



REVISTA DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA  
COMPUTACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

# Bits

DE CIENCIA

PRIMER SEMESTRE 2015

## PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN COLEGIOS

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y  
PROGRAMACIÓN A NIVEL ESCOLAR  
EN CHILE

| Nancy Hitschfeld | Jorge Pérez | Jocelyn Simmonds

LAS OLIMPIADAS CHILENAS  
DE INFORMÁTICA

| Roberto Asín  
| Federico Meza  
| Andrea Rodríguez

COLABORACIÓN EN AMBIENTES DE  
DATOS GEORREFENCIADOS INCOMPLETOS

| Nelson Baloian | Jonathan Frez | José A. Pino



## COMITÉ EDITORIAL

Claudio Gutiérrez, profesor  
Alejandro Hevia, profesor  
Gonzalo Navarro, profesor  
Sergio Ochoa, profesor

## EDITOR GENERAL

Pablo Barceló, profesor

## EDITORA PERIODÍSTICA

Ana Gabriela Martínez

## PERIODISTA

Karin Riquelme

## DISEÑO

Puracomunicación

## FOTOGRAFÍAS E IMÁGENES

Comunicaciones DCC

Puracomunicación

Mauricio Quezada

Escuela de Ingeniería UC

Archivo Central Andrés Bello, U. de Chile

EducarChile

Memoria Chilena

Revista BITS de Ciencia del Departamento de Ciencias de la Computación de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile se encuentra bajo Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Chile. Basada en una obra en [www.dcc.uchile.cl](http://www.dcc.uchile.cl)



Revista Bits de Ciencia N°12

ISSN 0718-8005 (versión impresa)

[www.dcc.uchile.cl/revista](http://www.dcc.uchile.cl/revista)

ISSN 0717-8013 (versión en línea)



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN  
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento de Ciencias  
de la Computación

Avda. Beauchef 851, 3° piso,  
Santiago, Chile

837-0459 Santiago

[www.dcc.uchile.cl](http://www.dcc.uchile.cl)

Fono 56-2-29780652 | Fax 56-2-26895531

[revista@dcc.uchile.cl](mailto:revista@dcc.uchile.cl)

## CONTENIDOS

### 01 EDITORIAL

| PABLO BARCELÓ

### INVESTIGACIÓN DESTACADA



### 02 COLABORACIÓN EN AMBIENTES DE DATOS GEORREFERENCIADOS INCOMPLETOS

| Nelson Baloian, Jonathan Frez,  
José A. Pino

### COMPUTACIÓN Y SOCIEDAD

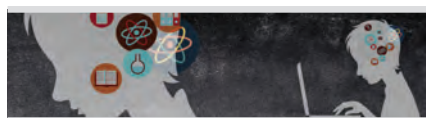
### 12 PROYECTO DE AUTOMACIÓN DEL BANCO DEL ESTADO DE CHILE, 1965-1969

| Juan Álvarez

### 24 EDUCACIÓN CONTINUA EN EL DCC DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE: UN FACTOR QUE INFLUYE EN EL DESARROLLO PROFESIONAL

| Nelson Baloian, Christian  
Bridevaux, Johan Fabry

### PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN COLEGIOS



### 28 PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y PROGRAMACIÓN A NIVEL ESCOLAR EN CHILE: EL VALOR DE FORMAR A LOS INNOVADORES TECNOLÓGICOS DEL FUTURO

| Nancy Hitschfeld, Jorge Pérez,  
Jocelyn Simmonds

### 34 DESARROLLANDO EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL: ACERCANDO LA COMPUTACIÓN A NIÑAS Y NIÑOS DE CHILE

| Nancy Hitschfeld, Francisco  
Gutiérrez, Vanessa Peña, Jorge Romo

### 40 LAS OLIMPIADAS CHILENAS DE INFORMÁTICA

| Roberto Asín, Federico Meza,  
Andrea Rodríguez

### 44 MI TALLER DIGITAL: UNA APUESTA PARA EL DESARROLLO DE LAS HABILIDADES TIC EN LOS ESTUDIANTES

| Cristina Escobar

### 48 PENSAMIENTO COMPUTACIONAL: UNA IDEA A LA QUE LE LLEGÓ EL MOMENTO

| Cristian Bravo-Lillo

### 52 ESCUELA DE DESARROLLADORES PROYECTO PILOTO: "TALLER JÓVENES PROGRAMADORES DE BIBLIOREDES"

| Franklin Seguel

### 56 PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN COLEGIOS: INICIATIVAS EN LATINOAMÉRICA

| Jocelyn Simmonds

### CONVERSACIONES

### 60 ENTREVISTA A JEANNETTE WING, ANDREA RODRÍGUEZ Y VALERIA HERSKOVIC

| Jocelyn Simmonds, Nancy Hitschfeld

### SURVEYS

### 64 MODELAMIENTO Y VISUALIZACIÓN DEL CONTEXTO GEOTEMPORAL DE EVENTOS EXTRAÍDOS DE REDES SOCIALES EN LÍNEA

| Vanessa Peña



# EDITORIAL

Mejor dejarlo claro desde un principio: creemos que además de aprender la lectura, escritura, y aritmética, los niños de hoy deben también desarrollar el pensamiento computacional. Así como antes el latín, y luego la matemática, fueron los medios para enseñar a estructurar el pensamiento a niños y jóvenes, en el siglo XXI este rol le corresponde a la capacidad de solucionar problemas, diseñar sistemas, y entender el comportamiento humano a través de los conceptos fundamentales de la Ciencia de la Computación.

Como la reconocida investigadora Jeannette Wing lo ha dicho, "pensar computacionalmente es (entre otras muchas cosas) pensar recursivamente, pensar en paralelo, interpretar código como datos y datos como código, valorar un programa no solo por su correctitud y eficiencia sino también por su belleza, usar la abstracción y la descomposición cuando se enfrenta una tarea compleja, modelar los aspectos esenciales de un problema para volverlo manejable, desarrollar heurísticas para resolver aquellas tareas que no podemos resolver completamente, y usar datos masivos para acelerar la computación"<sup>1</sup>.

La ventaja de desarrollar el pensamiento computacional es entonces evidente: permite la transformación de una sociedad formada por meros consumidores de tecnología, en una de potenciales desarrolladores de ésta. Desafortunada, aunque no extrañamente, Chile ha desperdiciado la posibilidad de mantener el tranco de los líderes mundiales en estos temas, y ha persistido en una política de enseñanza computacional en colegios que privilegia el aprendizaje de ciertos sistemas operativos (por ejemplo, Windows) y/o software propietario (por ejemplo, Word y Excel).

Por otro lado, varios académicos, instituciones y agencias estatales han comenzado a visualizar la relevancia del problema, proponiendo distintas iniciativas para acercar el pensamiento computacional a nuestros niños. Esta Revista quiere dar visibilidad a alguna de esas iniciativas, invitando a algunos de los expertos nacionales en el tema a contarnos sus opiniones y experiencias. En particular:

- Nancy Hitschfeld, Jorge Pérez y Jocelyn Simmonds, nos cuentan sobre la importancia del desarrollo del pensamiento computacional en los colegios.
- Nancy Hitschfeld, Francisco Gutiérrez, Jorge Romo y Vanessa Peña, nos presentan el programa de acercamiento al pensamiento computacional que desarrolla nuestro Departamento.
- Roberto Asín, Federico Meza y Andrea Rodríguez, de la Corporación C<sup>100</sup>, nos cuentan sobre las Olimpiadas Chilenas de Informática.
- María Cristina Escobar, de Enlaces, presenta el programa "Mi Taller Digital".
- Cristián Bravo-Lillo nos habla del desarrollo del pensamiento computacional en Estados Unidos y Europa.
- Franklin Seguel, de Biblioredes, nos presenta el programa "Jóvenes Programadores".
- Jocelyn Simmonds, realiza un resumen de varias experiencias en el tema en los países del cono sur.

También incluimos nuestras secciones tradicionales:

- Investigación Destacada, con el artículo "Colaboración en ambientes de datos georreferenciados incompletos" de Nelson Baloian, Jonathan Frez y José Pino.

- Computación y Sociedad, donde presentamos el artículo "Proyecto de automatización del Banco del Estado de Chile, 1965-1969", de Juan Álvarez, y el artículo "Educación Continua en el DCC de la Universidad de Chile" de Nelson Baloian, Christian Brideveaux y Johan Fabry.
- Una entrevista a Jeannette Wing, Andrea Rodríguez y Valeria Herskovic, llamada "Género y la enseñanza del pensamiento computacional".
- Finalmente, un survey de la alumna de Doctorado Vanessa Peña, cuyo título es "Modelamiento y visualización del contexto geotemporal de eventos extraídos de redes sociales en línea".

Espero que disfruten la Revista que, como es costumbre, hemos preparado con especial dedicación para nuestros lectores. Si tienen algún comentario, sugerencia o reclamo por favor envíenlo al correo [revista@dcc.uchile.cl](mailto:revista@dcc.uchile.cl).

## PABLO BARCELÓ

Editor General



<sup>1</sup> Jeannette M. Wing: Computational thinking. Commun. ACM 49(3): 33-35 (2006).

# COLABORACIÓN EN AMBIENTES DE DATOS GEORREFERENCIADOS INCOMPLETOS

Cuando uno piensa en un Sistema de Información Geográfica (GIS), cree que la información asociada a los mapas es completa, veraz y consistente. Sin embargo, en muchos casos la información es incompleta, y/o parcialmente falsa y/o contradictoria. La razón es simple: los datos de un GIS típicamente se obtienen de variadas fuentes, y los procedimientos de recolección son diferentes, con métricas y granularidad distintas, y con propósitos variados; la integración, entonces, se aleja de la perfección[1][2][3]. De hecho, el desarrollo de la base de datos correspondiente es en la mayoría de los casos el principal desafío.



## NELSON BALOIAN

Profesor Asociado Departamento de Ciencias de la Computación (DCC), Universidad de Chile. Doktorrer. nat, Universität Duisburg, Alemania (1997); Ingeniero Civil en Computación, Universidad de Chile (1988). Líneas de investigación: Instrucción Asistida por Computador, Sistemas Distribuidos. [nbaloian@dcc.uchile.cl](mailto:nbaloian@dcc.uchile.cl)



## JONATHAN FREZ

Académico Universidad Diego Portales. Estudiante de Doctorado en Ciencias mención Computación, Universidad de Chile; Magíster en Ciencias Mención Computación, Universidad de Chile; Ingeniero Civil en Informática y Telecomunicaciones, Universidad Diego Portales. Líneas de investigación: Sistemas Colaborativos, Sistemas de Apoyo a Decisiones, Educación con Apoyo de Tecnología. [jonathan.frez@mail.udp.cl](mailto:jonathan.frez@mail.udp.cl)



## JOSÉ ALBERTOPINO

Profesor Titular Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile. Master y calificado a Ph.D. in Computer Science (1977); Master of Science in Engineering, University of Michigan (1972); Ingeniero Matemático, Universidad de Chile (1970). Líneas de investigación: Sistemas Colaborativos, Sistemas de Apoyo a Decisiones, Interacción Humano-Computador, Educación Apoyada con Tecnología. [jpino@dcc.uchile.cl](mailto:jpino@dcc.uchile.cl)

Un enfoque de manejo de esta situación es ignorar la calidad variada de los datos y dejar a los usuarios interpretarlos en una especie de opción de "es nuestro mejor intento". Nuestro grupo de investigación trabaja en un enfoque alternativo. En primer lugar, reconocer la naturaleza probabilística de la información, ya que no estamos seguros de ella. En segundo lugar, posibilitar el trabajo colaborativo de los usuarios, que muchas veces son expertos en los datos correspondientes [4].

## UN EJEMPLO

Un ejemplo clásico de información georreferenciada incompleta se refiere a mapas con depósitos minerales. Si se tuviera un mapa completo

con información sobre los depósitos bajo tierra, sería muy simple y sin riesgo hacer explotaciones mineras. Eso lamentablemente no es así: la información disponible es escasa y cara de incrementar. Pero hay geólogos expertos que pueden tener sus hipótesis sobre los lugares geográficos más promisorios para intentar una exploración inicial [3][5][6]. Un aspecto interesante es combinar de alguna forma las hipótesis de estos varios expertos de manera de explorar la zona geográfica que represente mejor estas hipótesis.

Por ejemplo en [7], utilizan una técnica desarrollada a la medida para buscar yacimientos de cobre en base a la teoría de Dempster-Shafer de manera directa, sin aplicar lógica difusa o alguna otra técnica que pueda incrementar la precisión de los resultados. En la **Figura 1** se



observan los niveles de Belief en que se basan las múltiples hipótesis que indican la existencia de cobre.

Desde el punto de vista teórico, el soporte puede venir, y de hecho se ha investigado, de varias teorías probabilísticas: pesos a las evidencias, teoría de probabilidad condicional de Bayes, lógica difusa, y teoría de Dempster-Shafer. Esta última es la que hemos escogido.

## LA TEORÍA

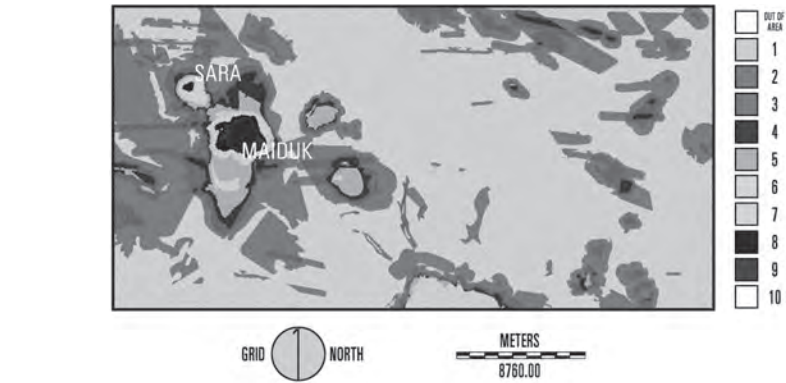
La teoría de Dempster-Shafer [8] también es conocida como la teoría de funciones de creencia. Toma su nombre de A. P. Dempster (1968) y Glenn Shafer (1976). De hecho, el razonamiento detrás de la teoría comienza en el siglo XVII. La teoría llamó la atención de diversos investigadores de Inteligencia Artificial a comienzos de la década de 1980, cuando se comenzaban a adaptar teorías probabilísticas a sistemas expertos.

Un primer supuesto que usaremos es respecto a los datos. Supondremos que ellos se puedan representar con un valor promedio y una desviación típica. Por ejemplo, en una cierta ubicación podemos tener una densidad media de 5 personas por metro cuadrado (si los datos que estamos trabajando se refieren a personas) y una desviación típica de 2.

La **Tabla 1** muestra el número promedio de personas ubicadas en lugares geográficos (que por simplicidad, ponemos numeradas, pero que en una situación más real corresponderían a coordenadas geográficas).

| UBICACIÓN | # MEDIO DE PERSONAS |
|-----------|---------------------|
| 1         | 12                  |
| 2         | 20                  |
| 3         | 7                   |
| 4         | 19                  |
| 5         | 17                  |

**TABLA 1.** UBICACIÓN Y # MEDIO DE PERSONAS.



**FIGURA 1.** MAPA DE BELIEF DE DEPÓSITOS DE COBRE EN SHAHR-E-BABAK, IRÁN. LA LEYENDA INDICA EL NIVEL DE SOPORTE DE MANERA INCREMENTAL [7].

Supongamos ahora que queremos responder una pregunta con estos datos: ¿cuáles son las ubicaciones que tienen 13 o más personas y 23 o menos de ellas? Escribimos esta consulta como  $Q = [13-23]$ . En este caso, 3/5 de nuestras ubicaciones satisfacen el requerimiento (las ubicaciones 1 y 3 no lo satisfacen).

Supongamos ahora que no sabemos exactamente cuántas personas hay en cada lugar, pero sabemos un "rango" de personas que puede estar allí. La **Tabla 2** muestra este caso. Si quisiéramos responder la consulta  $Q$ , solo 2/5 ubicaciones satisfacen completamente el requerimiento, ya que cualquiera que sea el valor "real" del número de personas en las ubicaciones 4 y 5,  $Q$  es satisfecha. Adicionalmente, otras 2/5 ubicaciones pueden tener una posibilidad de satisfacerla (ubicaciones 1 y 2). Por supuesto, hay otra ubicación (la No. 3), que no tiene posibilidad alguna de satisfacer la consulta  $Q$ .

| UBICACIÓN | RANGO DE # DE PERSONAS |
|-----------|------------------------|
| 1         | [9-21]                 |
| 2         | [12-23]                |
| 3         | [5-10]                 |
| 4         | [17-20]                |
| 5         | [14-22]                |

**TABLA 2.** UBICACIÓN VERSUS RANGO DE NÚMERO DE PERSONAS.

La teoría define tres tipos de respuestas a las consultas:

- **Plausible:** es la probabilidad que la variable aleatoria tome valores dentro del rango de la consulta.
- **Cierta:** es la probabilidad que el rango completo de la distribución de la variable esté dentro del rango de la consulta.
- **Incierta:** no se puede derivar información que tenga valor a partir de estos datos.

Ahora entonces podemos calcular las hipótesis (Plausibilidad, Certeza, e Incerteza) para cada ubicación del ejemplo de las Tablas 1 y 2. En la **Tabla 3** podemos ver que el nivel de Certeza sobre todas las ubicaciones es 40% y el nivel de Plausibilidad es 80%. Estos valores se consideran como cotas inferior y superior de la posibilidad, es decir, entre 40% y 80% de las ubicaciones tienen alguna **posibilidad** de tener un número similar de personas en el rango solicitado. Además de esta información, la teoría establece que puede darse un cierto peso a cada una de las hipótesis. Estos pesos pueden ser asignados por expertos o por heurísticas. La **Tabla 4** muestra un ejemplo en que los pesos fueron asignados por un experto.

En este caso, ya que  $Q = [13-23]$ , la Certeza es 30% (20% de la ubicación 4 más 10% de la ubicación 5), mientras que la Plausibilidad es 65% (20% de la posición 1 más 15% de la posición 2, que son plausibles, más 30% de las posiciones ciertas 4 y 5).

| UBICACIÓN | PERSONAS | HIPÓTESIS |
|-----------|----------|-----------|
| 1         | [9-21]   | Plausible |
| 2         | [12-23]  | Plausible |
| 3         | [5-10]   | Incierta  |
| 4         | [17-20]  | Cierta    |
| 5         | [14-22]  | Cierta    |

| PERSONAS | PESO |
|----------|------|
| [9-21]   | 20%  |
| [12-23]  | 15%  |
| [5-10]   | 35%  |
| [17-20]  | 20%  |
| [14-22]  | 10%  |

**TABLA 3.** HIPÓTESIS PARA  $Q = [13-23]$ .

**TABLA 4.** PESOS ASIGNADOS POR EXPERTO.

## USANDO LA TEORÍA

Para aplicar la teoría de Dempster-Shafer a contextos geográficos es necesario realizar ciertas extensiones y redefinir algunos conceptos para que sean compatibles con hipótesis que tienen comportamientos espaciales [9][6][10][11]. Por ejemplo el hecho de que algunas hipótesis se pueden cumplir en algunos lugares y en otros no.

De manera de simplificar el análisis, se define un número limitado de lugares de evaluación. Es decir, se define una grilla donde cada celda corresponde a un área a evaluar. Los elementos de datos que se encuentran dentro de cada grilla soportan las hipótesis planteadas de manera independiente (ver **Figura 2**).

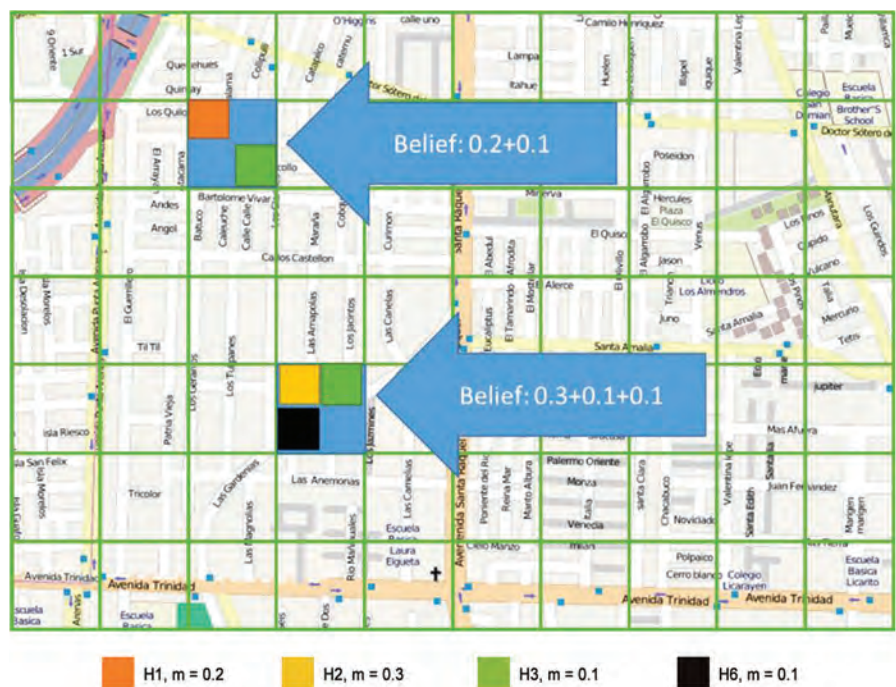
En la definición clásica de Dempster-Shafer las hipótesis con alto peso implican mayor soporte. En un modelo espacial dicho peso podría ser inexistente en algunas celdas de no estar presente geográficamente el elemento de dato asociado a la hipótesis. El resultado es que se obtienen lugares con mayor elementos de soporte que otros, es decir un soporte compuesto (ver **Figura 3**).

