. Ya no basta con contribuir a alfabetizar digitalmente a la población. La tecnología tiene que aportar decididamente a repensar el proceso de enseñanza/aprendizaje; transformar la pedagogía “moviéndola desde las tradicionales clases frontales y expositivas hacia pedagogías de índole constructivista, convirtiendo al alumno en un investigador activo y constructor de conocimiento y desarrollando en los estudiantes las nuevas habilidades de pensamiento y trabajo necesarias en el siglo 21. Estas aproximaciones pedagógicas se caracterizan por estimular un trabajo centrado en el aprendizaje del alumno, basado en proyectos y resolución de problemas; con trabajo grupal e individual que estimulan la autonomía y la colaboración; y donde el docente no es la única fuente de conocimiento, sino el guía de los procesos de aprendizaje”[5].

LAS CLAVES DE LA ESCUELA EFECTIVA

La estrategia que se propone consiste en incorporar y utilizar a las TIC en cada uno de los procesos en los que se juega día a día la calidad de la educación. Existe un importante nivel de acuerdo acerca de cuáles son las claves de una escuela efectiva[6]: a) contar con profesores efectivos, b) desarrollar salas de clase eficaces, c) tener buenos procesos de planificación y evaluación, d) tener un liderazgo efectivo y e) contar con el apoyo de los hogares. La pregunta a responder es ¿en qué medida las tecnologías digitales pueden agregar valor a los procesos que contribuyen a la efectividad de las escuelas? (Figura 2).

- Profesores efectivos: desarrollo profesional docente. Las TIC contribuyen al desarrollo profesional docente, no sólo facilitando la formación a distancia (e-learning y sus variantes), sino que también facilitando el encuentro de los profesores en el mundo virtual, la creación de espacios de intercambio de experiencias y la construcción de comunidades de profesores que comparten buenas prácticas, historias de éxitos y fracasos, planificaciones, recursos, etc.

Figura 2

PROFESORES EFECTIVOS Formación sólida y confianza en sus conocimientos Poseen altas expectativas de todos los alumnos Planifican regularmente su docencia Asignan tareas diariamente, las evalúan y comentan
SALA DE CLASE EFICAZ Currículo se cubre en su totalidad Hay estándares exigentes Se aprovecha eficazmente el tiempo
ESCUELA PLANIFICA Y EVALÚA Hay planificación anual detallada Existe permanente autoevaluación y corrección Se usan evaluaciones externas para mejorar
HOGAR APOYA A LA ESCUELA Padres muestran interés en progreso de hijos Padres conocen resultados SIMCE Padres apoyan labores escolares
LIDERAZGO EFECTIVO Director ejerce liderazgo pedagógico Director incide sobre contratación profesores Director evalúa trabajo docente en aula

- Sala de clases eficaz, integración curricular de las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Las TIC generan ambientes apropiados y motivadores para los aprendizajes. Enriquecen y transforman los procesos de enseñanza y aprendizaje. Ofrecen recursos y herramientas que permiten aprendizajes colaborativos, la interactividad entre el alumno y el material educativo, la evaluación en línea y retroalimentación inmediata, así como el aprendizaje basado en proyectos. Las animaciones y simulaciones permiten comprender contenidos complejos y abstractos. En general, contribuyen a transformar la relación entre los alumnos y el profesor, favoreciendo un nuevo vínculo donde los estudiantes son sujetos activos de su aprendizaje y el docente un mediador que posibilita el encuentro con el conocimiento. Esto se traduce inevitablemente en mayor cobertura curricular.
- Escuela planifica y evalúa, gestión educativa: el proceso de planificación puede mejorar significativamente cuando es colaborativo y las TIC ser un excelente soporte a este proceso y también a la posterior socialización del resultado de este esfuerzo. Lo mismo ocurre con la evaluación de los avances versus lo planificado. Por último, la evaluación en línea de los logros de aprendizaje permite que los profesores estén permanentemente conscientes de los progresos y dificultades en el desarrollo de las habilidades esperadas.
- El apoyo del hogar, la convivencia escolar: las TIC facilitan la participación activa de la familia en el proceso educativo, cuando contribuyen a crear una extensión virtual de la escuela, accesible desde el hogar u otro lugar, a cualquier hora. Esto favorece la comunicación y el intercambio de información entre la familia y el establecimiento, el mayor conocimiento de la familia acerca del proyecto educativo e incluso la participación familiar en algunas decisiones relevantes en las que se requiere su opinión.
- Liderazgo efectivo, la gestión directiva: las TIC son poderosas herramientas al servicio de una gestión efectiva. Permiten ordenar y consolidar la gran cantidad de información que fluye al interior de la escuela y que circula entre ésta y su entorno y que habitualmente se encuentra dispersa. La convierte en indicadores claves para la toma de decisiones y la pone a disposición de los distintos actores. En particular, permite una optimización del uso de los recursos (financieros, humanos, materiales) de un establecimiento, pero también apoya una mejor planificación y monitoreo permanente de los avances de los procesos y resultados de aprendizaje de los alumnos. BITS

[5] Jara, Ignacio: 2007,

[6] Se denominan escuelas efectivas aquellas en que los alumnos progresan más allá de lo previsto. En otras palabras, una escuela efectiva agrega valor al aprendizaje de sus alumnos en comparación con otras que atienden una población similar considerando sus características socio-familiares de origen.

SURVEYS

Sistemas de intercambio de información

manejo de metadatos

Gentileza Javier Velasco

Muchas de las tareas actuales en el área de manejo de información suponen no sólo crear, modificar o consultar datos, sino también establecer correspondencias entre fuentes de datos. A pesar de que las correspondencias no son consideradas datos al nivel de los almacenados en cada fuente, sí son consideradas metadatos, es decir, información acerca de cómo se relacionan los datos que se encuentran almacenados independientemente. Estos son un *input* crucial para tareas como intercambio, migración o integración de datos.

La creación de metadatos para relacionar fuentes independientes supone un trabajo considerable por parte de un experto (ingeniero, administrador de sistema, etc.), que debe conocer la semántica de cada componente de las fuentes que participan. Los metadatos resumen entonces parte del conocimiento del experto y podrían, en un

principio, ser reutilizados en tareas incluso más allá de las que involucran las fuentes de datos para las que fueron inicialmente creados.

Un ejemplo conceptualmente simple de manipulación y reutilización de metadatos es la composición [9,6]. Considere tres fuentes de datos A, B y C y suponga que se cuenta con reglas de correspondencia entre A y B, llamémoslas $R(A,B)$, y reglas de correspondencia $R(B,C)$ entre B y C. Asuma ahora que una nueva aplicación necesita trasladar datos desde A hacia C. Crear un conjunto de metadatos de correspondencia entre A y C desde cero podría implicar un esfuerzo considerable. Quisiéramos entonces reutilizar los metadatos en $R(A,B)$ y $R(B,C)$; quisiéramos usar $R(A,B)$ y $R(B,C)$ para construir las correspondencias entre A y C de manera automática. Este proceso debiera resultar de una operación



Jorge Pérez

Estudiante de Doctorado en Ciencia de la Computación, Pontificia Universidad Católica de Chile. Ingeniero Civil en Computación y Magíster en Ciencia de la Computación, de la misma Universidad.
jperez@ing.puc.cl

abstracta de composición. De inmediato surgen muchas preguntas técnicas. Dado que las correspondencias entre esquemas generalmente se especifican en lenguajes lógicos (los veremos más adelante) ¿qué significa exactamente componer este tipo de especificaciones? Una vez que tenemos claro el significado, otras preguntas incluyen determinar si existe un algoritmo para calcular tal composición o qué tipo de especificación se necesita para expresar la composición. Además de ésta se han identificado operaciones como inversión, mezcla y diferencia [4,9]. Y para todas ellas surgen las mismas interrogantes.

En este artículo daremos una visión breve e introductoria al manejo de metadatos en el contexto de sistemas de intercambio de información, principalmente al de operaciones algebraicas sobre correspondencias entre esquemas, centrándonos en la composición y la inversa. Cabe destacar que este tema es relativamente nuevo en la comunidad de base de datos, por lo que los principales avances han estado en el lado más fundamental del área. En este artículo nos enfocaremos en los aspectos teóricos del tema desarrollados en los últimos cinco años.