Si bien este método de evaluación podría ser aplicado directamente a problemas específicos como los mencionados en el ejemplo inicial, es necesario reconocer que en problemas más complejos como puede ser el análisis de datos relacionados a ciudades, los datos son dinámicos, es decir varían en tiempo y espacio, por lo cual es necesario definir mecanismos que permitan modelar dichos comportamientos.

Comenzando por el comportamiento especial de las masas (pesos) debemos considerar que éste tiene una relación directa con el tipo de fenómeno que se está analizando, por ejemplo:



**FIGURA 2.** MODELO BÁSICO DE EVALUACIÓN, H1-H6 SON HIPÓTESIS.



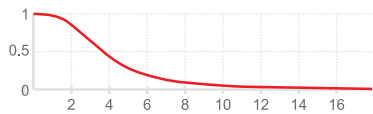
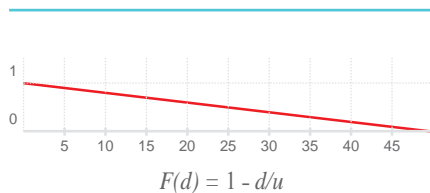
**FIGURA 3.** VALOR DE BELIEF EN CADA CELDA.

si queremos modelar la ubicación de personas, podemos asumir un cierto comportamiento en cuanto a movimiento, pero si estamos estudiando mapas de riesgo criminal, la naturaleza del problema nos indica que el "movimiento" debiese ser diferente. A modo de ejemplo podríamos decir que una persona podría desplazarse unos 500 metros en un lapso de tiempo que comprende el grado de discrecionalidad de la evaluación, sin embargo el riesgo de ser asaltado se desplazaría 200 metros respecto del punto de evaluación. De manera de poder analizar el desplazamiento de la masa definiremos una función de masa espacial:

$$ms(d) \begin{cases} 1 & \text{if } d = 0 \text{ (inside)} \\ F(d) & \text{if } d > 0 \text{ (outside)} \end{cases}$$

**Ecuación 1.**  
Función de masa espacial.

En donde F(d) podría variar según lo que estemos modelando, ver **Figura 4**.

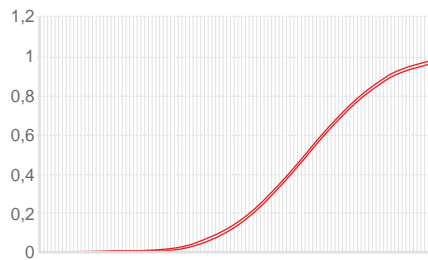


$$F(d) = \frac{d^3}{(d^3 + u)} 1 -$$

**FIGURA 4.**  
FUNCIONES DE MODELADO DE MASA EN EL ESPACIO CON  $u = 50$ .

Si definimos que F(d) corresponde a funciones de distribución de probabilidad podremos extender sus propiedades a que  $F(x=x)=0$ . Al utilizar la función de distribución de probabilidad

acumulada (CDF) obtendremos la probabilidad de  $X \leq x$ . En términos simples que un elemento se encuentre más cerca de x unidades de distancia. Para simplificar el Sistema, la función de distribución a utilizar será la normal, cuya CDF se ve como en la **Figura 5**.



**FIGURA 5.**  
NORMAL CDF.

A partir de allí definimos F(d) como:

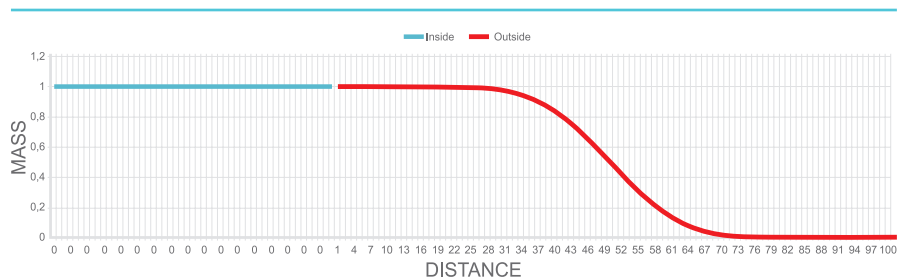
$$F(d) = 1 - P(d)$$

$$P(x) = \frac{1}{2} \left[ 1 + \operatorname{erf} \left( \frac{x - \mu}{\sigma \sqrt{2}} \right) \right]$$

$$\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \left( x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{10} - \frac{x^7}{42} \dots \right)$$

**Ecuación 2.**  
F(d) en base a CDF normal.

Finalmente ms(d) tendría un comportamiento como el visto en la **Figura 6**.



**FIGURA 6.**  
MS(D) EJEMPLO USANDO  $\mu = 50 \sigma = 10$ .

También definiremos una función de masa en un elemento para analizar información en base a la probabilidad de encontrar información que se encuentre dentro de un intervalo, como en el ejemplo descriptivo de la teoría de Dempster-Shafer.

$$P[v1, v2] = P\{x > v1, x < v2\} = \int_{v1}^{v2} f(x) dx = F(v2) - F(v1)$$

**Ecuación 3.**  
Probabilidad de encontrar un valor en un intervalo.

Con la cual definimos im() como la función de masa para intervalos:

$$im(v1, v2) = F(v2) - F(v1)$$

**Ecuación 4.**  
Función de masa para intervalos.

Utilizando la función de masa ms(d) podemos elaborar un modelo de distribución de masas en el espacio en los cuales todos los elementos de datos generan masas en todas las celdas a evaluar (ver **Figura 7**).

Utilizando las reglas de combinación de Dempster-Shafer, podemos realizar un mapa en el cual cada celda tiene asociada su propio valor de belief.

Con lo anterior realizamos una simulación en el área de la estación Shibuya de Tokio, Japón [11]. La **Figura 8** muestra el mapa con varios polígo-

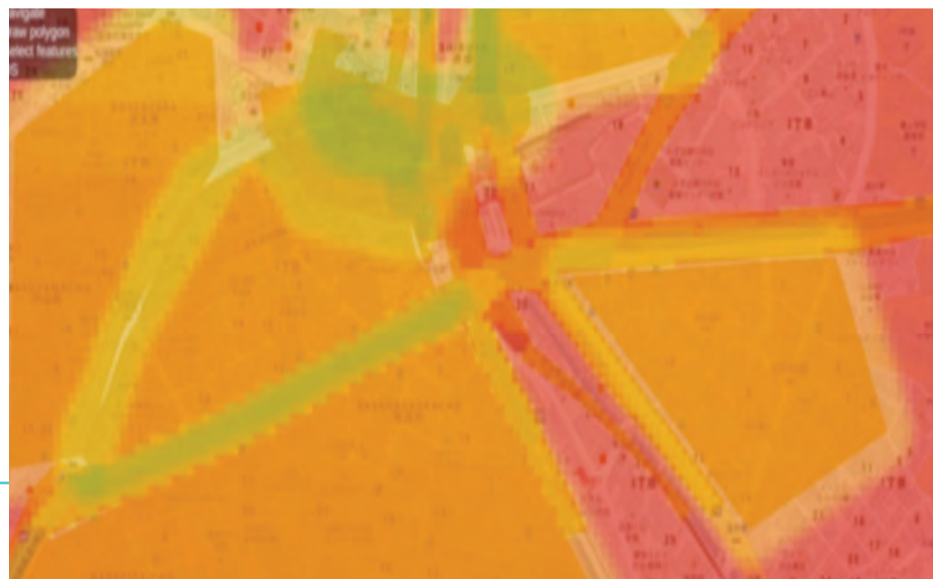




**FIGURA 7.** DISTRIBUCIÓN DE MASA EN EL ESPACIO.



**FIGURA 8.** CADA FUENTE PROVEE UN POLÍGONO. ESTÁN REPRESENTADOS CON EL MISMO COLOR CON UN GRADO DE TRANSPARENCIA, ASÍ QUE LA MAYOR SATURACIÓN DE COLOR INDICA TRASLAPO DE ELEMENTOS. CUANDO NO HAY COLOR, NO HAY DATOS.



**FIGURA 9.** REPRESENTACIÓN DE LA CERTEZA DIFUSA.



nos que contienen datos provistos por varias fuentes y que representan densidad humana (número de personas por metro cuadrado).

El proceso de combinación de datos de varias fuentes puede ejecutarse para cada polígono. Para efectuar este cálculo el área completa a analizar se divide en pequeños cuadrados (10x10 metros) y el proceso de cálculo se ejecuta para cada uno de esos cuadrados.

El resultado de la combinación es una función de certeza difusa en dos dimensiones: espacio y probabilidad de ocurrencia. En la **Figura 9** vemos los resultados de aplicar los modelos de distribución espacial y de intervalos a la consulta: “¿Cuál es la probabilidad de encontrar entre 4 y 7 personas por metro cuadrado?”.

Como podemos observar no hay celdas sin datos. Esto sucede porque de acuerdo a las reglas de propagación, la probabilidad nunca baja a 0, aún en zonas donde no hay disponibilidad de datos. Haciendo zoom en la figura, es posible ver que de acuerdo al resultado, hay un valor de certeza distinto de cero de encontrar personas en los rieles de la estación de trenes; por supuesto, esta es una conclusión errónea. Ya que la certeza se propaga por el mapa, es importante incluir reglas, restricciones u otras características en los procesos que toman en cuenta este tipo de situaciones. Nuestro enfoque para resolver este problema fue desarrollar una estructura que permita evaluar métodos de interacción de clases de elementos que soportan hipótesis. Para lo cual definimos un tipo de objeto geográfico que contiene las funciones de evaluación de masas y de reglas de interacción entre clases.

```

GeoObject
+ fields:mass
+ interactions:HashMap<String, function>

+ ms(d):weight
+ im(v1,v2):weight
+ tm(d):weight
+ addInteraction(Classname, interfunc):weight
+ Interact(Classname):weight
    
```

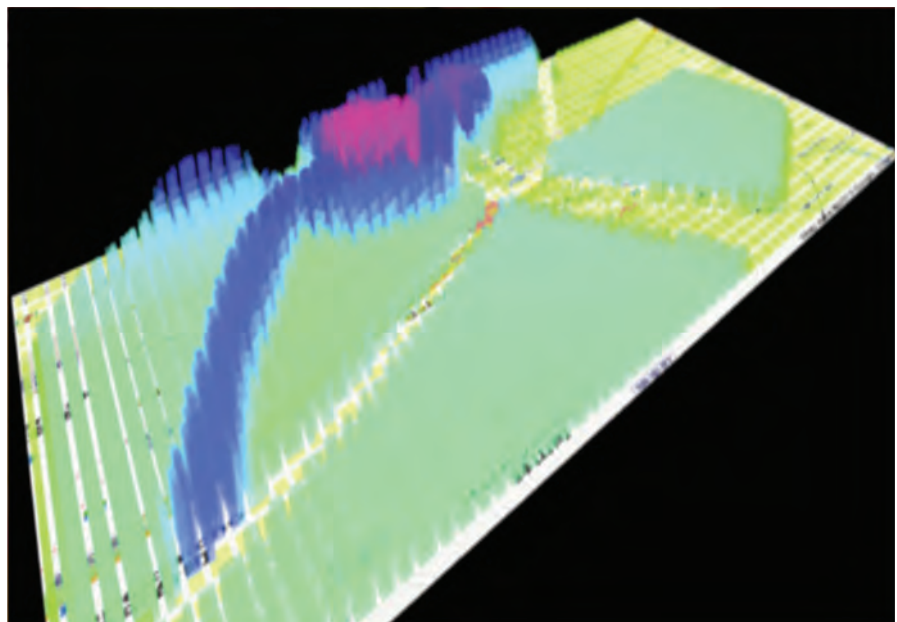
Usando esta clase base podemos extender una clase “persona”, una “rail”, una “street”, y una “building”. Las clases “rail” y “building” tienen una interacción con “persona”; esta interacción retorna valor “0” de certeza (porque queremos excluir esa posibilidad). La clase “street” tiene

una interacción con “persona”; esta interacción retorna 1.2 (es decir, amplifica esta posibilidad).

Las **Figuras 10 y 11** muestran los resultados aplicando las interacciones.



**FIGURA 10.** CERTEZA DIFUSA 3D CON INTERACCIONES GEOOBJECT.



**FIGURA 11.** CERTEZA DIFUSA 3D CON INTERACCIONES DE CLASES.

## SOPORTE A TOMA DE DECISIONES

Como hemos mencionado previamente, los procesos de toma de decisiones en el contexto de sistemas georreferenciados enfrentan frecuentemente dificultades debido a incertezas en los datos disponibles. A menudo se usan Sistemas de Información Geográficos (GIS) para apoyar procesos de toma de decisiones en los cuales se necesita el uso intensivo de información georreferenciada para generar y evaluar el resultado de varios escenarios. Como se indicó antes, este tipo de datos es muchas veces incierto y basado en hipótesis. Como consecuencia, los procesos de toma de decisiones relacionados a temas geográficos incluye entre otras actividades, generar un conjunto grande de mapas diferentes, cada uno mostrando los resultados de aplicar hipótesis distintas con respecto a las opciones con criterios de evaluación múltiples. En geografía, estos mapas se denominan "suitability maps" [12].

En las secciones previas describimos un proceso precisamente para generar "suitability maps" con datos inciertos procedentes de varias fuentes. Para tomar ventaja de ese proceso, el tomador de decisiones debe tener la posibilidad de generarlos de una manera flexible y versátil. Haciendo una analogía con un usuario no necesariamente experto en computación consultando una base de datos utilizando instrucciones simples SQL para encontrar la información que busca, nosotros deberíamos proponer algo similar en el área bajo consideración. Es así como proponemos un Lenguaje de Generación de Escenarios (SGL) [13]. SGL se inspira precisamente en SQL, pero no está diseñado para consultar datos: está conceptualizado para generar un escenario basado en conocimiento experto, datos empíricos y modelos ambientales existentes. SGL incluye tres tipos de instrucciones: especificaciones de análisis, especificaciones de hipótesis y restricciones de modelos.

En la parte de especificaciones de análisis, el tomador de decisiones puede definir el tipo de visualización a ser generada, y aplicar ciertos fil-

tros básicos. Por ejemplo, para generar el mapa de certeza para la densidad de personas en un rango entre [2,4] personas/m<sup>2</sup> filtrando los resultados para tiendas con capacidad mayor a 20 y certeza mayor a 30%, el usuario debiera especificar lo siguiente en SGL:

```
"certainty-map @persons[2,4]
where @shops.capacity>20
and certainty>30%"
```

En la parte de especificación de hipótesis, el experto puede expresar su conocimiento usando el marco de referencia Dempster-Shafer. Por ejemplo, si el experto está buscando personas, entonces una hipótesis podría ser: "El rango dado de número de personas por metro cuadrado que están en cines con una certeza de 20%"; otra sería "el rango dado de personas/m<sup>2</sup> que están en escuelas o lugares de trabajo con una certeza de 30%"; y una tercera sería "el rango dado de personas/m<sup>2</sup> que están en tiendas con una certeza igual a la certeza de las coordenadas x,y". En la especificación de hipótesis, el experto puede formular varias hipótesis (como las anteriores), usando las reglas de combinación de Dempster-Shafer. Además, este escenario complejo lo puede definir el experto sin requerir conocimiento de GIS. Esta sería la declaración en SGL:

```
"hypothesis {@cinema}20%
{@school, @workplace}30%
{@shops}? at point(x,y) "
```

Finalmente, la declaración de restricciones del modelo está considerada para representar interacciones del mundo real entre los elementos de la fuente de datos. Por ejemplo, no se espera una alta densidad de personas dentro de un lago o en el mar. Por el contrario, esperamos una alta concentración de gente dentro de un estadio deportivo durante un partido. Este tipo de interacción complementa las declaraciones de comportamiento agregando reglas ambientales. Esta regla puede expresarse usando valores en un intervalo. Por ejemplo, si estamos generando un escenario para personas, agrega-

mos en el modelo una declaración de -100% para áreas de lago y +50% para áreas de estadio. Esto sirve para disminuir o aumentar el nivel de certeza en las correspondientes áreas:

```
"Model @stadium{50} @lake{-100}"
```

La declaración completa sería entonces:

```
"certainty-map @persons[2,4] where
@shps.capacity> 20 and certainty > 30%
Hypothesis {@cinema}20% {@school,
@workplace}30% {@shops}? at
Point(x,y) Model @stadium{50} @lake{-100}"
```

Los elementos del lenguaje SGL mostrados han sido diseñados para poder extenderse a la especificación de otros tipos de mapas que pudieran generarse (no sólo basados en certeza, sino también en creencia o plausibilidad). También es posible incorporar otros filtros, tales como la definición de polígonos donde el mapa debería mostrarse, y dependiendo del escenario y datos disponibles, especificar atributos temporales para los datos.

## PROTOTIPO

Se desarrolló un prototipo para explorar la factibilidad de construir una herramienta de apoyo a la toma de decisiones basada en los conceptos anteriores: por una parte, combinar datos difusos o datos de varias fuentes con diferentes grados de certeza, y por otra, usar un lenguaje de comandos para generar mapas apropiados para ayudar al tomador de decisiones a analizar los resultados de aplicar varias hipótesis a un cierto escenario. La aplicación pide inicialmente al usuario definir un "proyecto", que consiste básicamente de un conjunto de objetos con los siguientes atributos:

- **Identificación**
- **Atributos de valor:** valor medio, función de distribución de probabilidad



(PDF) del valor medio, atributos de la PDF. Desviación típica.

- **Atributos espaciales:** representación geométrica discreta, función espacial difusa y sus atributos.
- **Atributos Dempster-Schafer:** peso, certeza, plausibilidad.

Después que los datos del proyecto se ingresan, el usuario puede comenzar a consultar al sistema y generar mapas. La **Figura 12** muestra la interfaz del sistema para realizar esta tarea. Al lado izquierdo se ingresan las consultas y al lado derecho se visualizan los resultados. Los comandos SGL se pueden ingresar de dos maneras, lo que facilita el uso tanto de parte de principiantes como de expertos. Para principiantes, hay una interfaz tipo QBE (Query by Example); si se la utiliza, el usuario debe solamente selec-

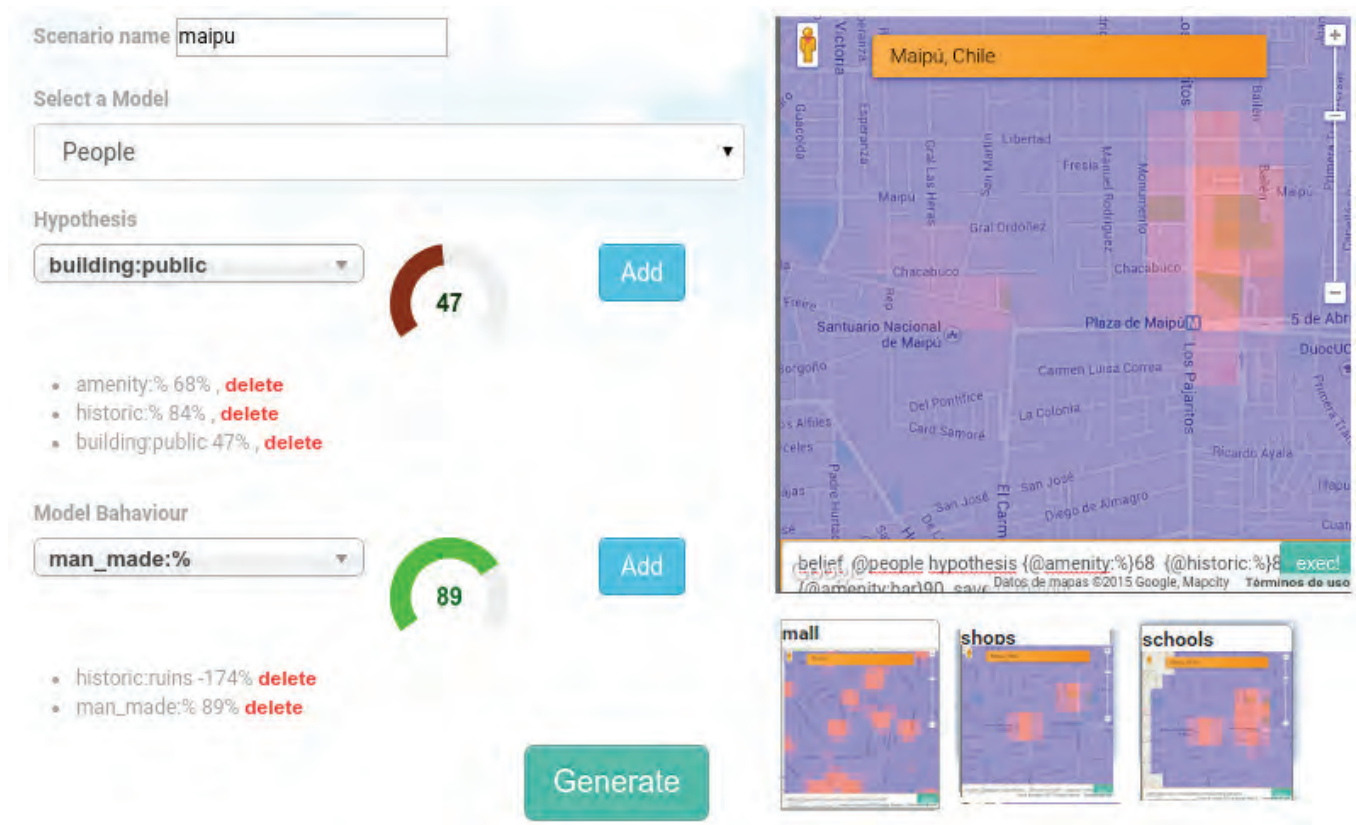
cionar o digitar parámetros de una instrucción SGL, la que se genera cuando el usuario aprieta el botón "Evaluate". El sistema calcula el mapa y lo muestra. Este mapa puede ser almacenado y recuperado posteriormente. La aplicación puede mostrar al mismo tiempo un conjunto de mapas generados anteriormente, y de esta manera, permitir al usuario comparar resultados de varias hipótesis[15].

Los parámetros para los comandos SGL predefinidos para usuarios principiantes son:

- **Tipo de mapa:** mapa de certeza, mapa de creencias, mapa de plausibilidad (menú pull-down).
- **Elemento de evaluación:** un menú pull-down muestra todos los tipos de elementos que fueron cargados al sistema que son medibles. En nuestro ejem-

plo, usamos densidad de personas, y fue introducido en la clase "personas".

- **Rango:** valores para el elemento de evaluación que será considerado para el cálculo de certeza, creencia o plausibilidad. Deben digitarse los números para los límites inferior y superior.
- **Hipótesis:** actualmente hay una lista de lugares con características especiales disponible para todos los proyectos, y pueden ser seleccionados de un menú pull-down. Para cada uno, se puede especificar un valor porcentual para las hipótesis. Se pueden definir varias hipótesis.
- **Regla:** la misma lista de sitios especiales ofrecida para definir hipótesis se muestra aquí. La definición de la regla sigue la misma lógica que las hipótesis.



**FIGURA 12.** CAPTURA DE PANTALLA CON LA VISTA PRINCIPAL DE LA INTERFAZ DEL PROTOTIPO.

## CONCLUSIONES

EL ENFOQUE PRESENTADO ES UNA OPCIÓN PARA ENFRENTAR UN PROBLEMA PRÁCTICO QUE TIENE EL USAR INFORMACIÓN GEORREFERENCIADA INCOMPLETA E INCONSISTENTE. ES POR CIERTO, UN ENFOQUE PROBABILÍSTICO; NO ES EL ÚNICO ENFOQUE POSIBLE, PERO ES UNO QUE PERMITE EL USO POR PERSONAS CON Poca EXPERIENCIA EN GIS O EN PROBABILIDADES. LA PRINCIPAL CONTRIBUCIÓN DE ESTE TRABAJO ES IMPLEMENTAR UNA HERRAMIENTA QUE PERMITE AL USUARIO EJECUTAR EL CICLO DE UNA TOMA DE DECISIÓN DE MANERA ÁGIL Y EFICIENTE, DÁNDOLE HERRAMIENTAS PARA GENERAR ESCENARIOS BASADOS EN HIPÓTESIS, VISUALIZARLOS, ANALIZARLOS, Y RÁPIDAMENTE CAMBIAR LAS HIPÓTESIS Y GENERAR NUEVOS ESCENARIOS, TODO ESTO PARA EL CASO DE LA TOMA DE DECISIONES ESPACIALES PARA LA CUAL SE TIENE INFORMACIÓN INCIERTA, INCOMPLETA Y PROVENIENTE DE VARIADAS FUENTES. PARA ELLO SE TUVO QUE EXTENDER LA TEORÍA DE DEMPSTER-SCHAFFER Y CREAR UN LENGUAJE PARA LA GENERACIÓN DE ESCENARIOS ESPACIALES, MECANISMOS QUE FUERON INTEGRADOS EN LA HERRAMIENTA DE SOFTWARE. ■

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Morris, P. Jankowski, B. S. Bourgeois y F. E. Petry, «Decision Support Classification of Geospatial and Regular Objects Using Rough and Fuzzy Sets», *Uncertainty Approaches for Spatial Data Modeling and Processing*, Springer, 2010, pp. 3-8.
- [2] A. Morris, «A framework for modeling uncertainty in spatial databases», *Transactions in GIS*, vol. 7, N° 1, pp. 83-101, 2003.
- [3] L. J. Wood y S. Dragicevic, «GIS-based multicriteria evaluation and fuzzy sets to identify priority sites for marine protection», *Biodiversity and Conservation*, vol. 16, N° 9, pp. 2539-2558, 2007.
- [4] J. Frez, N. Baloian, J.A. Pino, G. Zurita, «Cooperative Work for Spatial Decision Making: an Emergencies Management Case», 20th CRIWG International Conference, Santiago, Chile, pp. 113- 120, 2014.
- [5] L. T. Tran, R. V. O'Neill y E. R. Smith, «A watershed-based method for environmental vulnerability assessment with a case study of the Mid-Atlantic region», *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 34, pp. 58-64, 2012.
- [6] M. H. Tangestani y F. Moore, «The use of Dempster-Shafer model and GIS in integration of geoscientific data for porphyry copper potential mapping, north of Shahr-e-Babak, Iran», *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol. 4, N° 1, pp. 65-74, 2002.
- [7] M. H. Tangestani, «The use of Dempster-Shafer model and GIS in integration of geoscientific data for porphyry copper potential mapping, north of Shahr-e-Babak, Iran», *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2002.
- [8] G. Shafer, *A mathematical theory of evidence*, vol. 1, Princeton University press Princeton, 1976.
- [9] R. R. Yager, «On the Dempster-Shafer framework and new combination rules», *Information sciences*, vol. 41, N° 2, pp. 93-137, 1987.
- [10] N.W. Park, «Application of Dempster-Shafer theory of evidence to GIS-based landslide susceptibility analysis», *Environmental Earth Sciences*, vol. 62, N° 2, pp. 367-376, 2011.
- [11] J. Frez, N. Baloian y G. Zurita, «Getting serious about integrating decision support mechanisms into Geographic Information Systems», *Computer Science and Information Technologies (CSIT)*, 2013.
- [12] G. De Tré, J. Dujmovic y N. Van de Weghé, «Supporting spatial decision making by means of suitability maps», *Uncertainty Approaches for Spatial Data Modeling and Processing*, Springer, 2010, pp. 9-27.
- [13] J. Frez, N. Baloian, G. Zurita, J.A. Pino, «Dealing with Incomplete and Uncertain Context Data in Geographic Information Systems», 18th International Conference on Computer-Supported Cooperative Work in Design, Hsinchu, Taiwán, pp. 129-134, 2013 (Best Paper Award).
- [14] J. M. Merigó y M. Casanovas, «Induced aggregation operators in decision making with the Dempster-Shafer belief structure», *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 24, N° 8, pp. 934-954, 2009.
- [15] E. Binaghi, L. Luzi, P. Madella, F. Pergalani y A. Rampini, «Slope instability zonation: a comparison between certainty factor and fuzzy Dempster-Shafer approaches», *Natural hazards*, vol. 17, N° 1, pp. 77-97, 1998.

# PROYECTO DE AUTOMACIÓN DEL BANCO DEL ESTADO DE CHILE, 1965-1969

El “Proyecto de Automación del Banco del Estado de Chile”, desarrollado entre los años 1965 y 1969, constituyó el primer gran proyecto de ingeniería computacional nacional y uno de los pioneros en Latinoamérica. El Sistema Computacional, que incluyó una precursora Red de Teleproceso, fue inaugurado en septiembre de 1969 y tuvo un considerable impacto social y tecnológico. En ambas dimensiones representó un salto cualitativo respecto de experiencias anteriores. En lo social, además del impacto mediático, la Red sirvió directamente a millones de ahorrantes y benefició a los miles de trabajadores del Banco.



## JUAN ÁLVAREZ

Académico Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile. Master of Mathematics (Computer Science), University of Waterloo. Ingeniero de Ejecución en Procesamiento de la Información, Universidad de Chile. Junto a su labor como docente, trabaja en reconstruir la Historia de la Computación en Chile.

[jalvarez@dcc.uchile.cl](mailto:jalvarez@dcc.uchile.cl)

## INTRODUCCIÓN

El Banco del Estado de Chile fue creado el 1 de septiembre de 1953 reuniendo en una sola entidad a cuatro instituciones financieras estatales ya existentes: Caja de Crédito Hipotecario (creada en 1855), Caja de Crédito Agrario (1926), Caja Nacional de Ahorros (1927) e Instituto de Crédito Industrial (1928) [1].

En 1965, y como resultado del crecimiento en el volumen de operaciones del Banco, el Directorio encargó un estudio para reordenar su funcionamiento de acuerdo a conceptos de administración racional. Como consecuencia del Informe de la firma Price Waterhouse Peat se creó la Gerencia de Racionalización con el propósito de poner en práctica “técnicas y métodos sobre administración científica” [2].

Por otra parte, la firma de asesores recomendó la adquisición de equipos electrónicos de procesamiento de datos. Como resultado, el Banco nombró una Comisión para estudiar el diseño de un moderno “Sistema de Computación Digital Electrónico”. Sus integrantes fueron Virgilio Bacigalupo, Gerente de Racionalización, Mario Pumarino, de Price Waterhouse, y José Dekovic, Consultor, Ingeniero Industrial de la Universidad de Chile y Profesor de la Universidad Católica.

## SELECCIÓN DEL COMPUTADOR

La primera labor de la Comisión fue redactar las Bases de la Convocatoria para los proveedores que incluían los equipos, la instalación, y la capacitación del personal. En enero de 1966 las Bases fueron entregadas a las empresas Burroughs-Grace, NCR, Davisco, IBM, Remington Rand, Ascota-Ossandón, Cortés y Cía, RCA Internacional, Bull-General Electric y Williamson Balfour. Seguidamente, la Comisión implantó un sistema de comunicación uniforme y centralizado a través de memorándums donde se consignaron las dudas y preguntas.

El 1 de julio de 1966, la Comisión recibió las propuestas de IBM y NCR. Seguidamente, la Comisión con las autoridades del Banco viajaron a Argentina a entrevistarse con ejecutivos de bancos que poseían computadores. Se indagó principalmente acerca de los proveedores respecto del adiestramiento de personal, el cumplimiento de los plazos de instalación y la solvencia en programación e ingeniería de sistemas.

Posteriormente, la Comisión evaluó las propuestas siguiendo una metodología rigurosa y formal. Para evaluar cada propuesta se utilizó una plantilla (**Figura 1**) en que cada uno de los miembros de la comisión asignó calificaciones

TABLA 32a ASIGNACION DE NOTAS Y PONDERACION DE LOS RUBROS

| (a1) Especificaciones del equipo (80%)      |                |                |                |            |                           |
|---|----------------|----------------|----------------|------------|---------------------------|
| RUBROS                                      | COMISION(*)    |                |                | NOTA FINAL | PONDERACION DE LOS RUBROS |
|   | N <sub>1</sub> | N <sub>2</sub> | N <sub>3</sub> |            |                           |
| 1- Especificaciones Técnicas de los Equipos | 70             | 70             | 70             | 70         | 560                       |
| 2- Potencialidad de crecimiento             | 60             | 65             | 65             | 63         | 504                       |
| 3- Respaldo de equipo                       | 60             | 60             | 60             | 60         | 480                       |
| 4- Aptitud para mantención y servicio       | 60             | 60             | 60             | 60         | 480                       |
| 5- Facilidad de programación                | 55             | 60             | 50             | 55         | 440                       |
| 6- Entrenamiento                            | 40             | 40             | 40             | 40         | 320                       |
| 7- Mantención de programación               | 35             | 35             | 30             | 33         | 264                       |
| 8- Facilidad de operación                   | 20             | 20             | 10             | 17         | 136                       |
| 9- .....                                    | .....          | .....          | .....          | .....      | .....                     |
| (a2) Desempeño de la Firma Vendedora (20%)  |                |                |                |            |                           |
|   | N <sub>1</sub> | N <sub>2</sub> | N <sub>3</sub> | NOTA FINAL | PONDERACION DE LOS RUBROS |
| 1- Aptitud para entrega del equipo          | 50             | 50             | 40             | 47         | 94                        |
| 2- Posibilidad de expansión                 | 30             | 35             | 30             | 32         | 64                        |
| 3- .....                                    | .....          | .....          | .....          | .....      | .....                     |

(\*) N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> miembros de la comisión

FIGURA 1.  
PLANTILLA DE EVALUACIÓN DE LOS PROVEEDORES.

| N° | Unidad                       | TIPO-MODELO | VELOCIDAD/CAPACIDAD      |
|----|------------------------------|-------------|--------------------------|
| 1  | Central de Proceso           | 2040-G      | 64K                      |
| 1  | Consola                      | 1052-7      |                          |
| 1  | Lectora-perforadora tarjetas | 2540-1      | 1000-300 por minuto      |
| 1  | Lectora tarjetas             | 2510-B2     | 1000 por minuto          |
| 1  | Lectora cinta perforada      | 2671-1      | 1000 caracteres por seg  |
| 2  | Impresora                    | 1403-N1     | 1100 líneas por minuto   |
| 1  | Cinta magnética y control    | 2803-1      | 30000 caracteres por seg |
| 3  | Cinta magnética              | 2401-1      | 30000 caracteres por seg |
| 1  | Almacenamiento múltiple      | 2314-1      | 312K por seg /Cap: 25M   |
| 8  | Control de trasmisión        | 2703-1      | 14.8 caracteres por seg  |
| 1  | Celda de datos               | 2321-1      | 55K por seg /Cap: 400M   |
| 89 | Terminal para cajero         | 1062-1      | 14.8 caracteres por seg  |
| 39 | Perforadora                  | 029         |                          |
| 25 | Verificadora                 | 059         |                          |
| 2  | Clasificadora                | 083         | 1000 tarjetas por minuto |
| 2  | Intercaladora                | 088         | 650 tarjetas por minuto  |
| 1  | Reproductora                 | 519         | 100 tarjetas por minuto  |
| 1  | Intérprete                   | 548         | 60 tarjetas por minuto   |
| 4  | Máquinas Contabilidad        | 447         |                          |

TABLA 1.  
UNIDADES DEL COMPUTADOR IBM/360-40.

a los diferentes rubros que se definieron con distintas ponderaciones de acuerdo a su importancia relativa. En seguida, se compararon las evaluaciones de cada uno de los proveedores y se calcularon los puntajes finales. Finalmente, en agosto de 1967, el Directorio del Banco, considerando las conclusiones de la Comisión decidió adquirir el sistema 360/40 ofrecido por la firma IBM con las unidades necesarias (Tabla 1) para configurar el computador y una red de teleproceso (Figura 2)

En el equipamiento se incluyeron máquinas periféricas de registro unitario con el objeto de ser utilizadas para revisiones y ordenamiento de datos registrados en tarjetas perforadas. Para la ubicación de todo el equipamiento y el personal, la Comisión, en acuerdo con IBM, diseñó la superficie necesaria para el Centro de Procesamiento de Datos (Tabla 2).

| ITEM                                   | ÁREA EN M <sup>2</sup> |
|--|------------------------|
| Subgerente                             | 35                     |
| Secretaría                             | 20                     |
| Análisis y métodos                     | 84                     |
| Programación                           | 72                     |
| Jefe Operación                         | 17                     |
| Sistema IBM/360                        | 197                    |
| Equipo Periférico                      | 110                    |
| Perforación y verificación             | 198                    |
| Auditoría y Control                    | 71                     |
| Recepción y Distribución de Documentos | 130                    |
| Biblioteca y Archivo                   | 96                     |
| Departamento Técnico                   | 16                     |
| Sala de estar personal CPD             | 60                     |
| Bodega de materiales                   | 25                     |
| <b>Total</b>                           | <b>1.131</b>           |

TABLA 2.  
DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE DEL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS.



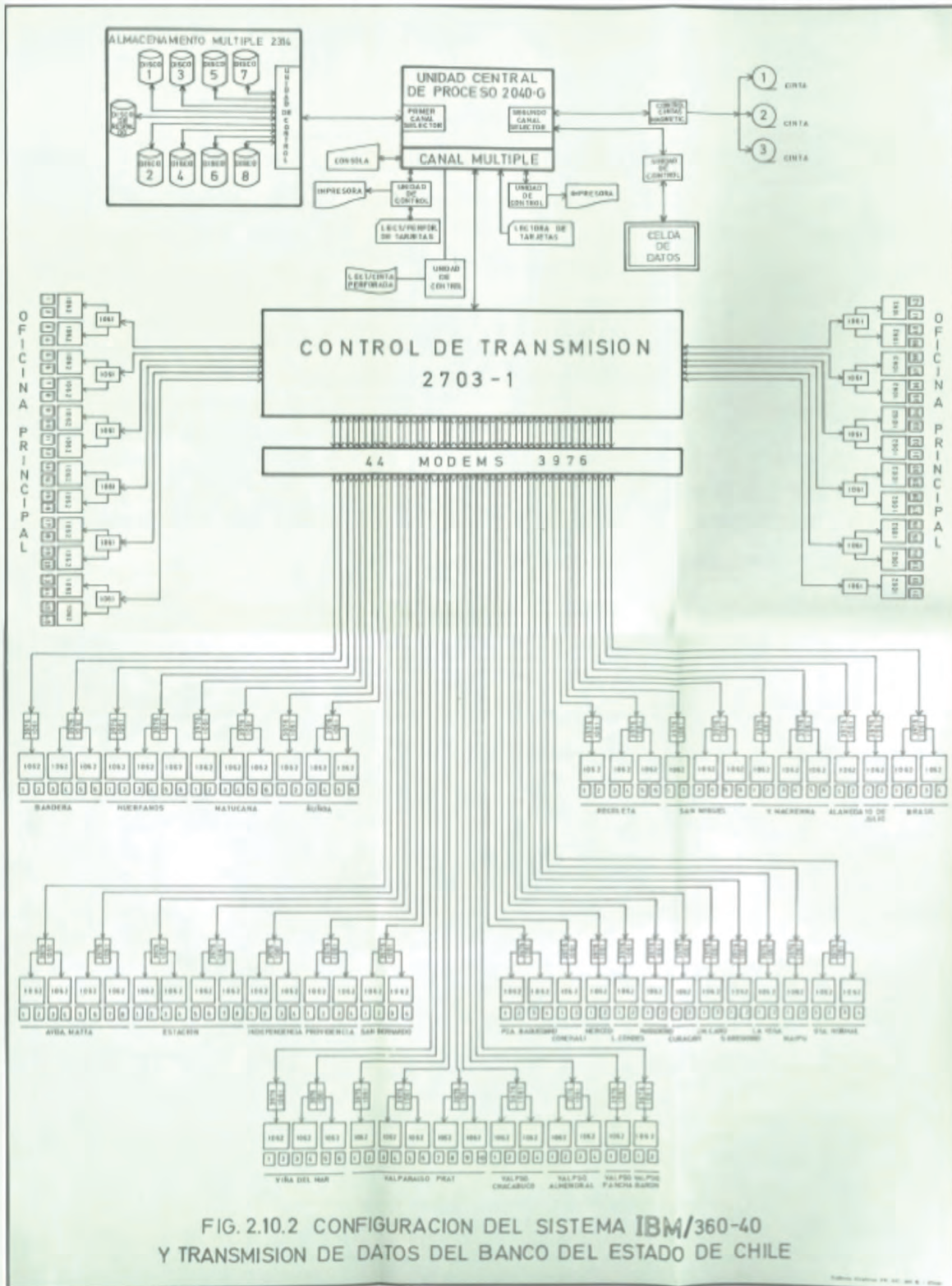
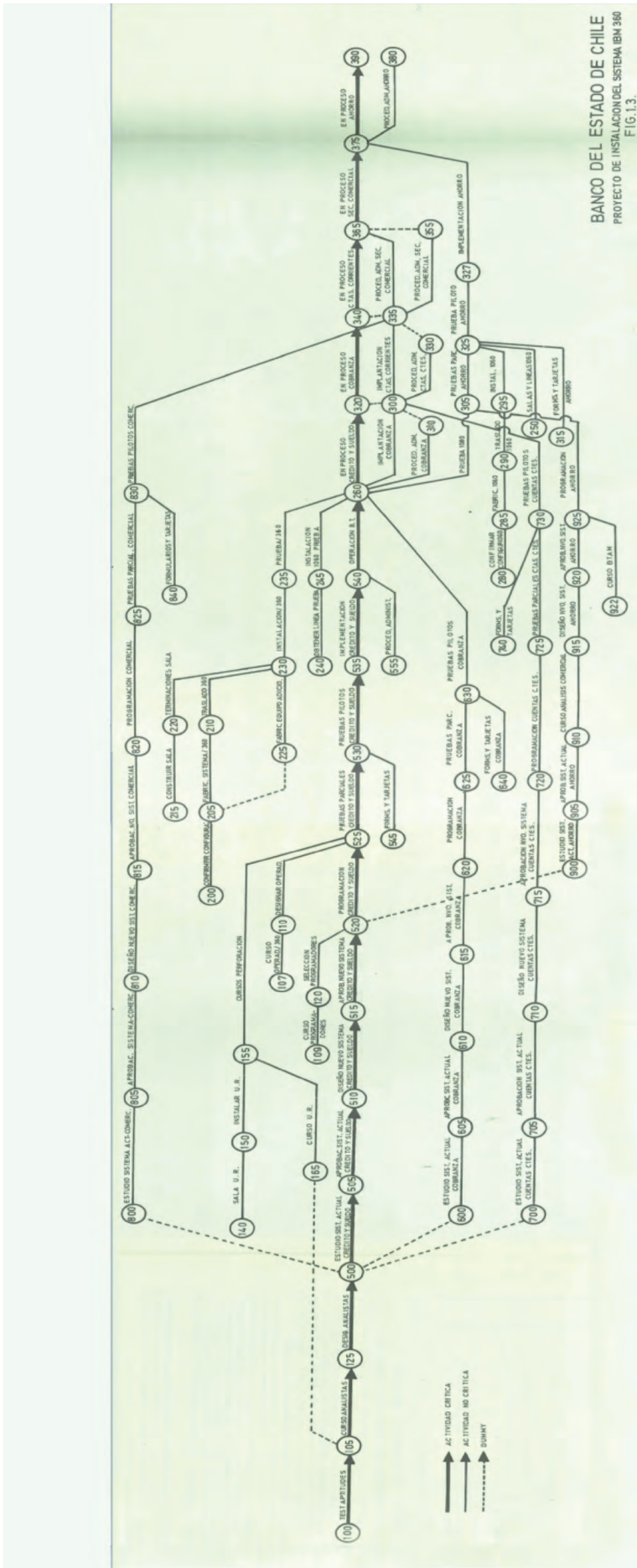


FIG. 2.10.2 CONFIGURACION DEL SISTEMA IBM/360-40 Y TRANSMISION DE DATOS DEL BANCO DEL ESTADO DE CHILE

FIGURA 2.  
CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA IBM/360-40 Y DE LA RED DE TELEPROCESO.