METADATOS Y CORRESPONDENCIAS ENTRE ESQUEMAS

La Figura 1 muestra un ejemplo simple de correspondencia entre los datos de dos tablas CliA y CliB y una tercera independiente CliAB. En dicha figura las

correspondencias están plasmadas en la forma de flechas entre los esquemas de las bases de datos, en particular, entre los campos (o atributos) de las tablas. Las flechas indican que, por ejemplo, el campo name en la tabla CliA corresponde al campo client en la tabla CliAB y el campo amount en la tabla CliB corresponde al atributo balance en la tabla CliAB. La figura muestra también cómo estas correspondencias pueden ser usadas para migrar datos desde las tablas CliA y CliB hacia la tabla CliAB. Note cómo en la migración hay datos que no quedan completamente determinados por las correspondencias (por ejemplo, el campo account en la primera fila de la tabla CliAB).

En la práctica estas correspondencias pueden estar especificadas con relaciones complejas entre los esquemas de las bases de datos. En la literatura ha sido típico el uso de lenguajes lógicos para la especificación formal de estas relaciones. Por ejemplo, la relación entre CliA y CliAB puede especificarse usando la siguiente implicación en lógica de primer orden:

$$\forall x \forall y \forall z (\text{CliA}(x, y, z) \rightarrow \exists U \exists V \text{ CliAB}(U, x, y, V, z)) \quad (1)$$

La fórmula está especificando de manera formal que si existe una tupla (x, y, z) en la tabla CliA, entonces deben existir valores U y V tales que (U, x, y, V, z) es una tupla en la tabla CliAB. Note que la fórmula no especifica completamente los valores de las primera y cuarta componentes en CliAB,

sólo fuerza a que estos valores existan. Entonces, si se están migrando datos, es tarea de la aplicación de migración el decidir qué valor debe agregar cuando las componentes no están totalmente especificadas. Esta cuantificación existencial, y la subsiguiente indeterminación, es uno de los puntos que hace al intercambio de datos un problema técnicamente desafiante [5].

COMPOSICIÓN DE CORRESPONDENCIAS ENTRE ESQUEMAS

La composición fue identificada como una de las primeras operaciones fundamentales a nivel de metadatos de correspondencias entre esquemas [9,6]. Dadas correspondencias $R(A, B)$ entre las fuentes A y B , y $R(B, C)$ entre las fuentes B y C , su composición debiera ser un conjunto de correspondencias $R(A, C)$ entre A y C que sea semánticamente consistente con los metadatos en $R(A, B)$ y $R(B, C)$.

La semántica de la composición de correspondencias está basada en el uso de ellas para el intercambio de datos. Básicamente $R(A, C)$ es considerada la composición de $R(A, B)$ y $R(B, C)$ si el resultado de migrar datos entre A y C usando $R(A, C)$ es exactamente el mismo que el de migrar datos entre A y B usando $R(A, B)$, seguido de migrar los datos entre B y C usando $R(B, C)$ ¹.

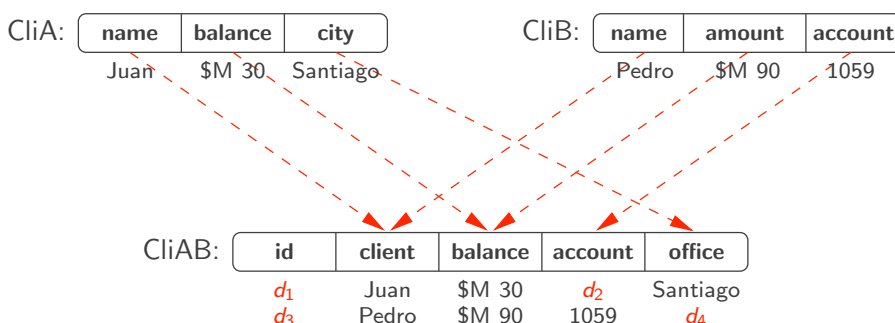
Hay casos en que la composición resulta muy simple. Por ejemplo, suponga que la tabla CliAB en la Figura 1 se relaciona con otra tabla CliC como se muestra en la Figura 2(a). En la Figura también se muestran las correspondencias antiguas entre CliA y CliAB y el resultado de un intercambio de datos usando ambos conjuntos de correspondencias. Las correspondencias entre CliAB y CliC pueden expresarse con la siguiente fórmula:

$$\forall x \forall y \forall u \forall v (\exists Z \text{ CliAB}(u, x, y, v, Z) \rightarrow \exists W \text{ CliC}(u, x, v, y, W)) \quad (2)$$

La Figura 2(b) muestra el resultado de la composición de ambas correspondencias. En este caso la composición es muy simple; sólo debemos seguir las flechas desde CliA

Figura 1

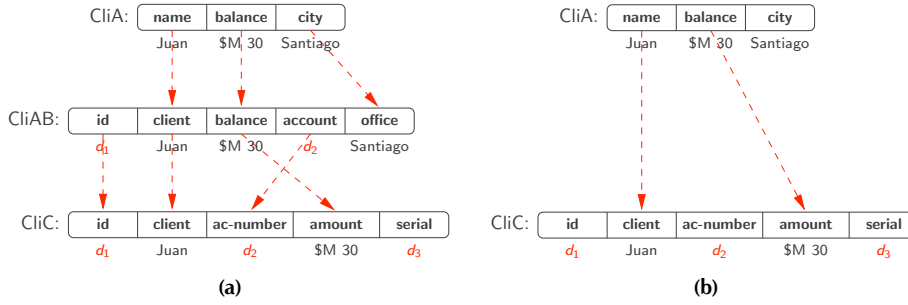
Correspondencias simples entre esquemas de bases de datos



¹ La definición formal está basada en la noción algebraica de composición de relaciones binarias. El lector interesado puede ver el trabajo de Fagin et al. [6] al respecto.

Figura 2 (a) y (b)

Resultado de la composición de correspondencias simples



hasta CliC pasando por CliAB. La misma figura muestra también como una migración de datos usando las nuevas correspondencias entre CliA y CliC da exactamente el mismo resultado que en la Figura 2(a). Al nivel de fórmulas, las correspondencias resultantes pueden expresarse como:

$$\forall x \forall y (\exists z \text{ CliA}(x, y, z) \rightarrow \exists u \exists v \exists w \text{ CliC}(u, x, v, y, w)) \quad (3)$$

Note que la fórmula (3) resulta de reemplazar el lado derecho de la implicación de la fórmula (1), por el lado derecho de la fórmula (2), agregando cuantificación existencial sobre las variables que no se mencionan en ambos lados de la fórmula resultante (Z, U, V y W en este caso).

Fagin et al. [6] fueron los primeros en mostrar que la composición de correspondencias es, en general, un problema técnicamente desafiante y no siempre tan simple como

en el anterior ejemplo. En particular, fórmulas que utilizan joins entre tablas más cuantificación existencial, complican sustancialmente el proceso. Considere el ejemplo de correspondencias entre tres esquemas de fuentes de datos para alumnos y cursos que se muestra en la Figura 3. El esquema intermedio tiene dos tablas, Student y Assgn. Las correspondencias entre el primer y segundo esquema son simples y pueden expresarse con las siguientes fórmulas:

$$\forall x (\exists y \text{ Takes}(x, y) \rightarrow \exists z \text{ Student}(z, x))$$

$$\forall x \forall y (\text{Takes}(x, y) \rightarrow \text{Assgn}(x, y))$$

La correspondencia entre el segundo y tercer esquema es un poco más complicada ya que usan un join entre las tablas Student y Assgn para establecer la relación con la

Figura 3

Correspondencias entre tres esquemas con información de alumnos

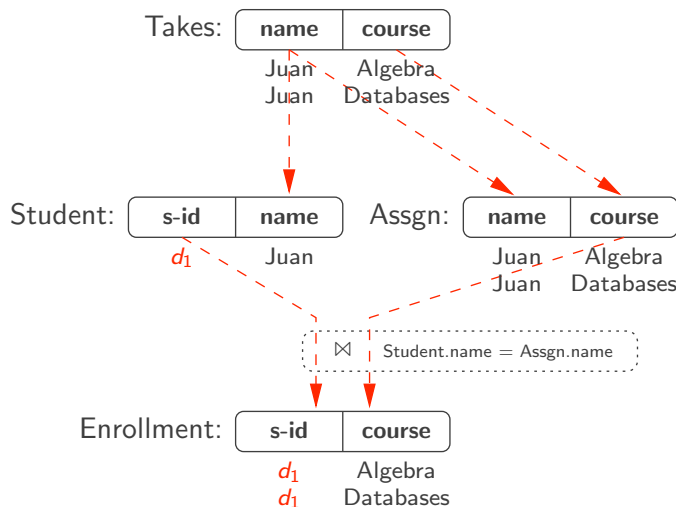


tabla Enrollment. Esto puede expresarse con la fórmula:

$$\forall y \forall z (\exists x \text{ Student}(z, x) \& \text{ Assgn}(x, y) \rightarrow \text{Enrollment}(z, y))$$

La Figura 4(a) muestra el resultado de hacer la composición simplemente siguiendo las flechas en la Figura 3. Estas correspondencias pueden expresarse con la fórmula:

$$\forall y (\exists x \text{ Takes}(x, y) \rightarrow \exists z \text{ Enrollment}(z, y)) \quad (4)$$

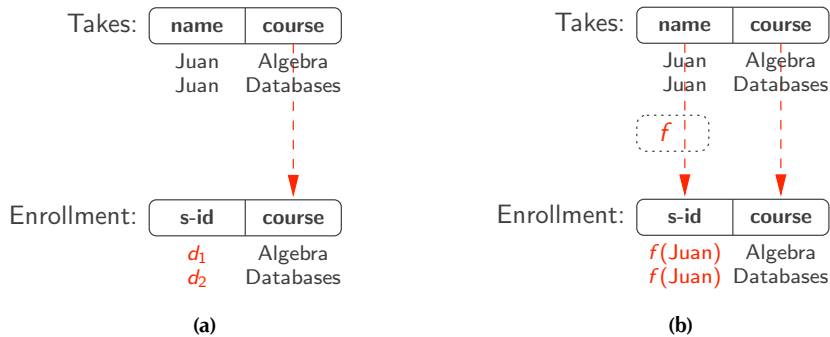
No es difícil notar que la fórmula (4) no captura exactamente la composición. El problema principal está en los valores que se obtienen en el campo s-id en la tabla Enrollment al intercambiar datos con estas correspondencias. Note que en la Figura 3, a pesar de que no tenemos seguridad del valor exacto del dato en el campo s-id, sabemos que en ambas tuplas este valor debe ser el mismo (d_1 en la Figura 3). Sin embargo, cuando se intercambian datos usando la fórmula (4) nada fuerza a que los valores en el campo s-id de la tabla Enrollment coincidan (d_1 y d_2 en la Figura 4(a)). Para lidiar con este problema, Fagin et al. [6] introducen el uso de funciones al especificar correspondencias entre esquemas. La Figura 4(b) muestra un conjunto de correspondencias que captura la composición. Note que en el campo s-id se usa el dato $f(\text{Juan})$ para modelar un dato que existe aunque no sepamos exactamente su valor. De esta forma, el dato puede repetirse en ambas tuplas a pesar de que su valor no esté completamente especificado. Fagin et al. [6] usan la siguiente fórmula (en lógica de segundo orden) para expresar la composición:

$$\exists f (\forall x \forall y (\text{Takes}(x, y) \rightarrow \text{Enrollment}(f(x), y)))$$

Fagin et al. [6] no sólo introducen el uso de funciones para especificar correspondencias, sino que muestran que estas son imprescindibles para expresar la composición. Entre otros resultados, entregan un algoritmo para computar de manera automática la composición y estudian la complejidad computacional de los problemas asociados a la composición de correspondencias.

Figura 4

Dos posibles composiciones para las correspondencias en la Figura 3



INVIRTIENDO CORRESPONDENCIAS ENTRE ESQUEMAS

Una operación sobre correspondencias entre esquemas que ha recibido considerable atención es la inversa [7,8,1,2]. Si $R(A,B)$ es un conjunto de correspondencias para

intercambiar datos entre A y B, su inversa debiera ser un conjunto de correspondencias que, intuitivamente, especifique como migrar los datos de regreso desde B hacia A.

Invertir correspondencias entre esquemas resultó ser un problema sumamente desafiante. Incluso establecer la semántica formal ha probado ser un problema no trivial.

Figura 5

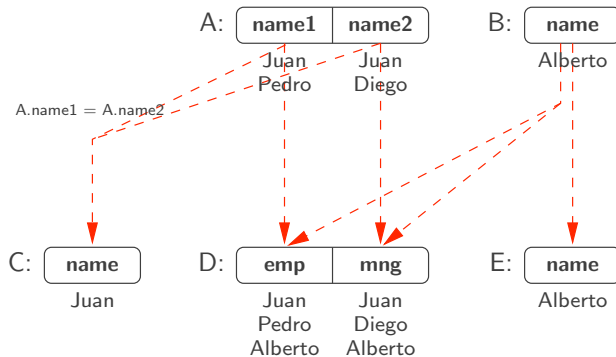
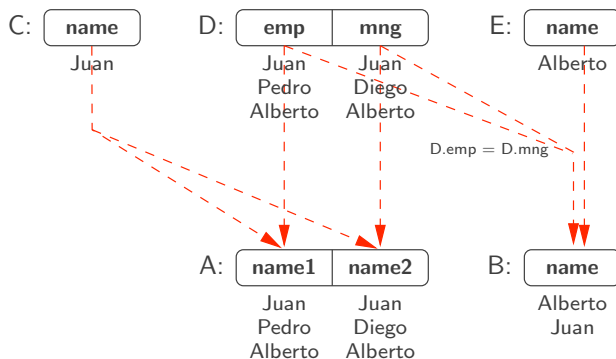


Figura 6

Resultado de invertir las flechas de la Figura 5



Problemas como cuándo un conjunto de correspondencias es invertible, qué lenguaje es necesario para expresar la inversa y diseñar algoritmos para computarla, han sido el tema principal de diversos trabajos [7, 8, 1].

La primera solución que uno podría entregar como inversa de un conjunto de correspondencias es simplemente invertir el sentido de las flechas que especifican las correspondencias. Sin embargo esta solución no entrega un resultado de acuerdo a la intuición de la inversa. A modo de ejemplo, considere las correspondencias entre esquemas en la Figura 5.

Estas correspondencias pueden expresarse con el conjunto de fórmulas:

$$\begin{aligned} \forall x \forall y (A(x,y) \rightarrow D(x,y)) & \quad \forall x (A(x,x) \rightarrow C(x)) \\ \forall x (B(x) \rightarrow D(x,x)) & \quad \forall x (B(x) \rightarrow E(x)) \end{aligned}$$

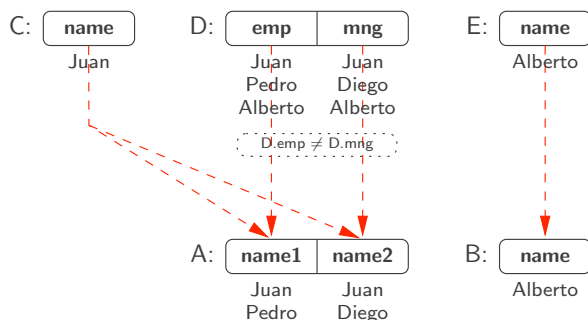
Invertir el sentido de las flechas en la Figura 5 implica simplemente invertir la dirección de la implicación en cada una de las anteriores fórmulas. La Figura 6 muestra un esquema de las correspondencias resultantes.

Esta Figura muestra claramente por qué invertir el sentido de las flechas no es una buena solución para la inversa de un conjunto de correspondencias. En la Figura 5 podemos ver que la tabla A inicialmente tiene las tuplas (Juan, Juan) y (Pedro, Diego) mientras que la tabla B tiene la tupla (Alberto) como único dato. En la Figura 6 se están migrando los datos de vuelta usando las correspondencias que resultan de invertir el sentido de las flechas. Note como tanto en la tabla A como en la B aparecen datos que no existían inicialmente, a saber, la tupla (Alberto, Alberto) en la tabla A y la tupla (Juan) en la tabla B. Esto ocurre porque al hacer el intercambio inicial (Figura 5), ambas tablas A y B aportan con datos para la D. En particular, si en la tabla D aparece una tupla con valores repetidos, como (Juan, Juan), no tenemos seguridad de si esta tupla vino de la tabla A o de la B.