## PROYECTO DE AUTOMACIÓN

El “Proyecto de Automación del Banco del Estado de Chile” comenzó formalmente con la designación de Virgilio Bacigalupo como Director. Éste y los asesores externos, que habían tenido la responsabilidad de seleccionar el equipamiento, tuvieron que planificar, coordinar y dirigir todas las actividades, que incluyeron:

- a) Selección de los analistas y programadores que asistirán a los cursos de perfeccionamiento.
- b) Seminarios generales para ejecutivos.
- c) Disertaciones al personal de las secciones donde se aplicará el nuevo sistema.
- d) Preparación de las salas de los equipos.
- e) Revisión en detalle de los actuales procedimientos de las operaciones que se incorporarán al sistema computacional.
- f) Análisis y programación de las operaciones seleccionadas para el funcionamiento de los equipos.
- g) Etc.

Para supervisar el desarrollo del proyecto, la Comisión utilizó un modelo diseñado en base de técnicas de planificación y control por trayectoria crítica. La representación gráfica del modelo, conocida como malla Pert o CPM (Figura 3), se utilizó para planificar, corregir y controlar el programa diseñado originalmente.

Los sistemas considerados en el Proyecto de Automación fueron los de Control de Cuentas de Ahorro, Créditos, Cobranzas, Existencias de

**FIGURA 3.**  
PROYECTO DE INSTALACIÓN DEL COMPUTADOR Y LOS SISTEMAS.

la Gerencia Agrícola, Cuentas Corrientes e Informes. En calidad de complemento se seleccionó a Sueldos, Presupuesto y Control, Contabilidad General y Estadística.

Las Cuentas de Ahorro constituían el producto emblemático del Banco y era una tradición, incluso en las familias modestas, abrir "libretas de ahorro" a los hijos desde pequeños. Fue la experiencia personal del autor de este artículo (Figura 4). En 1965 se registraban 167.321 cuentas en la casa Matriz y 1.090.000 en todo el país. Con un crecimiento anual de un 11% anual, para 1972 se proyectaron 344.000 cuentas en la Casa Matriz y 2.240.000 en todo el Banco.

Considerando también la cantidad de transacciones diarias se decidió implantar el Sistema de Cuentas de Ahorro en la modalidad "on-line" en tres etapas. La primera etapa, en 1969, incorporaría la Casa Matriz y 26 oficinas de la provincia de Santiago para 1.750.950 cuentas y 7.737 transacciones diarias. La segunda etapa, en 1970, agregaría 6 sucursales de la provincia de Valparaíso acumulando 999.400 cuentas y 23.609 transacciones diarias. La tercera etapa, en 1971, sumaría 17 su-

curiales de otras provincias totalizando 1.592.500 cuentas y 36.489 transacciones. Las demás oficinas serían incorporadas al Sistema en forma diferida, mediante el uso de cintas perforadas, con la información de máquinas de registro directo.

Por otra parte, para anticipar la operación de los volúmenes de transacciones se diseñó un modelo de simulación en el lenguaje GPSS. Los resultados de la simulación permitieron configurar y distribuir adecuadamente los terminales para lograr un funcionamiento adecuado incluso en las horas de máximo movimiento. De hecho, el tiempo promedio de giros y depósitos se estimó en 124 y 100 segundos, con una desviación estándar de 63 y 61 segundos respectivamente.

Respecto de los otros sistemas, para Control de Créditos con un 10% de crecimiento anual se calcularon 74.000 deudores vigentes y 17.303 documentos de promedio diario. En el caso del sistema de Cobranzas el volumen sería de 658.906 letras en cartera y 19.471 transacciones diarias. Para el sistema de Cuentas Corrientes se estimaron 71.350 cuentas y 94.868 transacciones por día.

## CAPACITACIÓN Y PREPARACIÓN DEL PERSONAL

Con el propósito de preparar al personal del Banco para el advenimiento computacional se realizaron disertaciones, conferencias y cursos. El primer curso estuvo dirigido a los ejecutivos y fue impartido por José Dekovic. Los apuntes del curso se publicaron, en septiembre de 1966, en forma de libro con el título "Introducción al procesamiento automático de datos utilizando técnicas digitales convencionales" [3]. Sus capítulos cubrían el funcionamiento de las máquinas Hollerith o de Registro Unitario (especializadas para el procesamiento de tarjetas perforadas sin utilizar un computador):

1. ¿Qué es el procesamiento de datos? (13 páginas).
2. Desarrollo histórico (13p).
3. Métodos y medios de registración contable (53p).
4. La tarjeta perforada (53p).
5. Registro y perforación de la información original (54p).
6. La reproducción de la información registrada (18p).
7. Ordenamiento de la información por clasificación (sorting) (20p).
8. La intercalación de datos clasificados (collating) (16p).
9. La función de calcular (9p).
10. La preparación de informes: tabulación (20p).
11. Proyecto de planificación y operación de un sistema de tarjetas (18p).

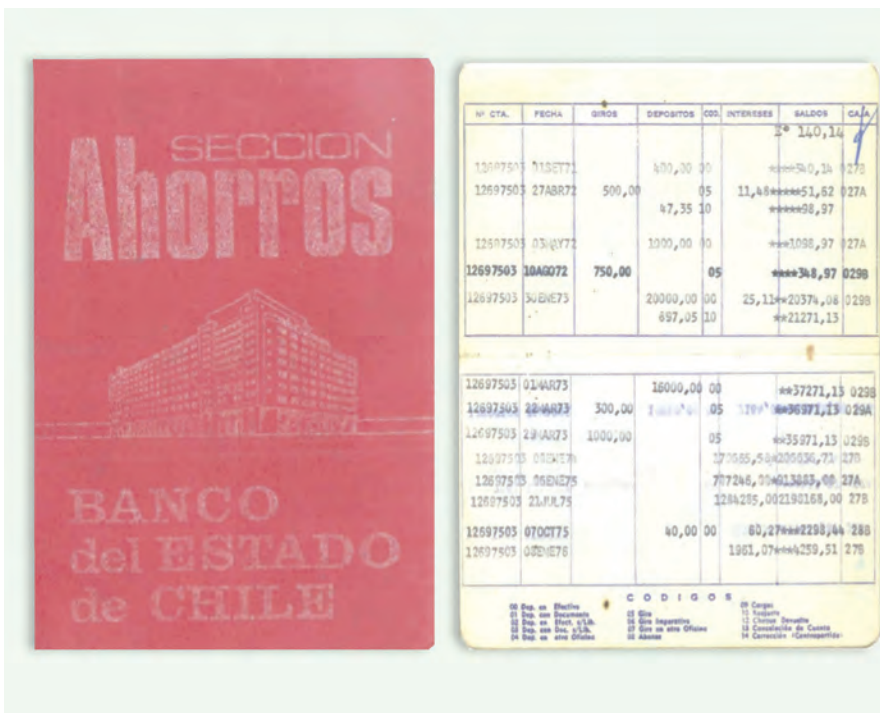


FIGURA 4. LIBRETA DE AHORROS.

En febrero de 1967 se publicó el Tomo II “Introducción al estudio del procesamiento automático de datos utilizando computadores digitales electrónicos” [4] (Figura 5) que comprendió los siguientes capítulos:



**FIGURA 5.**  
PORTADA DEL TOMO II DEL LIBRO “PROCESAMIENTO AUTOMÁTICO DE DATOS”.

1. El efecto de la investigación en sistemas de procesamiento de datos tipo comercial (29 páginas).
2. Sistemas de computación comercial: su naturaleza, capacidad, limitaciones y configuración (16p).
3. La unidad de procesamiento central – memoria primaria (12p).
4. La unidad de procesamiento central (CPU) – aspectos técnicos (21p).
5. Equipos de entrada y de tarjetas perforadas y de cinta perforada (22p).
6. Equipos de salida de impresores rápidos para computadores (11p).
7. Algunas características técnicas de los equipos de entrada y salida mediante cinta magnética (10p).

8. Características técnicas de equipos de memorias de acceso al zar (10p).
9. La unidad de procesamiento central (CPU) – memoria secundaria (15p).
10. Los sistemas numéricos (48p).

Por otra parte, el Banco, de común acuerdo con la Confederación de Trabajadores, acordó no contratar personal externo. Consecuentemente, entre septiembre y octubre de 1967, el departamento de educación de IBM aplicó pruebas de aptitud a 1.537 trabajadores del Banco: 1.265 de Santiago, 197 de Valparaíso y 61 de Concepción y Talcahuano. De acuerdo a los puntajes obtenidos se seleccionaron 135 personas: 21 para el curso de analistas de sistemas (17 aprobados), 22 para el curso de programadores (16 aprobados), 8 para operadores de equipo periférico (4 aprobados) y 84 mujeres para el curso de verificación (71 aprobadas).

Adicionalmente, la Gerencia de Racionalización publicó folletos sobre aspectos computacionales generales que fueron distribuidos a todo el personal a lo largo del país.

## INAUGURACIÓN DEL COMPUTADOR Y LA RED

El 1 de septiembre de 1969 fue inaugurado el computador y la Red de Teleproceso del Banco del Estado de Chile. Al evento concurrió el Presidente de la República Eduardo Frei Montalva, acompañado de sus ministros de Hacienda, Enrique Krauss, y de Agricultura, Hugo Trivelli. Con anterioridad, Frei había asistido a la inauguración del computador en la Universidad de Chile en enero de 1967 y al de la Empresa Nacional de Computación en enero de 1969. En esta ocasión, el Presidente puso en marcha el computador y la red iniciando la carga inicial del sistema operativo (IPL) (Figuras 6 y 7).

El Presidente del Banco, Álvaro García, pronunció un discurso que resume el contexto y el propósito del proyecto [5]:

*La labor desarrollada desde 1965 a la fecha se extiende desde la estrecha coordinación con los planes gubernativos de desarrollo económico y social, hasta el perfeccionamiento profesional de nuestros funcionarios y su bienestar, pasando por una serie de iniciativas que ha significado colocar a esta institución al servicio efectivo de la masa de ahorrantes que lo sustenta y que, por su número, permite afirmar que es un porcentaje considerablemente apreciable de la población chilena.*

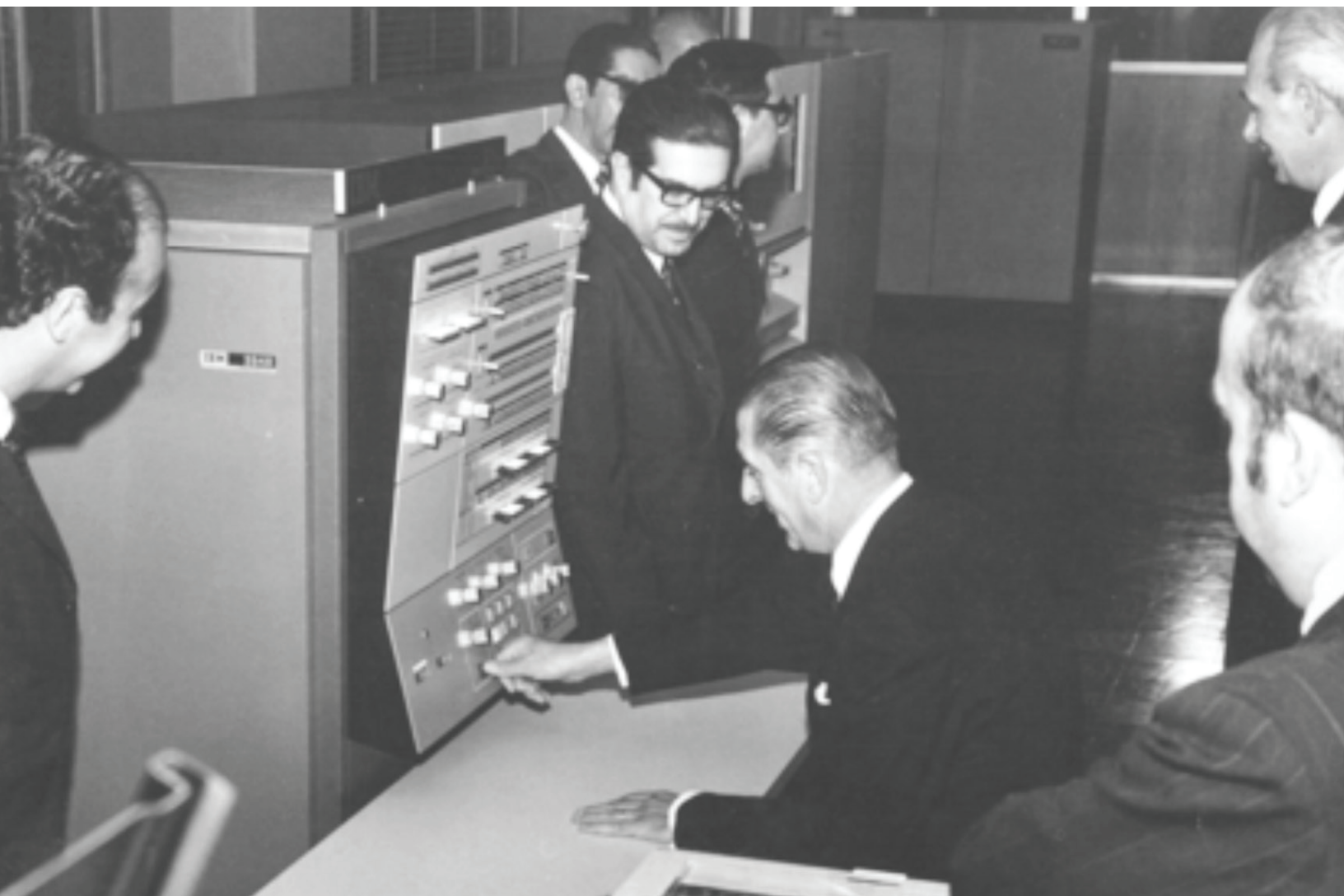
*El Banco del Estado cuenta con 1.700.000 cuentas de ahorro en la actualidad, con un monto total de depósitos ascendente a 1.500 millones de escudos, cifras éstas que baten todos los récords anteriores. Existe un enorme interés por abrir cuentas de ahorro, lo que nos ha llevado a instalar nuevas sucursales en los sectores populares, en las poblaciones.*

*18 meses han transcurrido desde que se aprobó la idea de contar con una máquina computadora. En este lapso se hizo el estudio y se realizó el proyecto, lo que da una idea de su magnitud y, al mismo tiempo, de la seriedad con que fue analizada esta materia.*

### ¿Qué perseguimos?

- Una mejor atención de una clientela que se aproxima a los dos millones de personas;
- Absorber el crecimiento del banco;
- Mejor aprovechamiento del personal;
- Uniformidad de procedimientos;
- Rapidez y seguridad;
- Mejores controles;
- Planificación del desarrollo de esta institución;
- Mejorar la administración del Banco;
- Economía de espacio en la instalación de oficinas; y
- Economía en la adquisición de nuevas máquinas.

*Con el nuevo sistema todas las Oficinas del Banco, conectadas al computador pasan a operar como una sola y, por consiguiente, sin problemas y demoras se pueden hacer depósitos y giros sobre dichas oficinas en cosa de solo algunos segundos,*



**FIGURA 6.**  
PRESIDENTE FREI INAUGURANDO EL COMPUTADOR IBM/360-40.

*sin que el cliente necesite presentarse a la oficina donde mantiene su cuenta.*

*Esta máquina es una de las más modernas. Una vez completadas todas las etapas, constituirá el equipo más potente y que utilizará los sistemas más adelantados en Latinoamérica.*

La inauguración tuvo impacto mediático que se reflejó en una amplia cobertura de prensa. Adicionalmente, el Banco publicó una inserción en todos los periódicos (**Figura 8**), dando cuenta de los alcances internos y externos del sistema computacional y de la red de teleproceso.

La inauguración también tuvo un impacto interno. La edición de septiembre de 1969 de la revista mensual del Banco estuvo dedicada al sistema computacional [6], incluyendo la inédita bendición sacerdotal. Por otra parte, si bien el proyecto fue bien acogido por los trabajadores, en su revista publicaron “Diecisiete preguntas a la Empresa sobre la puesta en marcha del Computador” [7], con inquietudes sobre las repercusiones laborales y las posibilidades de capacitación y trabajo en el Centro de Procesamiento de Datos.

## IMPACTO SOCIAL Y TECNOLÓGICO

El proyecto de “automación” tuvo múltiples repercusiones sociales y tecnológicas. El impacto social más importante benefició a millones de ahorrantes simplificando sus transacciones bancarias. Por otra parte, el proyecto modernizó y facilitó el trabajo a los miles de funcionarios del Banco, liberándolos de actividades tediosas y permitiendo, a más de un centenar de ellos,



**FIGURA 7.** VIRGILIO BACIGALUPO EXPLICA AL PRESIDENTE EL FUNCIONAMIENTO DE UN TERMINAL.

acceder a capacitación y trabajos técnicos especializados. Adicionalmente, el proyecto impactó institucionalmente al Banco cambiando su estructura organizacional, con la creación de la Gerencia de Racionalización y del Centro de Procesamiento de Datos (**Figura 9**).

Desde el punto de vista político, el proyecto siguió los lineamientos centrales de modernización, planificación y racionalización de la administración pública del Gobierno de Eduardo Frei Montalva. De hecho, paralelamente, el Gobierno creó en septiembre de 1968 la Empresa de Servicio de Computación (EMCO) con el fin de

LAS ULTIMAS NOTICIAS — Jueves 4 de Septiembre de 1969 —

EL BANCO DEL ESTADO SE INCORPORA A LA ERA DE LA COMPUTACION ELECTRONICA

Las modernas y valiosas instalaciones del Sistema de Computación electrónica IBM del BANCO DEL ESTADO le colocan a la vanguardia de la banca nacional y aportan innumerables ventajas a su clientela.

El enorme crecimiento registrado por el Banco del Estado de Chile desde su creación en 1953 a través de sus 165 sucursales es de tal magnitud que, pese al enorme esfuerzo desplegado por el personal y a la incorporación de elementos electromecánicos en sus operaciones, se ha ido notando una exponencial complejidad en los labores diarios del Banco. Como es natural, este proceso requirió de trabajos con un número creciente de personal en el área de procesamiento de datos financieros, económica de estado en la instalación de oficinas, y aumento en la adquisición de nuevos máquinas.

Al realizarse el sistema bancario chileno, es fácil comprender que el Banco del Estado es sin duda el más grande de la Institución económicamente más fuerte y, por consiguiente, vital e insustituible para la economía nacional. Estas condiciones determinan que el Banco del Estado no puede ser operado con los sistemas tradicionales.

Por ejemplo, por ejemplo, que una imprenta imprime 1.000 líneas por minuto; que un computador entrega información en 20 milésimas de segundo; que una tarjeta de trabajo tiene una velocidad de lectura de 1.000 tarjetas por minuto, y así podríamos citar muchos ejemplos.

Como dije que uno de los principales objetivos de la adquisición de este equipo fue capacitar al Banco para prestar una atención aún mejor a su clientela. El crecimiento



Vista de algunas de las unidades de cinta magnética, que forman parte del sistema de computación electrónica recién inaugurado.

Fue necesario que Banco incorporase especialmente al personal de su Centro de Procesamiento de Datos, especialistas en funcionamiento de la institución. El personal fue elegido según un estricto procedimiento de selección al que tuvieron acceso los señores Sarrillo, Valparíso y C. Sepúlveda.