La Figura 7 muestra una mejor solución para la inversa de las correspondencias en la Figura 5. De hecho, note que el intercambio de datos de vuelta hacia las tablas A y B genera exactamente los datos iniciales. Note cómo sólo las tuplas de la forma (a,b) con

Figura 7

Inversa de las correspondencias en la Figura 5



$a \neq b$ se traspasan desde la tabla D a la tabla A. Los otros datos de A se obtienen desde la tabla C. Similarmente los datos de B se obtienen desde la tabla E.

Las correspondencias de la Figura 7 puede expresarse con las fórmulas:

$$\forall x \forall y (D(x,y) \ \& \ x \neq y \rightarrow A(x,y))$$

$$\forall x (C(x) \rightarrow A(x,x))$$

$$\forall x (E(x) \rightarrow B(x))$$

Fagin [7] y Fagin et al. [8] estudiaron el problema de invertir correspondencias dando una semántica formal. Diseñaron un algoritmo para computar la inversa e identificaron el lenguaje necesario para expresar inversas. En particular, demostraron que el uso de desigualdades (\neq) era imprescindible para expresar inversas.

En la práctica, cuando se intercambian datos usando correspondencias desde una fuente A hacia una fuente B, muchos de los datos de A no son efectivamente migrados. Por ejemplo, en las correspondencias en la Figura 2(b), el dato “Santiago” simplemente se pierde luego de la migración. Conjuntos de correspondencias que pierden datos en una migración son inmediatamente no invertibles según la noción propuesta por Fagin [7]. Esto hace que casi cualquier ejemplo práctico de correspondencias sea no invertible. Con esta motivación Arenas et al. [1] proponen la idea de recuperar el máximo de información posible como semántica para la inversa de un conjunto de correspondencias. Esta nueva noción resulta ser una generalización de la noción de Fagin y con mejores propiedades en cuanto a los casos que puede cubrir. Arenas et al. [1] también estudiaron problemas de expresividad y complejidad y diseñaron un

algoritmo para computar esta nueva noción de inversa. En particular, para el caso de correspondencias que no usan cuantificación existencial, el algoritmo de Arenas et al. [1] funciona en tiempo cuadrático, lo que es una mejora sustancial con respecto a los algoritmos propuestos por Fagin et al. [7,8] que funcionan en tiempo exponencial. En un subsiguiente trabajo, Arenas et al. [2] proponen refinamientos para las nociones de inversa con buenas propiedades con respecto a la expresividad necesaria para representar las inversas.

CONCLUSIONES

El manejo de metadatos de correspondencias entre esquemas, en particular poder operar algebraicamente estas correspondencias, es

un problema fundamental y de alto interés tanto teórico como práctico. Si bien los principales avances han estado en el lado formal, grandes compañías como Microsoft e IBM están invirtiendo recursos para diseñar herramientas que puedan implementar algunas de estas ideas, dando una solución de alto nivel a los problemas de intercambio e integración de datos [10,11]. Un estudio de las operaciones necesarias para dar una solución integral al manejo de metadatos se puede encontrar en los trabajos de Bernstein [4] y Melnik [9].

Muchos problemas interesantes relacionados con el tema de operaciones sobre correspondencias permanecen abiertos y poco explorados. En particular, preguntas usuales que aparecen en cualquier álgebra están en un estado muy inicial de investigación. Por ejemplo, la interacción entre las operaciones de composición e inverso no es para nada clara. La existencia de sistemas de representación de correspondencias (lenguajes lógicos), que sean cerrados bajo estas operaciones, es otro problema fundamental que permanece abierto. Recientemente Arenas et al. [3] han propuesto un marco teórico general para comparar correspondencias entre esquemas, que puede ser el punto de partida para estudiar algunos de los problemas fundamentales del área. BITS

REFERENCIAS

- [1] M. Arenas, J. Pérez, and C. Riveros. The Recovery of a Schema Mapping: Bringing Exchanged Data Back. *ACM Transactions on Database Systems*, 34(4), 2009.
- [2] M. Arenas, J. Pérez, J. L. Reutter, and C. Riveros. Inverting Schema Mappings: Bridging the Gap between Theory and Practice. In *VLDB*, pages 1018–1029, 2009.
- [3] M. Arenas, J. Pérez, J. L. Reutter and C. Riveros. Foundations of Schema Mapping Management. To appear in *PODS* 2010.
- [4] P. A. Bernstein. Applying Model Management to Classical Metadata Problems. In *CIDR*, 2003.
- [5] R. Fagin, P. Kolaitis, R. J. Miller, and L. Popa. Data Exchange: Semantics and Query Answering. *Theoretical Computer Science* 336(1):89–124, 2005.
- [6] R. Fagin, P. Kolaitis, L. Popa, and W.-C. Tan. Composing Schema Mappings: Second-Order Dependencies to the Rescue. *ACM Transactions on Database Systems*, 30(4):994–1055, 2005.
- [7] R. Fagin. Inverting Schema Mappings. *ACM Transactions on Database Systems*, 32(4), 2007.
- [8] R. Fagin, P. Kolaitis, L. Popa, and W.-C. Tan. Quasi-Inverses of Schema Mappings. *ACM Transactions on Database Systems*, 33(2), 2008.
- [9] S. Melnik. *Generic Model Management: Concepts and Algorithms*. Volume 2967 of LNCS, Springer, 2004.
- [10] MS ADO.NET Entity Framework, <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb399572.aspx>
- [11] IBM Clio System, <http://www.almaden.ibm.com/cs/projects/criollo/>

Entrevista

Alfredo Barriga

Por José Miguel Piquer

Alfredo Barriga es Licenciado en Ciencias Económicas de la Universidad Complutense de Madrid, MBA de la Escuela de Negocios IESE de la Universidad de Navarra y Magíster en Administración de empresas de la Universidad de Lleida. Durante 12 años fue gerente de Administración y Finanzas en diversas empresas en España, además fundador de la empresa de software BEST. Desde 1997 es Consultor en Gestión Estratégica de Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) y en e-Marketing y profesor de estas mismas materias en varias universidades. Fue Coordinador de Desarrollo Digital en los Grupos Tantauco y actualmente ocupa el cargo de secretario Ejecutivo de Desarrollo Digital (ex Estrategia Digital), organismo encargado de generar la política pública que promueve el desarrollo y uso de las TIC en Chile.



¿Como ves tú el desarrollo de las TIC en Chile hoy?

No muy distinto a hace 15 años atrás, cuando tenía mi propio emprendimiento TICs. Hace algunas semanas leí un artículo en la Revista del Sábado, sobre emprendedores TICs en Santiago, y veo que seguimos con los mismos problemas que entonces para emprender.

¿Qué opinión te merece el desarrollo de su industria en Chile?

La industria local no ha cambiado mucho en estos años. Han surgido nuevos jugadores alrededor de Internet, tanto en desarrollo como sobre todo en servicios. Sin embargo, no somos un “productor” en sentido literal,

ni menos un jugador mundial. Tuvimos un buen futuro hace 15 años, el cual aún no se ha concretado. La mayor falencia de nuestra industria es el marketing y ventas. Hoy por hoy, cuando hay buen marketing y ventas, a las empresas de TICs les va muy bien, aunque el producto no sea de lo mejor. No hemos aprendido en esa materia.

¿Y qué piensas sobre la enseñanza que impartimos en esta área?

Seguimos formando más “ingenieros civiles con mención en Informática” que buenos programadores, analistas, técnicos de soporte, etc. Sería bueno que los alumnos conocieran, antes de elegir, el ROI (retorno de la inversión) de su carrera, ya que hay muchas más opciones de trabajo, y a

mucho menor plazo, en la programación, soporte y capacitación que en la gerencia de proyectos TICs. Incluso la diferencia de remuneración no es tan grande. Tenemos que terminar con la manía aspiracional del título de “ingeniero”, para quienes luego se dedican a programar. Al fin y al cabo Bill Gates sólo era programador... ¡y no de los mejores! ¿Tanto cuesta pasar el mensaje a nuestros jóvenes?

¿Qué tan masivo es el uso de las TIC en Chile?

Acabamos de pasar el umbral de las 6 millones de cuentas en Facebook. Si eso no es masivo, no se qué es masivo. Tenemos una de las penetraciones más altas de home banking en el continente; el porcentaje más alto del mundo en pago de impuestos vía Internet. Creo que la sociedad está preparada. Falta que el sector público se focalice en un tema que suponga uso masivo. Por ejemplo, que todos los trámites que se puedan hacer por Internet se hagan por esa vía. Que ninguna información dentro del Estado tenga que ser solicitada fuera del Estado. En el sector privado... ¡uf! Aquí lo que falta esencialmente es difusión, información. No va a haber uso masivo mientras no se muestre el *payback* de las inversiones en las TIC. Y además se necesita una evangelización de alto nivel (a los gerentes y empresarios) respecto de los paradigmas de la economía del conocimiento. Si no ‘ven’ que las TIC sirven para generar modelos de negocios superiores a los tradicionales, no van a incorporarlas.

Emilio Deik de Azurian me lo describió muy acertadamente: para que haya uso masivo de las TIC en el sector público y privado, se requiere incorporarlas en el diseño de negocios, no en su implementación. Y no se refiere a un software de diseño de negocios, sino a diseñar el modelo teniendo en cuenta lo que las TIC pueden aportar como modelo. Por ejemplo, cuando se está diseñando la estrategia de un Banco, mirar “*out-of-the-*

box” y ser capaz de armar un banco sin sucursales, pero de verdad, jugándosela por ese modelo, no como un “además de”. Se trata de cambiar el paradigma del negocio incorporando las TIC.

Eso es lo que falta. Requiere mucha visión y coraje, como lo hubo en su día en el SII cuando migraron la plataforma hacia Internet y se la jugaron por esa alternativa. O como lo hizo Lan con lan.com: jugándosela para que el modelo de negocios que corre sobre las TIC sea al que se le hagan las apuestas. No veo eso en el sector privado ni en el público. La lástima es que, como ya dije, la sociedad sí está preparada para este cambio.

¿Cómo ves la investigación y desarrollo en las TIC en Chile?

Ah, pero en Chile ¿existe? Bromas aparte. Creo que tenemos una interesantísima ventana de oportunidades en esto si hacemos una campaña para traer los departamentos de I+D de TIC de empresas multinacionales a Chile. Capaz que ahí si se generen oportunidades para nuestros ingenieros, siempre que se hayan especializado en ese foco. El punto es que necesitamos tener un “*success story*” para atraer más inversión. La buena noticia es que hay empresas considerándolo y creo que alguna ya se ha instalado.

¿Crees que las TIC juegan un rol fundamental en el desarrollo futuro de Chile?

Rol fundamental, tal vez es demasiado categórico. Rol muy importante creo que es más cercano a la realidad. Somos un país subdesarrollado que llegó tarde a la revolución industrial. No podemos llegar tarde a la revolución digital. El mundo está transitando desde una sociedad industrial y capitalista hacia una del conocimiento, lo cual genera una oportunidad que tal vez no se vuelva a presentar. No creo que lleguemos al desarrollo con el modelo

económico actual, focalizado en recursos naturales y desarrollo de industria. Sí creo que es posible apostando fuerte al desarrollo de conocimiento como recurso relevante en la creación de bienestar. Y para ello LA herramienta son las TIC, esencialmente dos: computador personal y banda ancha.

¿Cuáles crees que son los principales desafíos que enfrenta Chile para dar un salto en los rankings de e-readiness y alcanzar a los países emergentes que lo lideran hoy en día?

Los ranking de e-readiness tienen dos tipos de componentes: datos duros y encuesta tipo Delphi a ejecutivos. Creo que tenemos que mejorar la percepción de las TIC por parte de éstos. Creo que los rankings en estas materias no reflejan tanto la realidad chilena como la percepción que de dicha realidad tienen los ejecutivos chilenos.

En los datos duros tenemos que tener los más actualizados posibles. Lo que ha hecho Estrategia Digital respecto de un índice en esta materia va en el camino correcto. En la pasada campaña presidencial todos los candidatos estuvieron de acuerdo en un proyecto: banda ancha universal, que fue propuesta por nosotros en primera instancia y, poco a poco, acabó siendo aceptado por todos como algo a lo que hay que aspirar sí o sí y en corto plazo. Eso sí mejorará nuestro índice de network readiness como dato duro.

Hay que promocionar más las aplicaciones que actualmente existen en la red. El mismo problema de marketing que tienen las empresas del sector de las TIC lo tiene el sector público. A lo largo de estos dos años he ido conociendo proyectos e iniciativas francamente buenas, de las cuales no tenía noticia y eso que soy del sector. Mientras más se usen las aplicaciones que ya existen, más demanda habrá por nuevas aplicaciones, más rentable será el uso de banda ancha y mayor será nuestro índice de network readiness. Así tenemos que generar el círculo virtuoso del uso de TICs.



Gentileza Javier Velasco

¿Crees que la sociedad chilena, los políticos, los legisladores, comienzan a entender la relevancia de las TIC? ¿Cómo podríamos apurar ese camino y subir el tema al debate público?

Al menos el Presidente electo generó un grupo de Desarrollo Digital –que tuvo el honor de coordinar- al cual prestó atención. En el evento de las Bodas de Plata de la ACTI hizo un discurso con las medidas que desea llevar a cabo. En su discurso del día del triunfo mencionó a la Sociedad del Conocimiento como un objetivo aspiracional del país. Felipe Larraín, cuando asumió el nombramiento, mencionó el Teletrabajo. Felipe Morandé, la brecha digital y la banda ancha universal. Joaquín Lavín me llamó para que le ayude en los temas TICs en educación y Juan Andrés Fontaine en Estrategia Digital. Creo que la labor de concientización que hicimos durante dos años desde nuestro grupo de Desarrollo Digital en Tantauco está dando frutos. Es de esperar que a raíz del terremoto, en la reconstrucción del país se aproveche de crear infraestructura moderna en TICs. Es una gran oportunidad y esperamos la colaboración del sector privado.

¿Cómo ves el rol de las universidades en Chile hoy? ¿Formamos a los profesionales adecuados? ¿Investigamos en los temas adecuados? ¿Le servimos al país?

Creo que no. Seguimos formando gente para el siglo 20 bajo los paradigmas de la Sociedad Industrial. Y no es sólo un problema de las universidades, sino también, y sobre todo, de la educación básica. No estamos formando los profesionales que Chile va a necesitar bajo los paradigmas de la Sociedad del Conocimiento. En I+D estamos muy atrasados. No ha habido forma, de momento, de generar colaboración universidad-sector privado, como sucede en los países desarrollados. Ese sigue siendo el gran desafío en esa materia

¿Qué formas se te ocurren de incentivar más el trabajo conjunto de las empresas y las universidades?

Creo que hay que difundir más casos exitosos como los de la Universidad de Talca y la industria vitivinícola, y generar programas asociativos vía INNOVA en los clusters prioritarios de nuestra economía. Las empresas estatales, en especial Codelco, deberían generar ese tipo de colaboración y establecer un modelo a seguir por otros sectores.

¿Qué propuestas has defendido más fuertemente en el programa de Piñera? ¿Crees que los políticos te han escuchado y creído?

La banda ancha universal y el computador por niño. Creo que son 'la madre de los proyectos' por su impacto en la economía y trascendencia. Por lo que te contesté anteriormente, sí creo que han oído, pero ahora queda por ver si se mantiene el interés después de los terribles acontecimientos vividos.

Cualquier conclusión o comentario sobre las TIC en Chile que quieras agregar ¡es bienvenido!

Creo que los sectores de las TIC y Telecomunicaciones tienen que levantar la voz y hacer ver que estamos, a pesar de las circunstancias, diría incluso que a raíz de ellas, frente a una oportunidad histórica: poder reconstruir el país pensando en la infraestructura para una Economía del Conocimiento, cuyo costo, frente a la magnitud de lo que hay que reconstruir, no sería mucho mayor. Puestos a reconstruir pongamos algo más y cambiemos Chile, saliendo más modernizados y fortalecidos y mejor preparados para los desafíos que tenemos por delante. BITS

Entrevista

José Miguel Benavente

Por José Miguel Piquer

José Miguel Benavente es profesor del Departamento de Economía de la Universidad de Chile. Autor de diversos artículos de revistas nacionales y extranjeras relacionados con innovación tecnológica, investigación y desarrollo, microeconomía aplicada, desarrollo económico, financiamiento de PYMES y criminología. Sus recientes trabajos de investigación se relacionan con los determinantes de emprendimientos exitosos y el diseño de programas de garantías para pequeñas empresas. Es director Científico del Proyecto Fondef “Un Modelo de Predicción de Crimen para la Región Metropolitana”. Asimismo forma parte del directorio del Centro de Microdatos de la Universidad de Chile como del Círculo de Innovación de ICARE. A partir de mayo de 2006 se desempeña como Consejero del Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad y desde junio del mismo año como miembro del Consejo Asesor de la Pequeña Empresa, Ministerio de Economía.