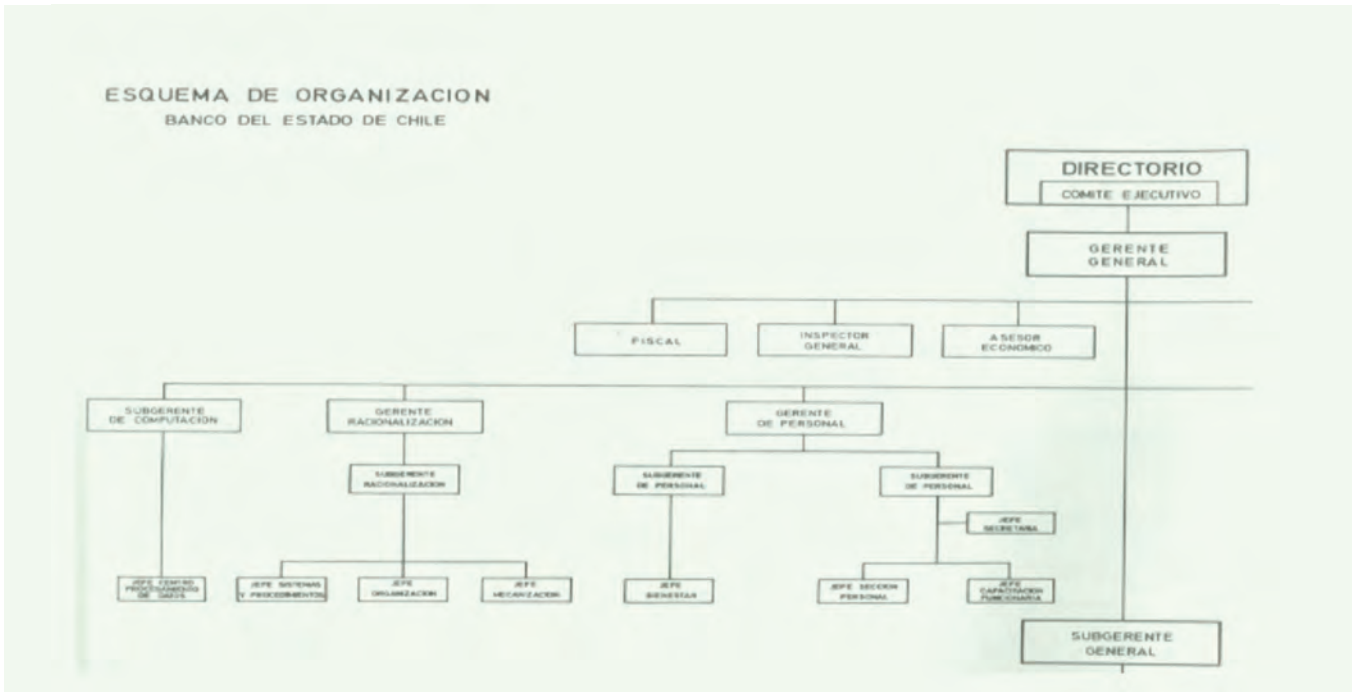
El número de funciones que se han incorporado en el Banco ha sido de casi 1.000 y esto se ve reflejado en el aumento del personal de la Gerencia de Racionalización.

Es muy importante indicar que la puesta a punto del sistema de computación electrónica no significa reducción alguna en

**FIGURA 8.** INSERCIÓN DE PLENARIA DEL BANCO DEL ESTADO.

fomentar la Computación en las instituciones del Estado y promover la informática en el país. La opinión pública se informó principalmente a través de los medios de prensa, tanto del proyecto del Banco del Estado, como de la difusión de la tecnología computacional en el país. El año 1969 fue particularmente emblemático en este sentido, porque la inauguración en septiembre siguió a la presentación del computador de EMCO (enero) y la realización del Seminario "Sistemas de Información en el Gobierno" (julio). Todo esto ocurrió el mismo año en que el hombre llegó a la luna (julio) y los medios destacaron el rol de la Computación en esa hazaña [8].


El proyecto tuvo también un impacto tecnológico muy importante. Si bien la configuración computacional no era la más grande en el país, sin embargo incluyó una primera red de teleproceso. Cabe señalar que antes la empresa de Ferrocarriles del Estado había utilizado una primera red computacional interna de comunicaciones. La importancia histórica de la Red del Banco fue reconocida en 1979 como "la primera de su especie en Latinoamérica" [9] y en 1984 "atendía 180 oficinas y 3.200.000 cuentas de ahorro" [10] y se mantuvo durante veinte años hasta su modernización en 1989" [11].



**FIGURA 9.** SECCIÓN DEL ORGANIGRAMA DEL BANCO DEL ESTADO.



**FIGURA 10.** DOCUMENTACIÓN Y ARTÍCULO DEL PROYECTO.


**Scientia**  
 LABOR IMPROBUS  
 OMNIA VINCIT

PUBLICACION OFICIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA  
 VALPARAÍSO - ENERO - JUNIO 1969  
 DIRECTOR: CARLOS GONZALEZ DE LA FUENTE

SUMARIO

I. CIENCIA Y TÉCNICA

|  |    |
|--|----|
| Primer Encuentro Nacional de Computación organizado por la Asociación Chilena de Computación y Tratamiento de la Información ...   | 5  |
| Proyecto de automatización del Banco del Estado de Chile. Virgilio Bacigalupo B., Mario Pumariño V. y José Deković T. ....   | 38 |
| Un método de criba para calcular generadores de grupos cíclicos. Roberto Frucht W. ....  | 62 |
| Aproximación Chebyshev por programación lineal. W. Riesenkoenig y Lennart Krook ....   | 63 |
| Método de distribución ponderada en la resolución de ciertos problemas de probabilidades. Manuel Quinteros M. ....   | 71 |
| Sistema de control académico. Marcelo Pardo B. y Héctor Rodríguez E. ....  | 88 |
| Sistema de selección de estudiantes a los segundos años académicos 1968 Universidad de Concepción. Jorge González Ramos, Héctor Rodríguez Estay y Carlos Le-Fort Gálvez .... | 93 |
| Sistemas de información académica para la Universidad de Chile. Julio Arenas y Patricia Dobry ....   | 96 |

La envergadura del proyecto impactó también al medio profesional informático. El uso de técnicas formales de selección de equipamiento, de control de proyectos, de simulación de procesos, y de capacitación del personal, constituyó un notable ejemplo de ingeniería computacional nacional. Adicionalmente, el proyecto produjo un valioso documento de 88 páginas [2] (Figura 10) con un prefacio de Felipe Herrera (entonces presidente del BID) que opinó que el reporte era un “poderoso instrumento de trabajo para instituciones similares que quieran orientarse respecto de la eventual adopción de modernos sistemas de procesamiento electrónico de datos”.

El proyecto tuvo también un impacto en el mundo académico y científico chileno. Un artículo fue presentado en diciembre de 1968 en el I Encuentro Nacional de Computación, organizado por la Asociación Chilena de Tratamiento de la Información (ACHITI) y realizado en la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) y fue uno de los siete trabajos que se seleccionaron para publicarse *in extenso* (24 páginas) en la revista *Scientia* de la UTFSM [12] (Figura 10).

## CONCLUSIONES

HAN TRANSCURRIDO CINCUENTA AÑOS DESDE QUE SE INICIÓ EL “PROYECTO DE AUTOMACIÓN DEL BANCO DEL ESTADO DE CHILE” Y EL TIEMPO PERMITE APRECIAR SU IMPORTANCIA Y TRASCENDENCIA. ESTE EMPRENDIMIENTO SE INSERTÓ EN LAS POLÍTICAS DE MODERNIZACIÓN Y RACIONALIZACIÓN DE LAS INSTITUCIONES ESTATALES PRINCIPALMENTE A TRAVÉS DE LA INCORPORACIÓN DE LA COMPUTACIÓN EN LA ADMINISTRACIÓN. DE HECHO, EL PROYECTO FUE CONTEMPORÁNEO A LA CREACIÓN DE LA EMPRESA NACIONAL DE COMPUTACIÓN.

EL PROYECTO PRODUJO UN CONSIDERABLE IMPACTO SOCIAL. EL MÁS IMPORTANTE FUE LA ATENCIÓN “EN-LÍNEA” A LOS MILLONES DE AHORRANTES, FACILITANDO Y REGISTRANDO SUS TRANSACCIONES A TRAVÉS DE LOS TERMINALES UBICADOS EN LAS OFICINAS DEL BANCO DISTRIBUIDAS A LO LARGO DEL PAÍS. ESTA INTERACCIÓN “DIRECTA” CON EL COMPUTADOR, A TRAVÉS DE LA RED, SUPERÓ LOS ANTERIORES CONTACTOS INDIRECTOS DE OTRAS APLICACIONES Y SERVICIOS. ADICIONALMENTE, EL PROYECTO IMPACTÓ POSITIVAMENTE A LOS MILES DE TRABAJADORES DEL BANCO FACILITANDO SU QUEHACER Y POSIBILITANDO SU ACCESO A NUEVOS PUESTOS DE TRABAJO.

EL PROYECTO IMPACTÓ TAMBIÉN AL MEDIO TECNOLÓGICO AL INCLUIR LA PRIMERA RED DE TELEPROCESO EN EL PAÍS Y EN LATINOAMÉRICA. POR OTRA PARTE, LA MAGNITUD DEL PROYECTO REQUIRIÓ DEL USO DE TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS INGENIERILES, MANUALES Y AUTOMÁTICOS, QUE QUEDARON DOCUMENTADOS PÚBLICAMENTE EN UN REPORTE TÉCNICO Y EN UN ARTÍCULO DE UN CONGRESO CIENTÍFICO NACIONAL, Y QUE FUERON DE UTILIDAD EN PROYECTOS COMPUTACIONALES POSTERIORES.

LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO FUE POSIBLE GRACIAS A LA DEDICACIÓN Y EL TRABAJO DE TRES PROFESIONALES DE EXCEPCIÓN: VIRGILIO BACIGALUPO, MARIO PUMARINO Y JOSÉ DEKOVIC. SU IMPORTANTE CONTRIBUCIÓN FUE REALIZADA GRACIAS AL APOYO DE LOS DIRECTIVOS Y EJECUTIVOS DEL BANCO, ESPECIALMENTE DE LOS PRESIDENTES DEL DIRECTORIO ÁLVARO GARCÍA Y RAÚL DEVÉS. TAMBIÉN SE CONTÓ CON EL APOYO ENTUSIASTA DE LOS TRABAJADORES Y DE SUS ORGANIZACIONES GREMIALES QUE APOYARON EL TRABAJO Y RECIBIERON ADECUADA Y OPORTUNA INFORMACIÓN Y CAPACITACIÓN.

EN SÍNTESIS, EL PROYECTO DE AUTOMACIÓN, EL SISTEMA COMPUTACIONAL Y LA RED DE TELEPROCESO DEL BANCO DEL ESTADO DE CHILE, INAUGURADA EN 1969, TUVO UN FUERTE Y CONSIDERABLE IMPACTO SOCIAL Y TECNOLÓGICO. DEBIDO A SU ENVERGADURA, CONSTRUCCIÓN Y POSTERIOR UTILIZACIÓN, LA RED PUEDE SER SIMBÓLICAMENTE COMPARADA CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE FERROVIARIO DEL MALLECO EN EL ÁREA DE INGENIERÍA CIVIL. ■



Imagen: "Puente sobre el Malleco, 1903". Anuario Prado Martínez: única guía general de Chile... Santiago: Centro Editorial de Alberto Prado Martínez, 1903-1905. 2 v., p. 1364. Colección Biblioteca Nacional de Chile, disponible en Memoria Chilena ([www.memoriachilena.cl](http://www.memoriachilena.cl)).



## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la valiosa colaboración de José Dekovic, participante del proyecto, que gentilmente nos brindó parte de su tiempo para aclarar nuestras interrogantes. Nuestras gracias también a la familia de Virgilio Bacigalupo, a su viuda Danica Kraljevic y a sus hijas e hijos, quienes nos facilitaron documentos y fotografías relativas al Proyecto.

## REFERENCIAS

- [1] Arze de Souza, Hernán; Hevia Germán. "Antecedentes Históricos - Banco del Estado de Chile". 2ª edición. Banco del Estado de Chile. 1987.
- [2] Bacigalupo, Virgilio; Pumarino, Mario; Dekovic, José. "Proyecto de Automación del Banco del Estado de Chile". Ediciones del Banco del Estado de Chile. Mayo de 1969.
- [3] Dekovic, José. "Introducción al procesamiento automático de datos utilizando técnicas digitales convencionales". Banco del Estado de Chile. Septiembre de 1966.
- [4] Dekovic, José. "Introducción al estudio del procesamiento automático de datos utilizando computadores digitales electrónicos". Banco del Estado de Chile. Febrero de 1967.
- [5] García, Álvaro. "Discurso de Don Álvaro García, Presidente del Banco del Estado de Chile, en la inauguración del sistema de computación electrónica". 1 de septiembre de 1969.
- [6] "Revista del Banco del Estado de Chile". Año 2 N°7. Gerencia del personal. 1969.
- [7] "Diecisiete preguntas a la Empresa sobre la puesta en marcha del Computador". Revista CONEBECH. Octubre-noviembre 1969.
- [8] Álvarez, Juan. "Empresa Nacional de Computación: antecedentes, creación y primeros años". Revista Bits de Ciencia N°10. Primer semestre 2014.
- [9] Piquer, Alfredo. "Teleproceso en Chile: realidad y futuro". Revista Informática, Vol 1 N°1. Marzo 1979.
- [10] Prenafeta, Sergio. "Banco del Estado de Chile: cien años de sobriedad. Entrevista a Tomás Villalba". Revista Informática, Vol 6 N°8. Octubre 1984.
- [11] Friedmann, Lenka. "40 Años Banco del Estado de Chile – una historia asociada al desarrollo nacional". Banco del Estado de Chile. Noviembre 1993.
- [12] Bacigalupo, Virgilio; Pumarino, Mario; Dekovic, José. "Proyecto de Automación del Banco del Estado de Chile". Revista Scientia N° 137. Enero-junio 1969.

# EDUCACIÓN CONTINUA EN EL DCC DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE: UN FACTOR QUE INFLUYE EN EL DESARROLLO PROFESIONAL

Cuando un trabajador se perfecciona o actualiza sus conocimientos y desarrolla nuevas habilidades puede generar mayor valor en su compañía, y puede ser más atractivo para futuros trabajos o ascensos en su misma organización. En cambio, cuando un profesional se estanca en conocimientos, le será difícil generar oportunidades o avanzar en su carrera profesional, lo que podría llevarlo a ser un profesional limitado y poco valorado.



## NELSONBALOIAN

Profesor Asociado Departamento de Ciencias de la Computación (DCC), Universidad de Chile. Coordinador Académico del Programa de Educación Continua DCC Universidad de Chile. Doktor rer. nat, Universität Duisburg, Alemania (1997); Ingeniero Civil en Computación, Universidad de Chile (1988). Líneas de investigación: Instrucción Asistida por Computador, Sistemas Distribuidos.

[nbaloian@dcc.uchile.cl](mailto:nbaloian@dcc.uchile.cl)



## CHRISTIANBRIDEVAUX

Jefe del Programa de Educación Continua Departamento de Ciencias de la Computación (DCC), Universidad de Chile. Magíster en Gestión de Personas y Organizaciones; Ingeniero Comercial, especializado en temas de gestión de personas, planificación y programación de proyectos, calidad de servicio, rediseño de procesos y cambios culturales de organizaciones.

[cbrideva@dcc.uchile.cl](mailto:cbrideva@dcc.uchile.cl)



## JOHANFABRY

Profesor Asistente Departamento de Ciencias de la Computación (DCC), Universidad de Chile. Coordinador Académico del Programa Educación Continua DCC Universidad de Chile. Líneas de investigación: Lenguajes de Programación, Lenguajes de Aspectos con Dominio Específico (DSALs).

[jfabry@dcc.uchile.cl](mailto:jfabry@dcc.uchile.cl)

Es por ese motivo que en 1998, al lograr una cierta madurez y masa crítica, el Departamento de Ciencias de la Computación (DCC) de la Universidad de Chile decidió abrir el Programa de Educación Continua, que entrega perfeccionamiento a profesionales de la Computación y a empresas del mismo rubro.

El año 1998 nació el Diploma de Postítulo en Gestión Informática dirigido por el académico Ricardo Baeza Yates, y desde ese año a la actualidad se han titulado más de 500 alumnos en este Diploma. Progresivamente el DCC ha añadido más diplomados al área de Educación Continua: primero los Diplomas en Gestión de Calidad de Software en 2002 e Ingeniería de Software

en 2003. Estos fueron seguidos por Documentación Electrónica en 2006 y Tecnologías de la información en 2008. Gestión del Cambio en TI nació en 2012 y, recientemente, en 2015, se inició el Diploma en Ciencia e Ingeniería de Datos.

Cerca de 300 alumnos pasan anualmente por las salas del Programa. La gran mayoría de ellos a través de cursos corporativos, contratados por empresas e impartidos a trabajadores de éstas. Los mismos diplomados también se dictan en modalidad abierta al público. La última graduación de los cursos de modalidad abierta fue el 18 de marzo de 2015, donde se graduaron 68 personas. Considerando el promedio de los graduados de 2010 a 2014,

se titulan anualmente 80 personas en cursos de modalidad abierta, y entre dos y tres veces ese número en cursos corporativos. Cabe destacar que en los cursos de modalidad abierta, el 22% de los alumnos es financiado por su empresa, siendo eso una opción para ésta de capacitar un número más pequeño de sus trabajadores.

Los programas de Educación Continua se conciben e imparten considerando los estándares más altos en calidad. Por ejemplo, el Programa cuenta con un grupo de académicos, todos con estudios de Postgrado. De los 32 académicos, diez cuentan con Doctorado y los demás con Magíster. Siete de los docentes son profesores del Departamento de Ciencias de la Computación. De los profesores externos, dos profesores trabajan en empresas públicas y los demás se desempeñan en empresas privadas.

Parte de los esfuerzos por mantener los altos estándares en los diplomados impartidos en

el Programa involucra realizar un diagnóstico de los cursos a través de una encuesta de satisfacción a los alumnos egresados. De este diagnóstico podemos resaltar que los alumnos valoran altamente la calidad de los profesores y la atención personalizada por parte del equipo completo del área de Educación Continua.

También hay varios indicadores que apuntan a que los cursos corporativos son considerados de alta calidad por las empresas que los contratan. Un indicador destacable es que existen tres empresas de tamaño significativo a las que anualmente se les imparte un diplomado a sus trabajadores, y eso desde hace más de cinco años. Un segundo indicador importante es que existen compañías que han contratado cursos del Programa por más de ocho años continuos.

Lo anterior puede considerarse como un éxito, estimando que gran parte de éste es gracias a que se opera bajo un modelo de trabajo

que mantiene la cercanía con los alumnos y las empresas. Más que clientes, las compañías son un *partner* de trabajo. La meta es que los cursos sean un aporte y generen valor en cada empleado que se perfecciona en ellos.

## ÁREA CORPORATIVA

Dentro del Programa existe un área corporativa donde se diseñan los cursos y diplomas cerrados para cada organización, tanto pública como privada. El proceso de diseño (**Figura 1**) se inicia con una reunión con el Área de Gestión de Personas y la jefatura directa del área que solicita la capacitación. Esto con el fin de conocer las necesidades y problemáticas que poseen. Luego se realiza un test de diagnóstico o entrevista a los potenciales participantes de dicha capacitación, para evaluar sus necesidades en forma objetiva.



Esto genera la información necesaria para realizar un levantamiento de competencias de las personas, que es comparado con la solicitud planteada por la jefatura que solicita la capacitación.

Tras el proceso señalado se realizan reuniones entre académicos del Programa y la jefatura pertinente, para plantear el modelo y tipo de metodología a ocupar. Esto permite

diseñar programas que responden en forma efectiva a las necesidades de la empresa.

Concluidas las clases se hace una evaluación de satisfacción tanto a los alumnos como a la empresa, mediante encuestas y reuniones con la jefatura que solicitó la capacitación. La información así levantada se utiliza para afinar futuros cursos.

## MAGÍSTER EN TI

El Magíster en Tecnologías de la Información nació en 2004, con el afán de formar especialistas con amplia capacidad analítica y sólido conocimiento en aspectos teóricos y aplicados respecto a la adopción, uso y gestión de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). El Programa permite que los profesionales se especialicen en diferentes ámbitos tales como gestión y desarrollo de proyectos en TIC, ingeniería de software, mejoramiento del proceso de software, calidad de software e innovación basada en TIC. ■



**FIGURA 1.**  
PROCESO DE DISEÑO DE UN PROGRAMA CORPORATIVO.





# PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y PROGRAMACIÓN A NIVEL ESCOLAR EN CHILE: EL VALOR DE FORMAR A LOS INNOVADORES TECNOLÓGICOS DEL FUTURO

Ser el más rápido para responder un mensaje de texto, el mejor para encontrar y publicar el meme perfecto, buscar rápidamente en Wikipedia y hacer copy+paste (sin que se note) para terminar la tarea, o incluso el manejar todas las opciones para subir, modificar y publicar una foto en Facebook o Twitter, hace acreedor al joven de hoy del título de experto en Computación. Se habla de “nativos digitales” como si fueran dominadores todopoderosos de la tecnología a su disposición, pero en realidad son solo consumidores de ésta. Son muy hábiles, de más está decirlo, pero carecen de un entendimiento real de la rica lógica subyacente a estas tecnologías. Y es difícil que sea de otro modo, pues los niños en Chile reciben poca o nula formación acerca de las bases y principios subyacentes a las tecnologías digitales que se utilizan hoy de manera ubicua.



## NANCY HITSCHFELD

Profesora Asociada Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile. Doctora en Technischen Wissenschaften, ETH Zurich, Suiza; Magíster en Ciencias Mención Computación, Universidad de Chile. Sus áreas de interés son: Modelamiento Geométrico (generación de discretizaciones espaciales en 2 y 3 dimensiones), Visualización, Reconocimiento de Patrones en Imágenes, Paralelización de Algoritmos sobre GPUs, y cómo atraer mujeres a Ingeniería y Ciencias.

[nancy@dcc.uchile.cl](mailto:nancy@dcc.uchile.cl)



## JORGE PÉREZ

Profesor Asistente Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile. Doctor en Ciencias de la Ingeniería (2011), Pontificia Universidad Católica de Chile. Presidente de la Corporación para el Fomento de Ciencia de la Computación en Colegios (C<sup>100</sup>), Director de las Olimpiadas Chilenas de Informática. Líneas de investigación: Bases de Datos - Datos Web, Lógica en Ciencia de la Computación.