Estamos cumpliendo 5 años desde la primera versión del Consejo Nacional para la Innovación y la Competitividad (CNIC), logrando que se transforme en una institución estable e independiente. ¿Cómo ves tú este período? ¿Se han logrado algunos objetivos iniciales, como que efectivamente el país avance en Innovación y Competitividad?

Creo que se ha avanzado mucho y en varias dimensiones. En primer lugar, desde el punto de vista institucional, hoy tenemos un consejo que tiene una mirada sistémica y dinámica de los problemas de la ciencia, tecnología, innovación y emprendimiento.

Esta mirada está aparejada no sólo a un seguimiento de las instituciones públicas encargadas de su promoción y apoyo, sino a la revisión de que los presupuestos anuales

asignados a éstas tengan una consistencia con la mirada estratégica de mayor plazo. La voz del Consejo ha sido escuchada y el Ejecutivo explícitamente sustenta muchas de sus decisiones presupuestarias y de programas en las propuestas del CNIC. En el segundo lugar de los avances obtenidos están los recursos asignados. Al revisar las cuentas se observa que los recursos públicos para estas actividades se han incrementado en forma notoria. Aún estamos bajo lo que deberíamos invertir como sociedad, dado nuestro nivel de ingreso. Pero la brecha se está cerrando. En especial, el sector privado es el que está más rezagado y allí debería estar el foco en el futuro próximo.

Finalmente, en términos de resultados, todos sabemos que el fruto de estos esfuerzos no se observa de inmediato, pero algunas

cosas más allá de los recursos empleados ya muestran impacto. Es el caso del número de alumnos que han estudiado en el extranjero. Así como el impensado crecimiento que han experimentado algunos *clusters* que fueron seleccionados por el Consejo para ser mirados con atención. Aquel de servicios globales muestra incrementos anuales de dos dígitos en su crecimiento, pasando ya el umbral de los mil millones de dólares de exportaciones. Un gran logro a pesar de su muy corta historia. En fin, hay otros ámbitos pero aún es temprano para ver resultados visibles. Sin embargo, creemos que las orientaciones y los énfasis son los adecuados, tal como una reciente evaluación que se hizo a la estrategia y al Consejo realizada por un panel internacional de gran experiencia. Son buenos augurios.

¿Existen innovadores en Chile? ¿podemos formarlos? ¿cómo los incentivamos o apoyamos?

Para que existan innovadores se tienen que dar varios elementos. Obviamente, gente creativa que siempre busca nuevas soluciones para antiguos problemas o incluso para los nuevos. Creo que en nuestro país de esto tenemos de sobra. Existen otros dos elementos que también son relevantes para conseguir innovaciones y, al menos cuando se estudian casos, no se observan en Chile. En primer lugar, la tolerancia al riesgo. Nuestra cultura está marcada por la condena al fracaso y esto exacerba la natural reticencia de tomar mucho riesgo. Ello no sólo se expresa en las condenas sociales que muchas veces se enfrenta, sino que los castigos que el sistema financiero impone a aquellos que no lograron concretar su emprendimiento innovador. Allí hay mucho que hacer y en varios frentes.

El otro ámbito tiene que ver con el trabajo en equipo. La innovación es un proceso colectivo. Así, no sólo se deben establecer las confianzas para lograr sacar adelante un proyecto que necesita de variadas competencia para que resulte, sino que los beneficios de este proceso, y sus fracasos

y costos, deben también ser compartidos entre todos. En esto tenemos otra falencia a nivel de sociedad.

Ante la pregunta que si esta intolerancia al riesgo o falta de trabajo en equipo puede ser modificada o formada, la respuesta es sí. No sólo en cursos formales en las aulas de colegios y universidades, sino que en el discurso público y acciones concretas en política pública: potenciando los nuevos emprendimientos, dando la posibilidad de equivocarse y volver a comenzar, como en fomentar el trabajo asociativo.

¿Cuáles son los principales desafíos que enfrentamos hoy para avanzar decididamente en la senda de la Innovación?

Primero, poner el tema dentro del discurso público nacional. No sólo en las elites dirigentes y académicas, sino que llegue al ciudadano medio. Los efectos demostración siempre son bienvenidos. Segundo, que el apoyo público funcione en forma coordinada para evitar que los obstáculos que siempre aparecen a quienes deciden innovar sean los menos posibles, o al menos que sean predecibles. Ello requiere un reordenamiento de la promoción de estos por parte de todo el aparato público. En tercer lugar, potenciar la tercera misión de la universidad como fuente casi ilimitada de ideas, experiencias y apoyo para las innovaciones en sus diferentes fases. Este vínculo aún es muy débil, en especial en las grandes compañías que deberían, justamente mediante sus éxitos, motivar a los más pequeños o nuevos. Finalmente, la mirada regional. Creer que esto no puede ser hecho desde arriba hacia abajo y que la particularidad de lo sistémico necesita cercanías incluso geográficas entre todos los involucrados. Cuando esto se motiva con elementos idiosincráticos comunes, como son la región, puede resultar con más fuerza. Para ello se necesita empoderar aún más a las regiones para que puedan tomar estas decisiones orientadas por las oportunidades que ellas mismas ven.

¿Dónde ves tú al sistema universitario en el desarrollo de la innovación? ¿Está cumpliendo hoy el rol que le corresponde? ¿Qué cambios fundamentales les toca enfrentar a las universidades en el futuro?

Como decía, la tercera misión de la universidad constituye un ámbito aún bastante débil. Tenemos que volcar la mirada hacia la sociedad con sus problemas, necesidades y temores. Si bien la investigación de base es muy relevante para empujar la frontera del conocimiento y formar cuadros de investigadores y capital humano avanzado, también se necesita enfocar la investigación a solucionar problemas reales y prácticos de todos. No sólo aquellos que pueden surgir del ámbito productivo sino que además esos de carácter más colectivo como el calentamiento global, seguridad pública, salud pública, educación y tantos otros. Las universidades que muestran competencias para ello deberían ser financiadas con este fin, pero exigiendo al mismo tiempo resultados en su quehacer que no sean publicaciones y citas.

¿Dónde ves a las TIC en todo esto? ¿Estamos en el nivel que a Chile le corresponde?

En el ámbito de las TIC Chile está muy avanzado respecto de sus pares latinoamericanos y la universidad ha jugado un rol fundamental en ello. Pero se están acortando las brechas con nuestros vecinos. Sin ir más lejos, Uruguay está haciendo grandes apuestas aquí y Brasil es conocido por el desarrollo local de las TIC para otros sectores internos de gran capacidad. Hay innumerable evidencia acerca del gran aporte que han hecho las TIC en el mejoramiento de la productividad agregada pero aquí Chile presenta un gran déficit. Hay muchos espacios para avanzar en esta última y las TIC juegan un gran rol. Eso sí, las soluciones ahora deberán ser más *tailor made* acorde a las necesidades sectoriales y a cuenta de las competencias existentes de la gente al interior de las empresas, que es otro gran desafío para el Chile de hoy.



Gentileza Javier Velasco

Existen otras barreras para una mayor incursión de las TIC en el ámbito productivo y tiene que ver con el acceso. La banda ancha se ha ido encareciendo en términos relativos, lo que ha impactado negativamente en la afirmación que las TIC pueden aprovecharse sobre todo en los estratos de ingresos más bajos de la población. Allí hay un desafío importante, junto con que la política pública en estos temas, a pesar de los programas de la agenda digital, y otros esfuerzos afines, no han logrado algunos hitos. Hoy en Chile las TIC deberían comenzar a visualizarse como una gran necesidad; orientarlas al logro de objetivos operativos visibles y evitar que sean vistas como una mera moda que algunos han adoptado sin entender muy bien sus reales alcances.

Si tuvieras que decidir dónde poner la principal parte de los fondos económicos para Innovación ¿qué tipo de proyecto/ área elegirías?