[jperez@dcc.uchile.cl](mailto:jperez@dcc.uchile.cl) | @perez



## JOCELYN SIMMONDS

Profesora Asistente Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile. Doctora en Computer Science, University of Toronto, Canada; Master of Science en Computer Science, Vrije Universiteit Brussel, Bélgica y École Des Mines de Nantes, Francia. Sus áreas de interés son: Análisis y Diseño de Software, en especial aplicaciones Web y móviles; Validación y Verificación de Sistemas; Educación Apoyada con Tecnología, y cómo atraer mujeres a Ingeniería y Ciencias.

[jsimmond@dcc.uchile.cl](mailto:jsimmond@dcc.uchile.cl)

Hace poco más de veinte años, Chile comenzó a integrar recursos de tecnología digital en las aulas escolares, siendo la principal iniciativa la liderada por Enlaces del Ministerio de Educación<sup>1</sup>. Estas iniciativas se han basado en lo que se conoce hoy como Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), y tienen como fin el utilizar estas tecnologías para apoyar el aprendizaje de los contenidos mínimos presentes en los currículos de enseñanza básica y media. También se han integrado recientemente contenidos específicos de uso de TIC en ciertas asignaturas. La iniciativa llegó a uno de sus puntos cúlmine con la creación del SIMCE-TIC<sup>2</sup>

<sup>1</sup> <http://enlaces.cl>

<sup>2</sup> <http://simcetic.enlaces.cl/>

que mide las habilidades en el uso de las TIC por parte de los alumnos. El lector podrá notar lo reiterativo del término “uso” cuando se refiere a TIC en el ámbito escolar.

No se puede negar que las habilidades mencionadas respecto del uso de la tecnología digital son muy importantes y van mucho más allá del esparcimiento. De hecho, resultan fundamentales para los profesionales de hoy. Sin embargo, éstas serán insuficientes para enfrentar los desafíos del futuro. Los países desarrollados (e incluso algunos vecinos de nuestra región<sup>3</sup>), han observado ya este fenómeno y han entendido

<sup>3</sup> Ver por ejemplo el caso de Argentina en <http://program.ar> y Colombia en <http://www.eduteka.org/modulos/9>





que se requiere no solo incentivar el uso, sino también **incentivar la creación de tecnología**. Si Chile quiere dar un salto importante en cuanto a desarrollo e innovación, es imprescindible que las nuevas generaciones entiendan que se puede pasar de ser simples consumidores a ser generadores de tecnología. Pero esto no lo entenderán solas, al menos no durante la etapa escolar. La idea debe ser introducida de manera sistemática, con políticas claras de mediano y largo plazo, haciendo notar el fenómeno no solo a los niños sino también a su entorno (padres y apoderados, familiares, etc.). La sociedad debe entender que cualquiera, incluso un niño de enseñanza básica, puede ser capaz de generar nueva tecnología.

Se podría argumentar que el uso de tecnologías, y en particular de las TIC, es un punto previo imprescindible para posteriormente llegar a la creación de tecnología. Pero esto no es así. De hecho, los conceptos necesarios para preparar a los creadores tecnológicos pueden entregarse a los niños, incluso desde la etapa preescolar sin el uso de tecnología específica [2]. Estos conceptos y habilidades están englobados en lo que hoy se conoce como *Pensamiento Computacional*<sup>4</sup> siendo una de sus herramientas fundamentales la *Programación Computacional*. A grandes rasgos, Pensamiento Computacional incluye habilidades tales como modelar y descomponer un problema, procesar datos, crear algoritmos y generalizarlos. Todas estas habilidades son las que utilizan los creadores de las aplicaciones computacionales que usamos a diario, como el correo electrónico, los motores de búsqueda y los videojuegos. Programación por su parte, es la forma de darle instrucciones precisas al computador para que éste pueda resolver por nosotros un problema de manera general.

En este artículo describimos el concepto de Pensamiento Computacional y Programación (PCyP) y su aplicación a nivel escolar, el contexto en el que se encuentra globalmente, cómo se inserta Chile en el tema y las iniciativas que se están llevando a cabo. Discutimos igualmente acerca de posibles acciones para convertir a PCyP en una rama más en los currículos mínimos escolares.

## PENSAMIENTO COMPUTACIONAL VERSUS TIC EN LA ETAPA ESCOLAR

Las TIC son el conjunto de tecnologías y recursos necesarios para almacenar, procesar y transmitir información. Abarcan una gama amplia de herramientas, como los computadores, las redes necesarias para enviar y recibir información de un sitio a otro, y programas informáticos necesarios para guardar y procesar esta información, permitiendo su posterior recuperación. El "smartphone" (o teléfono inteligente) es un ejemplo estrella de las TIC, donde la miniaturización de los componentes electrónicos significa que ahora tenemos un minicomputador de bolsillo que está comunicado en forma casi ubicua, llevando a una verdadera revolución en cómo las personas interactúan. Por ejemplo, si uno recibe una invitación al cine, sobre la marcha se puede usar el GPS del smartphone para ver cómo llegar a éste y, además, se pueden comprar las entradas en línea, recibiendo la imagen de un código de barra que debe ser escaneado directo desde la pantalla del teléfono para entrar a la sala.

Las TIC presentan soluciones ya configuradas, donde no se requiere un conocimiento profundo del funcionamiento de éstas para lograr usarlas. Esto es útil si una herramienta resuelve un problema que ocurre frecuentemente, pero no sirve si el usuario se enfrenta a un problema que no se ajusta a los parámetros de las TIC que maneja. Este usuario difícilmente podrá resolver el problema nuevo de forma eficiente y generalizable, porque sencillamente no posee las herramientas para hacerlo.

El Pensamiento Computacional y Programación (PCyP) [6] en cambio, es un método para resolver problemas usando tecnología y está inspirado en el conjunto de competencias y habilidades que un profesional utiliza cuando crea una solución o aplicación computacional. PCyP es una forma de resolver problemas integrando las

tecnologías digitales con las ideas de las personas. Notemos que esto no reemplaza la creatividad, el razonamiento y el pensamiento crítico, sino que refuerza estas competencias dándole a las personas nuevas formas de organizar un problema con la ayuda del computador. Para formular problemas de manera que puedan ser resueltos usando computadores, se debe preparar a los alumnos para que puedan [5]:

- *Generar una abstracción del problema a resolver.*
- *Organizar los datos de manera lógica.*
- *Identificar y analizar posibles soluciones.*
- *Especificar una solución mediante una serie de pasos ordenados (algoritmo).*
- *Codificar la solución en un lenguaje que entienda el computador (programa).*
- *Generalizar y transferir esta solución a otros problemas donde sea aplicable.*

¿Por qué no desarrollar entonces estas habilidades en las niñas y niños? Junto a las materias tradicionales que se ven en la etapa escolar, el desarrollo de PCyP no solo reforzará el aprendizaje de las otras materias, sino que además les mostrará una nueva forma (muy poderosa) de resolver problemas. Es así como el proceso PCyP abre un nuevo mundo a las personas, y en particular a los más pequeños, quienes son creativos en esencia y tienen mentes abiertas para absorber cualquier conocimiento de forma natural si se les entrega de manera adecuada. Las niñas y niños muestran una habilidad impresionante para hacer uso de TIC, pero ¿por qué restringirlos a esto?

Más aún, con la velocidad con la que cambia la tecnología, las TIC de hoy estarán obsoletas en 10-20 años, así como también el conocimiento acerca de éstas. En cambio, un estudiante cuya educación primaria y secundaria incorpora el PCyP en todas sus aristas, estará capacitado para adaptarse rápidamente a las nuevas tecnologías.

El desarrollo del PCyP permite además desarrollar y fortalecer una serie de competencias transversales que son indispensables para formar líderes e innovadores [5]. Estas competencias incluyen: confianza en el manejo de la complejidad, persistencia al trabajar con problemas difíciles, tolerancia a la ambigüedad,

<sup>4</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Computational\\_thinking](http://en.wikipedia.org/wiki/Computational_thinking)



habilidad para lidiar con problemas abiertos, y habilidad para comunicarse y trabajar con otros para alcanzar una meta o solución común. El resultado final es una persona con una "caja de herramientas" mucho más rica que una persona que únicamente usa las TIC.

## EL MUNDO Y CHILE

Países como Inglaterra, Estados Unidos, Finlandia, Estonia, Japón y Singapur se han enfocado en el desarrollo del pensamiento computacional en la etapa escolar, como una forma de liderar la revolución digital mundial. En estos países, ya se ha masificado el uso del computador en las aulas como una forma de apoyar la enseñanza de otras materias, y ahora se encuentran implementando planes para incluir en el currículum escolar oficial nociones básicas de programación, apuntando al desarrollo del pensamiento computacional<sup>5</sup>, para lograr que sus estudiantes egresen del colegio con las herramientas necesarias para construir sus propias soluciones tecnológicas. El objetivo no es solo apoyar la enseñanza de las matemáticas y las ciencias en los colegios, sino también desarrollar una sociedad de creadores que puedan atacar desafíos complejos e interdisciplinarios, ya sea como emprendimientos o como proyectos de interés público. Además, con tecnología de punta como las impresoras 3D, estas soluciones ya no están limitadas al desarrollo de software, sino también se pueden crear nuevos dispositivos, produciendo nuevas oportunidades económicas para todos los involucrados.

Inglaterra ha sido uno de los países más agresivos en su transitar desde uso de TIC en las escuelas a inclusión de conceptos más generales como PCyP. De hecho la Royal Society en 2012 propuso incluso eliminar el término TIC de los vocablos usados en enseñanza escolar, por considerar que el término "había atraído mucha connotación negativa" [10] y viciaba la impresión que los alumnos se hacían de la Com-

putación, asociándola principalmente al uso de aplicaciones de ofimática.

Aun reconociendo los beneficios de las TIC, su buen uso y la inclusión de estos en el currículum escolar, no es en ningún caso una condición suficiente para gatillar la revolución digital y tecnológica en un país. Según el Informe Global de Tecnologías de Información [3] preparado en 2014 por el Foro Económico Mundial, Chile lidera el ranking de uso de TIC a nivel Latinoamericano (puesto 35 a nivel mundial), y es consistentemente número uno a nivel Sudamericano en todas las métricas consideradas. En contraste, un estudio preparado en 2014 por la Corporación Andina de Fomento con datos obtenidos desde el Banco Mundial, sitúa a Chile muy por detrás de México, Brasil, Argentina y Costa Rica en cuanto a Innovación basada en Tecnología [1]<sup>6</sup>.

Volviendo al caso escolar, si bien Chile cuenta con una de las mejores infraestructuras escolares de Latinoamérica, dónde según el Banco Interamericano de Desarrollo nueve de cada diez establecimientos educacionales (colegios y liceos) tienen salas de computación [4], en la práctica esta infraestructura no está siendo aprovechada. Esto queda demostrado en los resultados del Censo Nacional de Informática Educativa de 2012 [7], donde se observaron niveles relativamente bajos de uso de TIC para actividades de enseñanza y aprendizaje. La mayoría de los profesores encuestados indicaron que usaban las TIC para presentar información (casi un 50% lo realiza comúnmente, siempre o casi siempre), pero que rara vez se hace uso de TIC más avanzadas como software educativo (casi el 60% de los profesores nunca o casi nunca ha usado este tipo de software). Una conclusión del Censo es que hay una "necesidad de focalizar políticas para incentivar el uso de TIC para este tipo de actividades".

El desarrollo de PCyP en Chile sigue siendo un conocimiento lejano para los niños, especialmente si provienen de contextos vulnerables, donde tienen menos acceso a la tecnología.

Además, existe una gran brecha digital de género que no se cierra: pocas mujeres muestran interés por las TIC y PCyP, dado el prejuicio cultural de que las mujeres no son buenas para las ciencias, en conjunto con los estereotipos negativos asociados a la Computación (este tema se profundiza en esta Revista más adelante). Éstas son oportunidades perdidas para el país, dado que la oferta laboral en campos relacionados con ciencia y tecnología son una buena oportunidad de movilidad social, impactando positivamente en las intenciones de Chile de convertirse en país desarrollado [9].

## PLAN DE ACCIÓN

Como se mencionó en las secciones anteriores, la meta general de largo plazo es pasar de ser un país consumidor de tecnología, a uno generador de tecnología. En este contexto, la enseñanza escolar de PCyP jugará un rol fundamental. De esta forma, una meta ambiciosa pero más específica, es lograr que en el mediano plazo PCyP esté dentro de los programas mínimos del currículum escolar en Chile. Para lograr esto se requiere de grandes esfuerzos, siendo el más evidente la formación de nuevos docentes y la capacitación de los existentes. Deberíamos empezar a introducir estos nuevos conceptos en todas las escuelas de pedagogía a nivel país. La meta también requerirá, entre otras cosas, del establecimiento de un currículum mínimo en el área, identificando las competencias específicas que los alumnos deberían adquirir, y la forma en que estas competencias pueden ser instaladas en los alumnos adaptándose a la realidad chilena.

El lector podrá notar la dificultad de que en Chile se den las condiciones para que este cambio suceda. Más aún, es virtualmente imposible que estas condiciones se den de manera natural sin que las distintas personas involucradas se comprometan con la causa. Y Chile no puede quedarse simplemente esperando. **El no tomar acciones en el corto plazo nos podría poner**

<sup>5</sup> <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>  
<http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CompThinking.html>

<sup>6</sup> El estudio considera no solo tecnología digital, sino una definición más amplia en donde se incluyen las tecnologías exportables provenientes principalmente de patentamientos.



en una situación crítica de desventaja en la región. Por esto creemos firmemente que se debe llevar a cabo un plan de acción agresivo con dos objetivos principales: (1) generar las condiciones para que en el mediano plazo PCyP sea una rama en todas las escuelas del país, y en el intertanto, (2) generar instancias para no perder generaciones completas de escolares mientras el cambio definitivo no se instale.

## GENERANDO LAS CONDICIONES PARA EL CAMBIO SISTÉMICO

Diversos estudios han tratado el cómo lograr el punto (1), siendo uno de los más detallados y actuales el "Computational Thinking, leadership toolkit" [8]. En este trabajo se provee un conjunto de recursos que las personas en posición de liderazgo pueden utilizar para lograr un cambio sistémico. Entre los recursos provistos en [8] se pueden mencionar los siguientes:

- a. Definición operacional de las destrezas computacionales necesarias que todo alumno debiera manejar al graduarse de secundaria.
- b. Definición de vocabulario técnico específico y una tabla de progresión para la introducción de este vocabulario y los conceptos asociados en las distintas etapas de estudio de los alumnos.
- c. Modelo para el cambio sistémico, que incluye el modelo necesario para preparar a docentes competentes en el área y crear programas de postgrado que puedan preparar a especialistas en la aplicación de los conceptos.
- d. Guía para la implementación de la estrategia describiendo las actividades, los resultados y los indicadores para cada grupo de intere-

sados, incluyendo estrategias de corto, mediano y largo plazo.

- e. Puntos de discusión para involucrar a los distintos grupos de interesados, incluyendo profesores, padres y apoderados, la sociedad como conjunto, gente de la industria, y autoridades a nivel comunal, regional y de país.

Dentro de todos los puntos mencionados, posiblemente el que requiere de una aplicación más inmediata en el caso de Chile es el punto (e). Es claro que, dadas las necesidades urgentes en educación del país, y sobre todo en educación pública, los temas específicos pasan a segundo plano. Por lo mismo se hace indispensable hacer notar a cada grupo de interés el valor del PCyP. Cada grupo de interés lo valorará desde una perspectiva única y es menester de los líderes del proyecto, el que puedan articular estas perspectivas.

La otra pregunta importante es quiénes son los llamados a llevar adelante el cambio. Creemos firmemente que éste no puede ser un cambio generado por un único estamento o grupo particular, **y debe ser un esfuerzo conjunto entre escuelas, padres y apoderados, empresas públicas y privadas, universidades y el Estado**, siendo este último el que debiera liderar el proyecto por su capacidad de incidir en los planes curriculares mínimos de la enseñanza escolar. Hay un par de esfuerzos que se han estado llevando a cabo, uniendo estos estamentos, aunando instituciones como Enlaces del Ministerio de Educación, fundaciones como País Digital, y diversas universidades a nivel nacional, pero aún en fase de discusión preliminar.

## ACTIVIDADES A REALIZAR EN EL CORTO PLAZO

Antes mencionábamos que no podíamos esperar años a que estén todas las condiciones, que debemos empezar ahora y así no perder

generaciones de alumnos. En este contexto hay diversas iniciativas a nivel país que se han estado llevando a cabo de manera independiente. Entre ellas se puede mencionar la iniciativa "Jóvenes Programadores", impulsada por BiblioRedes de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, las "Olimpiadas Chilenas de Informática" impulsada por la Corporación C<sup>100</sup>, y apoyada por la Sociedad Chilena de Ciencia de la Computación y diversas Universidades a nivel país, y el proyecto "Mi Taller Digital" de Enlaces, entre muchas otras llevadas adelante por fundaciones, empresas, profesionales y estudiantes. Algunas de ellas serán tratadas en detalle en esta Revista más adelante.

Creemos que es el momento de coordinar estas iniciativas para que todas ellas se entiendan dentro del mismo marco. Como tareas de corto plazo se pueden mencionar las siguientes:

- Utilización efectiva de iniciativas actuales a gran escala: las tres iniciativas específicas mencionadas anteriormente, funcionan actualmente a nivel país abarcando un gran número de escolares. Si éstas pueden coordinarse y potenciarse, el impacto en cuanto a alumnos interesados se multiplicaría.
- Unificación de iniciativas de menor escala para que tengan un impacto a nivel país: hay muchos esfuerzos particulares de profesionales, estudiantes, empresas (mediante sus programas de Responsabilidad Social Empresarial), etc., que están trabajando con escuelas integrando algunos conceptos de PCyP. Sería ideal crear un paraguas que les permita a ellos, intercambiar experiencias, llegar a más escuelas, y sobre todo, sumar a más interesados en aportar.

En este último punto, un grupo de miembros de la Corporación C<sup>100</sup>, está intentando juntar una red de voluntarios a nivel país que donen una fracción pequeña de su tiempo para introducir conceptos específicos de PCyP en las escuelas públicas de Chile<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> <http://c-100.cl/voluntarios.html>

## EPÍLOGO

Según el Foro Económico Mundial, Chile lidera el ranking de uso de TIC a nivel Latinoamericano [3]. Esto nos sitúa en una posición clara de ventaja en la región para poder dar el salto y pasar de ser (hábiles) consumidores a generadores de nueva tecnología digital. Y el punto natural de inicio de esta revolución es la enseñanza escolar.

Los distintos grupos de interés pueden desde ya tomar en sus manos parte de los cambios:

estudiantes en etapa escolar accediendo a los recursos disponibles en la Web e informándose cómo participar en actividades como olimpiadas, talleres, etc.; padres y apoderados instando a los más pequeños a explorar sus aparatos electrónicos más allá del simple uso; estudiantes universitarios y profesionales de la Computación desmitificando el área, haciendo los conceptos y términos accesibles para todos, y sumándose a las campañas voluntarias para integrar PCyP en las escuelas; y líderes políticos en educación, entendiendo cómo PCyP puede generar una revolución, el valor de ésta y la necesidad de incentivar la inserción temprana en la etapa escolar, generando las condiciones

para apoyar a las escuelas en los cambios necesarios.

Chile ha llegado sistemáticamente tarde a la mayoría de las revoluciones tecnológicas y digitales. ¿Nos perderemos como país otra oportunidad de innovar, esta vez en los contenidos y la forma en que enseñamos a las niñas y niños? Posiblemente, y como nunca en el pasado, las condiciones para llegar a tiempo a esta revolución parecen ser favorables para nuestro país. Está en manos de los líderes educacionales no dejar pasar esta gran oportunidad. ■

## REFERENCIAS

- [1] Álvaro Atilano, Jesús Mercado, Helen Casanova. Indicadores de Innovación Tecnológica de los Países de América Latina y el Caribe, 2014. [http://eventos.caf.com/media/34584/Indicadores\\_Innovacion\\_Tecnologica\\_paises\\_America\\_Latina\\_Caribe\\_Version\\_resumida.pdf](http://eventos.caf.com/media/34584/Indicadores_Innovacion_Tecnologica_paises_America_Latina_Caribe_Version_resumida.pdf)
- [2] Tim Bell, Ian H. Witten and Mike Fellows. CS Unplugged Book, 2015. <http://csunplugged.org/books/>
- [3] Beñat Bilbao-Osorio, Soumitra Dutta, and Bruno Lanvin, Editores. The Global Information Technology Report 2014 – World Economic Forum, 2014. [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalInformationTechnology\\_Report\\_2014.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalInformationTechnology_Report_2014.pdf)  
<http://widgets.weforum.org/global-information-technology-report-2014/>
- [4] Jesús Duarte, Carlos Gargiulo, Martín Moreno. Infraestructura Escolar y Aprendizajes en la Educación Básica Latinoamericana, mayo 2011. <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36201660>
- [5] Irene Lee. CSTA Computational Thinking Task Force, 2014. <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/471.11CTLeadershipToolkit-SP-vF.pdf>
- [6] Jeannette M. Wing. Computational thinking. Commun. ACM 49, 3 (March 2006), 33-35.
- [7] Adimark GfK - IIE, Censo de Informática Educativa 2012: Resultados Principales. [http://www.enlaces.cl/tp\\_enlaces/portales/tpe76eb4809f44/uploadImg/File/2013/doc/centro/Censo\\_de\\_Informatica\\_Educativa.pdf](http://www.enlaces.cl/tp_enlaces/portales/tpe76eb4809f44/uploadImg/File/2013/doc/centro/Censo_de_Informatica_Educativa.pdf)
- [8] Computational Thinking, leadership toolkit. Computer Science Teachers Association, International Society for Technology in Education, 2011. <http://www.iste.org/docs/ct-documents/ct-leadershiptoolkit.pdf?sfvrsn=4>
- [9] OECD, The High Cost of Low Educational Performance: The Long-Run Economic Impact of Improving PISA Outcomes. <http://www.oecd.org/pisa/44417824.pdf>
- [10] Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. The Royal Society, UK, 2012. <https://royalsociety.org/education/policy/computing-in-schools/report/>



# DESARROLLANDO EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL: ACERCANDO LA COMPUTACIÓN A NIÑAS Y NIÑOS DE CHILE

Desde el dar un vistazo al acontecer nacional e internacional, pasando por revisar el pronóstico meteorológico para los próximos tres días, o ponernos en contacto con nuestras amistades, prácticamente hoy en día no podemos concebir nuestras actividades cotidianas sin la ayuda de un computador. Éste es sobre todo el caso de los niños, quienes actualmente nacen y crecen junto a estas herramientas tecnológicas. Sin embargo, la gran mayoría de los jóvenes en edad escolar aún son meros usuarios de programas realizados por otros, sin tomar conciencia del potencial que estos tienen para desarrollar su creatividad.