Aquellos donde vea al menos a los siguientes actores actuando en forma coordinada: (i) universidades orientadas a superar problemas de la sociedad, aunque sea junto con investigación básica (ii) privados dispuestos a actuar en forma colectiva con sus pares y que coloquen recursos frescos en los proyectos patrocinados por el sector público (iii) que estos proyectos tengan

como objetivo generar capital humano de calidad que pueda ser apoyado por otras fuentes públicas como Becas Chile (iv) que tengan una mirada regional expresada por el interés de agencias locales en su promoción, potenciamiento, financiamiento y difusión. Son difíciles las condiciones pero hacia allá apuntaría. Si bien en algunos casos la escala podría ser relevante y por ello comenzar con las más grandes, lo haría a costa de que el efecto de demostración sea muy importante, induciendo a otros a aventurarse.

Chile ha tenido una historia “al borde” del desarrollo: innovación en 1850, boom salitrero después. Y siempre nos hemos ‘farreado’ la oportunidad de enganchar con cada revolución tecnológica. ¿Crees que esta vez sea distinto? ¿Qué ha cambiado en Chile que hoy permite ser optimista?

Mi explicación de estos ‘farreos’ tiene que ver con la característica rentista de estos booms. Es decir, han estado fundamentalmente asociados a los recursos naturales (RR. NN.), donde en general las rentas se concentran en pocas manos y los estados no han contado con las herramientas para potenciar aquellos ámbitos que no son tan visibles en su impacto en el corto plazo, pero sí en el largo.

La educación, la ciencia y la tecnología son parte de ello, los que no se vieron muy beneficiados por los booms y luego pagamos las consecuencias. No hubo sistematicidad en la estrategia. Diría que ni siquiera hubo estrategia en esos años. Y cuando sí la hubo, a mediados de los '50, se tuvo pocos recursos y además fue impuesta desde afuera.

No digo que esta vez será diferente. Y hay que esforzarse para que esto no se vuelva a repetir. Pero al menos veo algunas diferencias: (i) Ha sido un camino largo el que nos ha puesto aquí. Es un trabajo de más de dos décadas de conducta económica razonable velando, aunque sólo en los últimos tiempos, por apoyar a los más desposeídos. (ii) Existe alguna conciencia de que no hay atajos en este proceso y lo relevante que es entonces mantener el rumbo y el ritmo. (iii) Aunque aún hay espacios débiles, en particular relacionados con la educación, la experiencia de países que lo han conseguido, y han partido de situaciones similares a la nuestra, como basados en RR.NN., de mercados domésticos pequeños y lejos de los mercados internacionales como Australia, Nueva Zelanda, Finlandia, entre otros, nos muestra que se puede hacer.

¿Algo más que desees agregar en esta entrevista?

Sólo que necesitamos de una mirada colectiva sobre estos temas. Que las autoridades estén empapadas en ello y dispuestos a invertir capital político en el desarrollo de las mismas. Que las políticas públicas de apoyo a estas actividades, en particular en la innovación, busquen un apalancamiento en el esfuerzo privado en estas materias pues este sector es el más débil. Necesitamos de una universidad volcada a la sociedad, relacionada con la innovación y que el financiamiento sea consistente con ello. La necesidad de generar estándares, métricas y obviamente objetivos es de gran urgencia para que veamos cómo vamos cumpliendo las diversas y crecientemente dificultosas metas. BITS



Mapa de ataques computacionales.



Alejandro Hevia

Profesor Asistente, DCC, U. de Chile.
Ph.D. Computer Science, University of California, San Diego (2006);
Ingeniero Civil en Computación, Universidad de Chile (1998).
Director CLCERT.
ahevia@dcc.uchile.cl

El CLCERT es un grupo de investigación de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la Universidad de Chile, dirigido por el profesor Alejandro Hevia. Sus áreas de trabajo son Criptografía Aplicada y Seguridad Computacional. En la primera, el Grupo busca investigar nuevos protocolos computacionales, técnicas y herramientas matemáticas para construir sistemas computacionales que funcionen correctamente incluso ante la presencia de ataques. Ejemplos de estos son los sistemas de votación y comunicación anónima. Su segundo objetivo es el estudio y monitoreo de la seguridad computacional de las redes,

mediante el análisis y la anticipación a las amenazas y la reducción, en particular, de la cantidad de incidentes de seguridad perpetrados desde y hacia los sistemas computacionales en Chile. En este sentido, el grupo busca desarrollar herramientas computacionales y recursos humanos apropiados para mejorar la seguridad de nuestras redes. Es en esta última área donde se enmarca la labor de difusión del CLCERT, el cual se constituye como un punto nacional de encuentro, contacto y coordinación entre instituciones y personas relacionadas del medio local.



Integrantes de CLCERT, de izq. a der.: Sergio Miranda, Alejandro Hevia, Marcos Kiwi.

INTEGRANTES DEL GRUPO

Actualmente el CLCERT está integrado por miembros de la FCFM en los siguientes cargos: director, profesor Alejandro Hevia (Ph.D.), del Departamento de Ciencias de la Computación (DCC); director Alterno, profesor Marcos Kiwi (Ph.D.), del Departamento de Ingeniería Matemática; y director de Tecnología, el ingeniero Sergio Miranda. A ellos se suman los asistentes de investigación Philippe Camacho, Julio Quinteros, Cristian Rojas y los estudiantes Francisca Moreno, Alonso González, Renata Faccilongo, Rodrigo Porras, Felipe Troncoso, Fernando Krell, Patricio Seguel y Gastón L'Huillier.

ÁREAS DE INVESTIGACIÓN

La Criptografía históricamente ha buscado estudiar las técnicas, modelos y herramientas matemáticas necesarias para resolver problemas relacionados con la privacidad, integridad y disponibilidad de la información. Ejemplos clásicos de estos problemas son la encriptación y firmas digitales. Recientemente, las herramientas criptográficas han mostrado ser fundamentales para implementar sistemas

distribuidos seguros, como sistemas de votación electrónica verificable, sistemas de manejo de identidad online y/o móvil y sistemas de reportes y denuncias de crímenes en forma anónima.

En el CLCERT no sólo se investigan dichas herramientas y técnicas matemáticas, sino también los conceptos y nociones de seguridad apropiadas para los problemas (¿qué significa que un sistema de votación electrónica sea seguro?, ¿hasta qué punto puede un sistema de comunicación anónima ser reversible en caso de que se detecten abusos?).

En la práctica, un buen sistema computacional debe satisfacer todos los requerimientos funcionales y de seguridad. Este último no sólo

se logra usando las herramientas adecuadas, sino que entregando evidencia matemática de seguridad. Esto es, demostraciones formales y rigurosas que ataques al sistema no son posibles si resolver ciertos problemas matemáticos es computacionalmente difícil. Es en este círculo formado por el desarrollo de herramientas matemáticas, el diseño de protocolos criptográficos, la definición de nociones y demostraciones de seguridad, donde los criptógrafos del CLCERT realizan su trabajo.

El área de la seguridad computacional representa un aspecto aplicado de los problemas anteriores. La interconexión de nuestros sistemas a escala internacional ha permitido niveles de acceso e intercambio de la información sin precedentes, con claros beneficios económicos y sociales. Sistemas de acceso bancario en forma remota han permitido manejar nuestras finanzas online desde cualquier parte y a cualquier hora. Sin embargo, la interconexión de sistemas con información valiosa, usando tecnologías esencialmente sin buenos mecanismos de autenticación (como TCP/IP), ha creado una poco deseable consecuencia: los ataques computacionales como un negocio rentable. Hoy en día, nuestras redes computacionales son continuamente atacadas desde distintas partes del mundo, en forma totalmente automatizada (vía programas maliciosos como gusanos y troyanos) a fin de robar esta información valiosa. Los miembros del CLCERT buscan estudiar dichos ataques en las redes, alcances y métodos, a fin de proponer mecanismos para prevenirlos, detectarlos y en efecto disminuirlos.

Las principales áreas de investigación en Criptografía y Seguridad Computacional en





Interfaz de sistema de votación electrónica.

las cuales miembros del CLCERT trabajan son:

- Votación Electrónica Verificable.
- Sistemas de Comunicación Anónima Robustos.
- Acumuladores Criptográficos.
- Sistemas de Monitoreo y Análisis de Malware.

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Los proyectos de investigación del CLCERT usualmente se canalizan a través de las tesis de memoria, magíster y doctorado de sus participantes. A continuación se mencionan algunos ejemplos.