## NANCY HITSCHFELD

Profesora Asociada Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile. Doctora en Technischen Wissenschaften, ETH Zurich, Suiza; Magíster en Ciencias Mención Computación, Universidad de Chile. Sus áreas de interés son: Modelamiento Geométrico (generación de discretizaciones espaciales en 2 y 3 dimensiones), Visualización, Reconocimiento de Patrones en Imágenes, Paralelización de Algoritmos sobre GPUs, y cómo atraer mujeres a Ingeniería y Ciencias.  
[nancy@dcc.uchile.cl](mailto:nancy@dcc.uchile.cl)



## FRANCISCO GUTIÉRREZ

Candidato a Doctor en Ciencias mención Computación, Universidad de Chile. Ingeniero de la École Centrale de Nantes, Francia; Ingeniero Civil en Computación, Universidad de Chile. Sus áreas de interés son: Diseño y Evaluación de Sistemas de Computación Social, Factores Humanos en Sistemas Computacionales, y Educación en Computación.  
[frgutier@dcc.uchile.cl](mailto:frgutier@dcc.uchile.cl)



## VANESSA PEÑA

Estudiante de Doctorado en Ciencias mención Computación, Universidad de Chile; Ingeniería Civil en Computación, Universidad de Chile. Su trabajo se enfoca en Minería de Datos y Visualización de Eventos Extraídos de Redes Sociales en Línea, y Educación en Computación, con énfasis en cómo atraer mujeres a Ingeniería y Ciencias.  
[vpena@dcc.uchile.cl](mailto:vpena@dcc.uchile.cl)



## JORGE ROMO

Ingeniero Civil en Computación, Universidad de Chile. Actualmente trabaja como encargado de Informática en el proyecto MOOC Chile (<http://moochile.com>) de la Fundación Ford y la Universidad Diego Portales, el cual consiste en cursos gratuitos en línea de Derechos Humanos.  
[jromo.dcc@gmail.com](mailto:jromo.dcc@gmail.com)

El Programa “Desarrollando el Pensamiento Computacional” es una iniciativa del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile, que busca acercar la Computación a niñas y niños en edad escolar. Nuestra propuesta consiste en realizar un taller, en el que los alumnos aprenden a crear animaciones

y videojuegos, de manera que se acerquen a la Computación de manera lúdica e interactiva, a través de la exploración de sus gustos personales y habilidades. Hasta la fecha hemos realizado cinco versiones del Taller, las que han ido continuamente evolucionando.





## ¿POR QUÉ ESTAMOS HACIENDO ESTO?

Nuestro objetivo principal es generar curiosidad e interés por la Ciencia de la Computación, en niñas y niños de entre 8 y 12 años, a través de la enseñanza de habilidades y competencias consideradas como parte del pensamiento computacional. El mensaje que nos gustaría transmitir es que la Computación es una Ciencia, tal como lo son la Matemática y la Física, y al mismo tiempo desmitificar los estereotipos negativos ligados a la Computación, tales como el trabajo en solitario y una asociación sesgada al género masculino.

Asimismo, buscamos lograr en el corto y mediano plazo identificar factores conductuales y del entorno educativo que facilitan o dificultan el aprendizaje de Computación en niños y niñas, en particular de escasos recursos, y entender cómo estos factores influyen positiva o negativamente en el aprendizaje. De esta manera, pretendemos sentar las bases para crear un programa continuo de enseñanza de Computación en los colegios, uniendo nuestra iniciativa con otros proyectos, tales como las Olimpiadas Chilenas de Informática (OCI).

## NUESTRA HISTORIA

Como base para nuestros talleres usamos *Scratch*, un entorno de aprendizaje visual, interactivo y dinámico para iniciarse en programación. Este ambiente fue desarrollado principalmente para niños y jóvenes por el MIT Media Lab Lifelong Kindergarten Group en 2007 [1].

En diciembre de 2012 realizamos nuestro primer taller piloto, el que consistió en dos jornadas donde los niños aprendieron a crear un juego y animar una pequeña historia interactiva. En este Taller participaron 24 alumnos, 11 de los cuales eran niñas. Se les presentó el entorno *Scratch* y se les describió a modo de tutorial lo básico para usarlo y crear un juego e historia de ejemplo. Luego los alumnos trabajaron solos la mayor parte del tiempo. Este formato más libre nos permitió observar la reacción de los niños frente al curso, cuán motivados estaban y cómo usaban su creatividad y gustos personales al trabajar con una herramienta como *Scratch*. Nuestras expectativas fueron superadas, ya que en general los alumnos terminaron los proyectos más rápido de lo esperado, y se dedicaron a extenderlos o hacer proyectos propios que requirieron que les enseñáramos más cosas de las planeadas.

Con la finalidad de explorar el uso de *Scratch* en otros ámbitos, en 2013 formamos una alianza con los cursos de invierno de Escuela de Verano. En esta oportunidad, diseñamos junto al equipo de Química dos actividades relacionadas con el estudio del agua. Nuestro propósito principal era lograr que los alumnos pudieran no sólo integrar conocimientos de otras disciplinas con pensamiento computacional, sino que además desarrollaran su creatividad y razonamiento algorítmico. Para ello, propusimos dos actividades: la primera, que consistió en realizar una animación modelando el ciclo del agua en forma de historia interactiva; y la segunda, que consistió en realizar una animación interactiva para visualizar los cambios de estado del agua, tanto en escala macroscópica (hielo - agua líquida - vapor), como a nivel molecular.

Durante las vacaciones de invierno de 2013 lanzamos una nueva versión del Taller, cuyo formato sigue hasta el día de hoy. El programa actualmente tiene una duración de una semana en las mañanas, a un ritmo de tres horas diarias, en los laboratorios docentes del Departamento. Cada clase está estructurada en dos bloques: el primero, donde enseñamos un concepto computacional concreto, y el segundo, donde los alumnos aplican los conceptos aprendidos en el primer bloque a través del desarrollo de actividades interactivas como historias o juegos, junto a un proyecto personal. Para elaborar las actividades, adaptamos parte del material propuesto por la iniciativa *Computer Science Unplugged* [2] y Programación con *Scratch* [3],



ambos disponibles bajo la licencia Creative Commons "Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual 3.0".

Las cinco sesiones del Taller están estructuradas como sigue:

- **Lunes:** entender conceptualmente qué es un algoritmo y cómo un programa puede darle instrucciones a un computador para realizar una actividad concreta. Esto lo logramos introduciendo el concepto con actividades cotidianas y cercanas a los alumnos (por ejemplo, instrucciones de cómo hacer aviones de papel), y con animaciones preprogramadas en Scratch.
- **Martes:** reforzar la idea de algoritmo y secuencialidad lógica para construir diálogos entre personajes, generar animaciones e historias interactivas, y sincronizar mensajes entre objetos, a través del diseño y programación de una historia interactiva. Hacia el final de la clase, los alumnos comienzan a trabajar en un proyecto personal extendiendo las actividades propuestas.
- **Miércoles:** entender qué es una variable y cómo sus valores pueden cambiar cuando se introducen bifurcaciones en la secuencialidad de un programa (estructura *if - else*), o iteraciones (estructura *while*). Los alumnos trabajan

en extender una serie de videojuegos sencillos preprogramados, y luego integran los conocimientos adquiridos en el desarrollo de su proyecto personal.

- **Jueves:** durante la primera parte de la clase, los alumnos aprenden cómo el computador representa información. Introducimos de manera lúdica la representación de números binarios y discretización de imágenes. Hacia el final de la clase, los alumnos terminan de desarrollar su proyecto personal y completan un pequeño cuestionario conceptual para medir su nivel de logro en los temas tratados durante el curso.
- **Viernes:** la primera parte de esta última sesión está dedicada a introducir de manera lúdica y en alto nivel cómo los computadores buscan y ordenan conjuntos de datos. Durante el segundo bloque, realizamos una ceremonia de cierre en el auditorio del Departamento, donde los alumnos muestran a sus compañeros y a sus padres sus realizaciones durante el Taller.

Este formato de Taller ya lo hemos realizado en tres oportunidades. Durante las vacaciones de invierno de 2013 contamos con 15 alumnos, de los cuales sorprendentemente 11 eran niñas. Para las vacaciones de invierno de 2014 recibimos más de 60 postulaciones, lo cual superó todas nuestras expectativas, y nos motivó a crear dos secciones del taller en paralelo. En esta

oportunidad, por restricciones de espacio, sólo pudimos trabajar con un grupo de 37 alumnos, de los cuales 15 eran niñas. Finalmente, dado el éxito de esta versión, decidimos realizar una nueva sesión en diciembre de 2014, contando esta vez con 31 alumnos (12 niñas y 19 niños).

## LO QUE HEMOS APRENDIDO

Es sorprendente la rapidez con la cual los alumnos aprenden y aplican los conceptos del curso, y la velocidad con que terminan sus proyectos. Esto hace que muchas veces tengamos que improvisar actividades o crear desafíos, ya que el material que hemos preparado se hace insuficiente. Cabe destacar que incluso las clases relacionadas con conceptos más abstractos y que no requieren el uso del computador, tales como representación de imágenes o números binarios, han captado fuertemente su atención e interés.

El ambiente que se genera a lo largo del Taller lo ha hecho una instancia muy grata y entretenida. Ha sido una agradable experiencia observar la creatividad de los niños, compartir con ellos y motivarlos de acuerdo a su personalidad o intereses.

Como parte del equipo docente de la versión de este año, Giselle Font nos comenta: "Cuando le das la libertad a las niñas y niños de crear sus

propios juegos, ves cómo se comprometen activamente con el proyecto, y por transitividad con el aprendizaje. Usan las herramientas que han adquirido, preguntan si tienen dudas, y comparan con orgullo y alegría lo que han construido. Es muy motivante para el equipo docente.” Lissette Cabrera también nos relata su experiencia: “Lo más interesante para mí fue cómo el taller enseña cosas complejas en términos simples para los niños y ver lo motivados que están al hacer las actividades”

Al inicio del Taller, previo a las clases, se le aplica a los alumnos una pequeña encuesta donde se les pregunta qué significa para ellos el término “Computación”, qué creen que hace un ingeniero o profesional en Computación, si les gustaría seguir esta carrera, y les pedimos que dibujen a alguien que trabaje en Computación. En general observamos que para ellos la Computación suele estar relacionada con hacer presentaciones en Microsoft PowerPoint, limpiar el computador de virus o trabajar con juegos virtuales de otras materias del colegio. Por otra parte, la mayoría de los dibujos del Ingeniero en Computación consistían en un hombre solo frente al computador, con lentes y, a veces, con sobrepeso.

Al terminar el Taller, repetimos la misma encuesta para observar si cambió en algo la percepción previa que tenían respecto al área, y efectivamente constatamos que su visión cambió. En la definición de Computación aparecieron palabras como “crear”, “juegos” o “descubrir” en vez de solo relacionarla con las partes físicas de un computador. Esto se aprecia en la Figura 1, donde se muestran dos nubes de palabras: la primera contiene aquellas que usan los niños al referirse a la Computación antes del Taller y la segunda aquellas usadas después de participar en el Taller.

Similarmente, también observamos cambios en la visión acerca de las personas que trabajan en Computación puesto que ya no eran necesariamente dibujados como personas solitarias o masculinas, sino que aparecen personas que se relacionan con otros además de ambos géneros (ver Imagen 1).



**FIGURA 1.** NUBE CON LAS PALABRAS USADAS POR LOS NIÑOS DEL TALLER DE SCRATCH PARA REFERIRSE A COMPUTACIÓN, ANTES DEL TALLER (IZQUIERDA) Y DESPUÉS DEL TALLER (DERECHA).



**IMAGEN 1.** DIBUJOS HECHOS POR LOS NIÑOS DE PERSONAS QUE TRABAJAN EN COMPUTACIÓN ANTES DEL TALLER (A LA IZQUIERDA) Y DESPUÉS DEL TALLER (A LA DERECHA)

## NUESTROS PROYECTOS A FUTURO

Nuestro principal interés hoy en día está en consolidar nuestra propuesta, saliendo de la Universidad para llegar directamente a los colegios. Actualmente estamos trabajando en preparar un kit de actividades pensado especialmente para profesores y padres, de tal forma que cualquier persona interesada pueda tomarlo y replicarlo como taller extraprogramático.

Asimismo, a futuro nos interesaría generar una red de pensamiento computacional, vinculando colegios, liceos y universidades, para integrar activamente la enseñanza de Computación en los colegios de Chile. En particular, es de nuestro interés incluir activamente a grupos tradicionalmente poco representados en Computación, Ciencia y Tecnología, tales como niños de entornos vulnerables y niñas. ■





## AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos extender nuestro más sincero agradecimiento a todos quienes han apoyado directa o indirectamente la ejecución de nuestros proyectos. En particular, queremos reconocer el trabajo de Giselle Font, Fernanda Ramírez, Lissette Cabrera, Boris Romero, Jazmine Maldonado, Juan Pablo Paulsen y Cristián Parra, quienes en distintas etapas de su formación académica y profesional en el DCC, nos han apoyado como parte del equipo docente en nuestros talleres. Agradecemos igualmente a la Escuela de Verano (EdeV) de la Universidad de Chile, por su apoyo logístico durante la ejecución de los talleres.



## REFERENCIAS

- [1] Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., Kafai, Y.: Scratch: Programming for All. Communications of the ACM, vol. 52(11), pp. 60 – 67, 2009.
- [2] Bell, T., Witte, I. H., Fellows, M.: Computer Science Unplugged. Disponible en línea: <http://csunplugged.org>. 2010.
- [3] García, J. C.: Programación con Scratch. Eduteka. Fundación Gabriel Piedrahita Uribe. Disponible en línea: <http://www.eduteka.org/ScratchCuadernoTrabajo1.php>. 2011





# LAS OLIMPIADAS CHILENAS DE INFORMÁTICA

Periódicamente se realizan olimpiadas y competencias deportivas de todos los estilos, siendo las más visibles, cada cuatro años, los Juegos Olímpicos mundiales de verano. En paralelo, casi en el anonimato, anualmente se organizan competencias dedicadas a las Ciencias. En estas últimas, representantes escogidos por los países participantes, generalmente entre sus estudiantes de educación media, son puestos a prueba con problemas que procuran medir la capacidad de los competidores para generar “ideas felices” y aplicar o desarrollar conocimiento profundo sobre cada disciplina concreta.





## ROBERTO ASÍN<sup>1</sup>

Profesor Asistente del Departamento de Ingeniería Informática, Universidad Católica de la Santísima Concepción. Doctor por la Universidad Politécnica de Cataluña, Programa de Software. Director de las Olimpiadas Chilenas de Informática. Líneas de Investigación: Herramientas de Lógica Computacional, Optimización Combinatoria.

[rasin@ucsc.cl](mailto:rasin@ucsc.cl)



## FEDERICO MEZA<sup>1</sup>

Profesor Asistente, Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Talca. Doctor en Ciencias de la Ingeniería (2007), Pontificia Universidad Católica de Chile. Director de las Olimpiadas Chilenas de Informática y de la Corporación para el Fomento de Ciencia de la Computación en Colegios (C<sup>100</sup>). Ex-Presidente de la Sociedad Chilena de Ciencia de la Computación (SCCC). Site Director en Chile y Regional Contest Director (Argentina, Bolivia, Chile, Paraguay, Perú, Uruguay) del ACM International Collegiate Programming Contest (ICPC). Línea de investigación: Sistemas Distribuidos.

[fmeza@utalca.cl](mailto:fmeza@utalca.cl)



## ANDREA RODRÍGUEZ<sup>1</sup>

Profesora Titular del Departamento de Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación, Universidad de Concepción. Ph.D. en Spatial Information Science and Engineering (2000), University of Maine, Estados Unidos. Miembro del comité organizador de las Olimpiadas Chilenas de Informática y de la Corporación para el Fomento de Ciencia de la Computación en Colegios (C<sup>100</sup>). Líneas de investigación: Bases de Datos y Recuperación de Información Espacial.

[andrea@udec.cl](mailto:andrea@udec.cl)

Al igual que en las competencias deportivas, el camino de los participantes para llegar al encuentro mundial pasa por clasificatorias locales, regionales y nacionales. Típicamente, los medallistas nacionales obtienen becas de estudio. Tal es el caso de Bolivia, para poner un ejemplo, donde los diez mejores medallistas reciben becas para estudiar en la universidad que elijan, a nivel mundial. De igual manera, a nivel internacional, universidades muy prestigiosas ofrecen becas de estudio y manutención a los

medallistas mundiales. Puede mencionarse, por ejemplo, la Universidad de Waterloo, que ofrece becas totales para estudiar en la Facultad de Matemáticas para los medallistas de las Olimpiadas de Matemática e Informática. La experiencia ha mostrado que gran parte de los medallistas de las olimpiadas científicas, posteriormente, se constituyen en importantes científicos, investigadores y profesores, contribuyendo enormemente al desarrollo de sus países.

<sup>1</sup> Los autores son miembros del Directorio de la Olimpiada Chilena de Informática junto a Jorge Pérez (Universidad de Chile).





Una de las cinco olimpiadas de ciencias auspiciadas a nivel mundial por las Naciones Unidas a través de la Unesco, es la Olimpiada Internacional de Informática, conocida como IOI por sus siglas en inglés. Las otras competencias son las de Matemática, Física, Química y Biología. La IOI reúne anualmente, por una semana, a estudiantes de educación media de todo el mundo, para competir en pruebas de naturaleza algorítmica. El evento contempla, además, compartir experiencias, confraternizar con estudiantes de otros países y conocer otras realidades. Los problemas que se plantean en esta competencia suelen ser muy exigentes y requieren de mucha creatividad, además de avanzados conocimientos sobre Algoritmos y Estructuras de Datos, así como una aguda capacidad de análisis de problemas y diseño de soluciones. Los participantes utilizan los lenguajes de programación C, C++ o Pascal, y el sistema operativo Linux, para resolver, de manera individual, los retos a los que se ven enfrentados, cuya complejidad varía desde problemas básicos de Matemática hasta problemas complejos de búsqueda y selección. No es exagerado decir que los medallistas de oro de estas olimpiadas se encuentran entre los informáticos más calificados del mundo, cosa que se puede evidenciar mediante las ofertas que empresas como Google o Microsoft realizan a estos estudiantes de secundaria.

El año 2012 un grupo de académicos, profesores de secundaria y voluntarios que habían participado previamente, se juntaron bajo el alero de la Sociedad Chilena de Ciencia de la Computación (SCCC) para obtener la representación en Chile de la IOI. El objetivo era sistematizar y transparentar la forma en que se seleccionaría a los participantes chilenos en la competencia internacional. No obstante, a poco andar, y una vez obtenido el reconocimiento oficial por parte del Comité Ejecutivo de la IOI, los objetivos se ampliaron y el proyecto de las Olimpiadas Chilenas de Informática<sup>2</sup> tomó forma.

Las Olimpiadas Chilenas de Informática (OCI) tienen como objetivos difundir la Ciencia de la Computación y la Informática entre los

estudiantes de secundaria a nivel nacional, descubrir y alentar tempranamente a los jóvenes talentos, y seleccionar a los estudiantes que representarán a Chile en la IOI. Es así como la OCI no sólo contempla las actividades de selección del equipo olímpico chileno, sino también diversas actividades de divulgación, promoción, formación, entrenamiento y confraternización. Las etapas regionales, que se llevan a cabo de manera distribuida, seleccionan estudiantes que compiten en una final nacional desarrollada en forma centralizada en una única sede. El objetivo es que esta sede sea la misma que alberga las Jornadas Chilenas de Computación, y que la OCI pase a ser un evento más dentro de estas jornadas. La final nacional selecciona un grupo de cerca de diez estudiantes que son entrenados intensivamente durante el verano y comienzos de año, en un campamento desarrollado en Santiago, al final de lo cual se selecciona el equipo olímpico que representará a Chile en la siguiente edición de la IOI.