Votación Electrónica Verificable

Un sistema de votación electrónica es verificable si permite garantizar matemáticamente la exactitud del cómputo del resultado final a votantes y observadores externos. En particular, debe permitir convencer a cada votante que su voto, y el de todos los votantes, ha sido contado

exactamente una sola vez y, al mismo tiempo, preservar la privacidad del voto. Más aún, el sistema debe garantizar que no existe un único punto de falla. Esto es, el conteo debe ser llevado a cabo por un conjunto de servidores distribuidos que garanticen un cálculo correcto, incluso aunque una minoría de los servidores sea comprometido (hacheado) para alterar la elección o violar la privacidad de los votos. Garantías tan fuertes sólo pueden obtenerse usando mecanismos criptográficos, objeto del estudio de varias memorias en el CLCERT. De hecho, un prototipo funcional de sistema de votación electrónica verificable ya ha sido utilizado durante las elecciones tanto de Director del Departamento de Ciencias de la Computación (diciembre 2008) como de la directiva del Centro de Alumnos del DCC (2008 y 2009). Actualmente el sistema está siendo mejorado a fin de facilitar su uso en un mayor espectro de elecciones. Otras líneas de investigación relacionadas incluyen el desarrollo de sistemas *lightweight* para plataformas móviles.

Sistemas Robustos de Comunicación Anónima

Existen escenarios donde poder comunicar mensajes en forma anónima es imprescindible,

por ejemplo, en un sistema de reporte de tips (o denuncias) contra el narcotráfico, organizaciones criminales o corrupción. O bien, en un sistema de consulta online sobre temas “sensibles” médicos como tratamientos contra el SIDA o políticamente comprometedores. El éxito de tales sistemas depende de su capacidad de garantizar el anonimato, aún ante la corrupción o curiosidad de los “administradores” del sistema. En reciente proyecto en el CLCERT, el estudiante Patricio Seguel, usando técnicas criptográficas, diseñó uno de tales sistemas: un canal de comunicación anónima robusta. Asimismo, el estudiante de doctorado Julio Quinteros actualmente investiga maneras de proveer comunicación anónima eficiente, pero con altas garantías de seguridad y nueva funcionalidad, como mecanismos de revocación del anonimato a fin de evitar abusos al sistema.

Acumuladores Criptográficos

Una importante línea de investigación en el CLCERT es el estudio e implementación de acumuladores criptográficos. Estos objetos consisten en protocolos distribuidos que permiten, entre otros, implementar mecanismos de estampas de tiempo confiables y credenciales anónimas de autenticación. Liderada por el estudiante de doctorado Philippe Camacho, el estudio incluye el desarrollo de versiones que toleren administradores maliciosos y/o provean nuevas funcionalidades, así como la precisión de sus posibles limitaciones teóricas.

Sistemas de Monitoreo y Análisis de Malware

Fruto de las tesis de los estudiantes Felipe Troncoso y Francisco Echeverría, el CLCERT ha desarrollado varios sistemas de monitoreo de redes a fin de detectar y caracterizar el *malware* (programa malicioso) que actualmente circula por las redes. Este proyecto ha permitido finalmente desarrollar un Laboratorio de Malware, mediante el

cual se captura, clasifica y estudia instancias de programas maliciosos. Además, Sergio Miranda recientemente ha obtenido financiamiento por parte de LACNIC (proyecto Amparo) para implementar la primera "Darknet" chilena: un sistema automático diseñado para monitorear un amplio espectro de actividad maliciosa en la Red y así proveer de información oportuna y precisa a los profesionales de seguridad de nuestra comunidad local.

Cooperación Internacional

En 2009 el CLCERT organizó el FIRST Technical Colloquium por primera vez en Chile. Este evento es una instancia de discusión e intercambio de información respecto a incidentes, vulnerabilidades, herramientas y varios otros que afectan la operación de grupos de respuesta a incidentes de seguridad de FIRST (Forum of Incident Response Teams, www.first.org). El evento fue realizado el 22 y 23 de octubre de 2009 y precedido por el CLCERT/FIRST Security Workshop; un evento de seguridad computacional abierto a la comunidad local, el cual contó con la participación de más de 120 profesionales del área. La actividad fue patrocinada por el gobierno de Chile y financiado en parte

por el Centro de Modelamiento Matemático de la Universidad de Chile, NIC Chile, Microsoft-Chile, Intel y Sinapsis.

En términos de investigación, el CLCERT mantiene lazos de colaboración con investigadores internacionales. Ejemplos de proyectos realizados en conjunto recientemente incluyen:

- Estudio de sistemas de Anonimatos Robustos: Dr. Tamara Rezk, INRIA Sophia, Antipolis, Francia; Dr. Gilles Barthe, IMDEA, España; Dr. Bogdan Warinschi, Universidad de Bristol, UK.
- Estudio de la Eficiencia de Comunicación Anónima vía DC nets: Dr. Alfredo Viola, Universidad de la República, Uruguay.
- FACTOIDS: Modelos y Herramientas para el Análisis e Intercambio Seguro de Datos Colectados por Sensores: Carlos Martínez-Cagnazzo (ANTEL, Uruguay) y Dr. Gustavo Betarte, Universidad de la República, Uruguay.

Interacción con el Medio Local

Aparte de la realización de eventos de seguridad como los mencionados

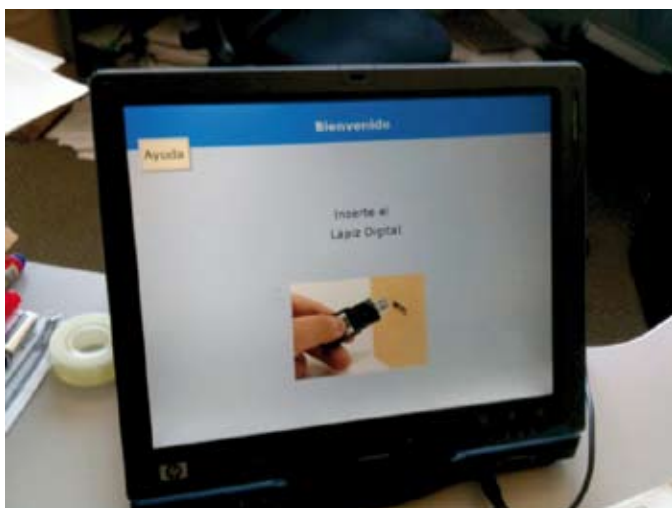
anteriormente, el CLCERT realiza desde 2005 actividades de difusión y distribución de información de seguridad. En particular, distribuye alertas de seguridad en forma periódica las cuales son recibidas por miembros de la comunidad local de esta área, incluido el gobierno de Chile. En particular, 236 alertas fueron enviadas durante el año 2009.

Asimismo, el CLCERT realiza diversas actividades de capacitación y generación de recurso humano especializado. Entre ellas se incluye un Diploma de Postítulo en Seguridad Computacional (impartido por el DCC), el cual ya tiene su sexta versión. El CLCERT también ofrece diversos cursos de capacitación en temas como derecho informático para ingenieros, biometría, administración de parches de seguridad y 'segurización' de plataformas específicas tales como Microsoft Windows y Linux. Estos cursos son dictados a través de una red de colaboradores del CLCERT formada por profesionales y expertos del área como Luis Montenegro, Isabel de la Barra, Marco Antonio Zúñiga y Paula Jervis, Rosina Ordoqui y Pablo Rojo, entre otros.

Recientemente miembros del CLCERT han colaborado con ingenieros de NIC Labs (NIC Chile), entre ellos Tomás Barros y Víctor Ramiro, en la implementación de nuevos mecanismos de seguridad para el desarrollo de DNSSEC. En particular, en este proyecto se busca implementar un sistema de firma electrónica distribuida robusta, el cual pueda sostener el sistema de generación de firmas requerido por DNSSEC de manera altamente resistente a fallas. BITS

CONTACTO

www.clcert.cl
 Profesor Alejandro Hevia,
ahevia@dcc.uchile.cl



Sistema de votación electrónica en una Tablet PC.

Son las nuevas generaciones las que
nos hacen volar
cada año más alto...

...Celebramos **35 años** de
docencia, investigación e innovación
en **Computación**

www.dcc.uchile.cl



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
UNIVERSIDAD DE CHILE



fcfm

REVISTA
BITS de Ciencia
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

UNIVERSIDAD DE CHILE



fcfm

Ciencias de la
Computación
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

www.dcc.uchile.cl/revista

revista@dcc.uchile.cl