Hasta el momento se han realizado tres ediciones de la OCI, con etapas finales en Santiago, Te-

muco y Talca. Las primeras etapas de cada una de ellas han contado con la participación de un equipo de voluntarios pertenecientes a universidades e instituciones de enseñanza media de gran parte del país. En la edición más reciente se desarrollaron actividades en seis regiones, en las ciudades de Arica, Valparaíso, Santiago, Curicó, Talca, Chillán, Concepción y Temuco, las que estuvieron a cargo de trece universidades: Universidad de Tarapacá, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Universidad Andrés Bello, Universidad Técnica Federico Santa María (Valparaíso y Santiago), Universidad de Valparaíso, Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Talca, Universidad del Bío-Bío (Chillán y Concepción), Universidad de Concepción, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Universidad Católica de Temuco y Universidad de la Frontera.

Los frutos del trabajo sistemático se empezaron a ver desde la primera participación en la IOI, donde uno de los representantes chilenos, Robinson Castro, obtuvo una medalla de bronce. Este es el mejor resultado alcanzado por un



Fotografías gentileza OCI. Fotógrafo: Mauricio Quezada.

<sup>2</sup> <http://www.olimpiada-informatica.cl>

chileno en competencias internacionales de programación.

El nivel de participación también ha ido en aumento. En la pasada edición se consiguió alcanzar a 222 estudiantes a nivel nacional, de los cuales 46 fueron mujeres. Cabe destacar que es parte de los objetivos de la OCI conseguir mayor equidad de género en la participación, tratando de incentivar la participación y eliminando barreras que permitan a más mujeres integrarse a las actividades.

Así, luego de dos años y medio de trabajo puede identificarse el valor de esta iniciativa, desde varios puntos de vista. En primer lugar, permite motivar tempranamente a estudiantes de enseñanza media en la disciplina. Esto se confirma con que 18 estudiantes que participaron en la OCI 2014 ingresaron a una carrera de Ingeniería Civil Informática/Computación, donde prácticamente el 100% de los que llegan al campamento de verano así lo hacen. La OCI ha generado una red de colaboración entre académicos de distintas universidades, logrando no solo llevar

a cabo las actividades propias de la competencia, sino además mediante la constitución de la Corporación para el fomento de la Ciencia de la Computación en Colegios<sup>3</sup>, abreviada C<sup>100</sup>, la cual busca perpetuar en el tiempo los objetivos planteados inicialmente para la OCI, incluyendo además nuevas metas como incorporar la Programación como una asignatura en los programas de estudio. Por último, pero no así menos importante, consideramos con un valor la participación de estudiantes universitarios que han colaborado en los entrenamientos y en las competencias. Su participación los integra en un contexto más amplio a la disciplina, les permite aprender a transmitir su conocimiento y les hace compartir con estudiantes de otras carreras y regiones.

Es importante destacar el financiamiento recibido que ha contribuido al desarrollo exitoso de esta iniciativa. No es menor el aporte entregado por las universidades, facilitando no solo las instalaciones, sino también el financiamiento para

<sup>3</sup> <http://www.c-100.cl>

la realización de los entrenamientos y las competencias locales. Empresas e instituciones tales como Microsoft, NIC Chile y Synopsys aportaron en la realización de las primeras versiones con premios o el financiamiento de pasajes a la competencia internacional. Importante fue el aporte de Google durante 2014 a través del programa Google RISE, que permitió distribuir fondos a nivel nacional para llevar a cabo los entrenamientos y lograr una mayor cobertura de estudiantes. Finalmente, también es destacable el aporte de Núcleo Milenio Centro de Investigación de la Web Semántica, a través del concurso Proyección al Medio Externo, que permitió financiar el campamento de preparación y selección del equipo olímpico 2015.

Queda abierta la invitación para que otras instituciones, colegios, liceos y voluntarios, en general, se acerquen y se integren a nuestro equipo para participar de la OCI y colaborar en las actividades de la C<sup>100</sup>. ■



# Mi Taller Digital:

## UNA APUESTA PARA EL DESARROLLO DE LAS HABILIDADES TIC EN LOS ESTUDIANTES

Niñas, niños y adolescentes chilenos de entre 10 y 18 años están programando robots, creando videojuegos y reparando computadores gracias a “Mi Taller Digital”, un proyecto de Enlaces del Ministerio de Educación que ha beneficiado a 31.000 estudiantes de 5° básico a 4° medio, y a 1.300 establecimientos en todo el país.





## MARÍA CRISTINA ESCOBAR

Ingeniero en Informática y Máster en Computers in Education y en Gestión de la Calidad de la Educación. Directora del Centro de Educación y Tecnología, Enlaces, del Ministerio de Educación de Chile, donde lidera el desarrollo y evaluación de habilidades tecnológicas en los actores del sistema escolar.

[cristina.escobar@mineduc.cl](mailto:cristina.escobar@mineduc.cl)



El Ministerio de Educación, a través de Enlaces, desarrolla desde 2011 el proyecto “Mi Taller Digital” que ofrece equipamiento, recursos digitales y capacitación a los estudiantes de establecimientos particulares subvencionados y municipales con el objetivo de desarrollar las Habilidades en Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) para el Aprendizaje (HTPA) y entregar oportunidades para que los estudiantes mejoren sus aprendizajes con tecnologías.

En los talleres se trabajan temáticas cercanas a la cultura juvenil, como videojuegos, cómic digital, producción de videos, robótica y brigadas tecnológicas. Hoy los aprendizajes más importantes ocurren fuera del aula, por eso estos talleres se desarrollan en el ámbito extracurricular. Además permiten reforzar habilidades tales como pensamiento crítico, creatividad, trabajo colaborativo, y principalmente desarrollar en ellos las HTPA.

En “Mi Taller Digital” se capacita a profesores y estudiantes para que posteriormente puedan ser los monitores del taller, donde los participantes deben planear, implementar, evaluar y compartir proyectos educativos de innovación tecnológica aplicables en el mundo real.

El proyecto está dividido en cinco diferentes temáticas:

- **Taller de robótica:** Enlaces hace entrega de kits de robótica y las licencias

correspondientes para su programación. Los participantes diseñan, arman y programan los robots de manera que adquieran diferentes funcionalidades para resolver entretenidos desafíos.

- **Creación de videojuegos:** por medio de una herramienta editora que se descarga gratuitamente de internet, los estudiantes pueden diseñar escenarios y personajes. Enlaces entrega un set de joysticks o palancas de mando para juegos.
- **Brigadas tecnológicas:** se entregan computadores reacondicionados y kits de soporte y mantención de infraestructura digital. Los alumnos aprenden a mantener, diagnosticar, reparar y administrar los computadores de sus establecimientos educacionales.
- **Cómics digital:** Enlaces entrega tablets a los establecimientos para que los estudiantes puedan crear guiones e historias digitales ilustradas (pictogramas), basadas en temáticas de su interés.
- **Producción de videos:** los establecimientos reciben cámaras de video, que permiten a los alumnos diseñar y crear contenidos audiovisuales, en los que se consideran el desarrollo de guiones, registro de imágenes, edición y publicación de videos.



Durante 2014, 218 colegios implementaron por primera vez "Mi Taller Digital" en sus salas de clases y se estima que este año se incorporarán 1.200 nuevos establecimientos. Luego de cuatro generaciones de estudiantes que han formado parte de estos talleres, varios de ellos han asumido el rol de tutores para enseñarle a sus pares la dinámica de las distintas actividades. Según las encuestas de satisfacción realizadas, la recepción del proyecto por parte de la comunidad ha sido positiva señalando que más del 90% de los estudiantes considera que los talleres eran muy participativos, interactivos y entretenidos. Susana Díaz, apoderada del Colegio Pucará de Ovalle (IV Región) comentó: "Este es el primer año que mi hijo está en el taller de robótica. Está muy motivado y ha podido compartir con sus compañeros en otras instancias fuera de lo que hacen en la sala de clases".

## ENCUENTRO TECNOLÓGICO ESTUDIANTIL "EXPONAUTA"

El éxito de "Mi taller Digital" llevó a Enlaces a crear "ExpoNauta", una feria tecnológica que reúne a

más de mil estudiantes de colegios municipales y subvencionados. El objetivo es que ellos puedan aprender e interactuar con tecnologías de vanguardia, mediante la realización de talleres prácticos y recorrido por las muestras tecnológicas especialmente seleccionadas para la actividad.

La tercera versión, realizada el año pasado, contó con talleres de programación, ciencias con celulares, redes inalámbricas, una clínica de música digital y hasta la charla de un conocido *youtuber* nacional, entre otros. También pudieron participar del desafío de robótica y caracterizarse de sus personajes favoritos para participar del concurso de *cosplay*.

A fines de 2015 se realizará una nueva versión, con la misma variedad y diversidad de contenidos, para que los estudiantes puedan abrir sus mentes a la creatividad y el emprendimiento.

## CONCURSO TICLEA TU IDEA

Para identificar y premiar experiencias exitosas desarrolladas en los talleres digitales, el año pasado Enlaces desafió a los estudiantes a formar equipos y participar del "Concurso Mi Taller Digital: TIClea tu idea". En noviembre de 2014, 25 equipos finalistas viajaron a Santiago desde

distintas regiones del país para participar de la gran final del certamen.

En el marco del desarrollo de las ciudades inteligentes, los concursantes fueron desafiados a solucionar, con el uso de tecnologías, problemáticas actuales relacionadas con vivienda y urbanismo, transporte y medio ambiente, para elegir a un ganador por categoría. A través de una tormenta de ideas y con el constante apoyo de expertos en las temáticas planteadas por el concurso, los equipos desarrollaron ideas creativas e innovadoras que son un aporte para su entorno y para la comunidad en general.

Durante la premiación, todos los participantes fueron condecorados con la medalla del Concurso "TICLEa tu idea" por ser estudiantes destacados a nivel nacional. Fernanda Lizama, estudiante del Colegio Saint Patrick School de Temuco, comentó que "en el futuro puede que no me sirva mucho saber de cómic digital, pero he aprendido a trabajar en grupo, hacer un proyecto y a ser más empática con mis compañeros". En tanto, Natalia Troncoso, su profesora, agrega que "este tipo de iniciativas son muy enriquecedoras, ya que fomentan el acercamiento de los niños a las tecnologías y hacia las nuevas habilidades que hoy en día deben desarrollar".





## PROYECTOS GANADORES CONCURSO TIC LEA TU IDEA



### ENERGÍA SOLAR PARA ILUMINAR LA CIUDAD

CATEGORÍA: Cómic digital

EQUIPO: Antibullying de la Escuela Pedro Pablo Lemaitre

CIUDAD: Punta Arenas (XII Región)

TEMA: Vivienda y urbanismo

ESLOGAN: "Con el sol, un mejor confort para vivir"

PROYECTO: con el fin de convertir los espacios públicos y privados en lugares seguros y utilizar las energías limpias para el beneficio de toda la comunidad, este proyecto consiste en la implementación de paneles solares para iluminar distintos lugares donde transitan personas con frecuencia como ciclovías, plazas, incluso señaléticas de parques y de tránsito.



### CUIDA TU CASA DESDE EL CELULAR

CATEGORÍA: Brigadas tecnológicas

EQUIPO: Mekha del Colegio Particular Gabriela Mistral

CIUDAD: Coquimbo (IV Región)

TEMA: Vivienda y urbanismo

ESLOGAN: "Casa segura, tu opción"

PROYECTO: con el objetivo de aumentar el nivel de seguridad de la vivienda y de sus habitantes, el proyecto implementa un sistema de vigilancia comunitario a través de cámaras y sensores

a bajo costo. La idea es fijar un computador en un lugar estable de la casa y sincronizarlo con el teléfono por medio de una aplicación para monitorear a distancia la seguridad de la vivienda.



### CONCIENCIA VIAL A TRAVÉS DE UNA EXPERIENCIA AL LÍMITE

CATEGORÍA: Edición de video

EQUIPO: Sr. Fox del Colegio Cholguán

CIUDAD: Yungay (VIII Región)

TEMA: Transporte

ESLOGAN: "Tu experiencia genera conciencia"

PROYECTO: mediante la simulación de cuatro situaciones de imprudencia en la vía pública, personas comunes formarán parte de un accidente de tránsito sin saber que es ficticio hasta el final. Con estas experiencias se realizará una campaña audiovisual para generar conciencia sobre el comportamiento vial de peatones y conductores. Este proyecto se apoya directamente en la experiencia de las personas al verse involucrado en esta situación y apela a su conciencia como ciudadano.



### EL VIDEOJUEGO QUE ENSEÑA A CUIDAR LA ENERGÍA ELÉCTRICA

CATEGORÍA: Creación de videojuegos

EQUIPO: Mmaf del Colegio Saint Patrick School

CIUDAD: Temuco (IX Región)

TEMA: Vivienda y urbanismo

ESLOGAN: "Cuidar la energía, ayuda a tu mundo"

PROYECTO: desarrollar un videojuego llamado *Energetic House* que consiste en una vivienda autosustentable, en la que mediante una caminadora se genera energía cinética y a su vez ésta se transforma en energía eléctrica para abastecer la casa por un período de tiempo. Con esto se debe realizar una serie de actividades y así detener a los "aparatos ladrones de energía" para que no continúen consumiendo electricidad indiscriminadamente.



### ¿CÓMO VIENE LA MICRO? INFORMACIÓN PARA MEJORAR LA EXPERIENCIA DE VIAJE

CATEGORÍA: Robótica

EQUIPO: Los Tres del Colegio Leonardo Da Vinci

CIUDAD: Arica (XV Región)

TEMA: Transporte

ESLOGAN: "Un usuario informado es un usuario desestresado"

PROYECTO: a raíz del frecuente panorama de paraderos de buses colapsados en hora punta, este proyecto busca reducir la incertidumbre que se genera en los usuarios sobre el estado del bus que se aproxima. La idea es entregar -en tiempo real- imágenes, número de personas por metro cuadrado y otros datos relevantes que informen a los pasajeros sobre su próxima experiencia de viaje mediante pantallas instaladas en los paraderos. ■



# PENSAMIENTO COMPUTACIONAL: UNA IDEA A LA QUE LE LLEGÓ EL MOMENTO

En marzo de 2006, Jeanette Wing escribió un pequeño artículo que apareció en Communications of the ACM [Wing2006]. En el artículo, Wing propuso una idea atrevida: que además de aprender a leer, escribir y a realizar operaciones aritméticas básicas, todos deberíamos aprender pensamiento computacional. Dijo que el pensamiento computacional, que implica “resolver problemas, diseñar sistemas, y comprender el comportamiento humano a través de los conceptos fundamentales de la Ciencia de la Computación”, es “una destreza fundamental para todos, no sólo para los científicos de la Computación”.





## CRISTIAN BRAVO-LILLO

Doctor en Ingeniería y Políticas Públicas de Carnegie Mellon University; Ingeniero Civil en Computación, Universidad de Chile. Le interesa profundamente la mejora de la educación a través de la tecnología. Actualmente investiga en aprendizaje a través de juegos educativos en RSEduca.

[cbravo@kind.cl](mailto:cbravo@kind.cl) | <http://kind.cl/cbravo>

Las ideas en el artículo no eran precisamente nuevas: de hecho, Alan Perlis ya había dicho en 1962 que todos deberían aprender a programar como parte de una educación liberal, y que esto llevaría a los estudiantes a repensar su comprensión de temas como cálculo y economía en función de conceptos computacionales [Guzdial2008]. Sin embargo, el artículo de Wing expuso de manera tan clara e influyente el tema, que comenzó una pequeña revolución. Hoy, vemos a Mark Zuckerberg, Bill Gates, Barack Obama, Michael Bloomberg y una veintena de otras personalidades, invitándonos a aprender a programar a través de iniciativas como "La hora de programación" (The Hour of Code), una ingeniosa herramienta web para que cualquiera, pero especialmente niños y niñas de seis años de edad en adelante, aprendan los primeros rudimentos de programación.

Al parecer, aprender a programar es una idea cuyo momento de surgir simplemente llegó.

La sutileza en la propuesta de Wing es que ella no propone que aprendamos a programar, sino a pensar de manera computacional. No se requiere un computador para aprender a pensar computacionalmente, aunque dicho proceso se enriquezca y acelere cuando uno escribe programas y los ejecuta en un computador. Por ejemplo, no

se necesita un computador para aprender a ordenar una serie de documentos por su fecha, o alfabéticamente. Sin embargo, la mejor manera de entender cómo ordenar cualquier conjunto de objetos es programando un algoritmo de ordenamiento, y probando ordenar conjuntos arbitrarios de objetos. Esto no es otro sino el "aprender haciendo" de los constructivistas.

La distinción anterior (que todos deberíamos aprender pensamiento computacional, no programación) es importante. En 2012, Michael Bloomberg, quien entonces era alcalde de Nueva York, publicó en Twitter que su resolución de año nuevo era aprender a programar (**Imagen 1**). Algunos críticos del movimiento han argumentado, no sin cierta cuota de razón, que si personas como Bloomberg realmente necesitan aprender a programar para realizar su trabajo, entonces "algo anda terriblemente mal con la política en Nueva York" [Blog2012].

Por supuesto, no se trata de eso. Detengámonos un momento para pensar qué queremos decir con "pensamiento computacional". Una definición que personalmente encuentro muy acertada es la siguiente: "Pensamiento computacional es el proceso de reconocer aspectos de computación en el mundo que nos rodea, y

aplicar herramientas y técnicas de ciencias de la computación para comprender y razonar acerca de sistemas y procesos naturales y artificiales". [RoyalSociety2012].

Dicho de otra forma: el pensamiento computacional es a los computadores como el pensamiento matemático es a las calculadoras. Antes de poder usar una calculadora, tienes que aprender las operaciones básicas (suma, multiplicación, etc.). Luego, para responder una pregunta cuya respuesta requiere de cálculos matemáticos (por ejemplo, "¿cuál es la velocidad final de un auto que acelera a  $3 \text{ m/s}^2$  por 10 segundos?"), necesitas formular un plan en tu cabeza de qué es lo que quieres calcular ("velocidad final es velocidad inicial más el producto de la aceleración por el tiempo"). Luego, tienes que transformar ese plan en una serie de operaciones realizables por la calculadora ("3 por 10 igual..."), y ejecutar ese plan ("aprieto la tecla 3, luego la tecla \*, ..."). Uno no necesita saber cómo funciona internamente una calculadora para usarla, pero sí necesita saber aritmética básica. También uno necesita saber cómo expresar una pregunta propia en el "lenguaje de la calculadora".

Si "pensamiento computacional" son todos aquellos modelos mentales que necesitamos para entender cómo resolver problemas a través de los computadores, entonces sí, todos necesitamos aprender urgentemente pensamiento computacional, incluso el alcalde de Nueva York. Es importante entender, tal como dice Ken Robinson, que el sistema escolar tradicional está completamente obsoleto, que los niños y niñas no están aprendiendo gracias a las escuelas, sino a pesar de ellas, y que al decidimos por un currículum específico estamos diciéndoles "esto es lo que necesitas saber para desempeñarte exitosamente los próximos cincuenta años de tu vida", cuando al mismo tiempo no



**IMAGEN 1.**  
RESOLUCIÓN DE AÑO NUEVO DE MICHAEL BLOOMBERG EN TWITTER.



tenemos idea de lo que va a ocurrir dentro de los próximos cinco años [RobinsonTED2006]. El mundo ha cambiado radicalmente en formas que han sido imposibles de prever antes de que se produzcan los cambios; dado que no tenemos certeza sobre qué problemas van a enfrentar nuestros hijos dentro de cincuenta años, una de las pocas cosas efectivas que podemos hacer es enseñarles cómo expresar sus problemas en el “lenguaje del computador”, de manera que puedan resolver ellos mismos los problemas que nosotros no somos capaces de prever.

¿Cuáles son esas nociones computacionales básicas que todos deberíamos estar aprendiendo? Luego de una revisión de la creciente literatura sobre el tema, Grover y Pea [GroverEtAl2013] sugieren los siguientes conceptos:

1. Abstracciones y generalizaciones (incluyendo modelos y simulaciones).
2. Sistemas de símbolos y su representación abstracta.
3. Noción algorítmica de “control de flujo”.
4. Descomposición estructurada de problemas (modularización).
5. Pensamiento iterativo, recursivo, y paralelo.
6. Lógica condicional.
7. Restricciones de eficiencia y desempeño (performance).
8. Debugging y detección sistemática de errores.

Para cada una de las ideas anteriores podemos encontrar ejemplos en áreas que no están (en apariencia) directamente relacionadas con la Computación. Por ejemplo, la abstracción y generalización de características biológicas de las especies de plantas y animales nos permite clasificarlos en taxones; muchos sistemas de transporte urbano pueden ser comprendidos a través de simulaciones donde varios agentes actúan en paralelo, dando lugar a problemas típicos de la programación paralela como la concurrencia; en epidemiología, los modelos que representan la propagación de una enfermedad son modelos recursivos; etc. Existe además cierto consenso en que el pensamiento computacional es suficientemente distinto de otras disciplinas similares como la Matemática, Ingeniería, Ciencia, etc., como para enseñarlo de manera diferenciada [GroverEtAl2013].

Según cifras de code.org, a la fecha de este artículo más de 98 millones de personas alrededor del mundo han completado la “Hora de Programación”, escribiendo casi 5.000 millones de líneas de código<sup>1</sup>; esto es, alrededor de 100 veces el tamaño de Windows Server 2003 [Blog2005], y 25 veces el tamaño de la distribución Linux Fedora 9 [McPhersonEtAl2008]. Este aparente éxito contrasta con el diagnóstico que se puede observar en dos reportes elaborados recientemente, uno en Estados Unidos en 2010 [WilsonEtAl2010] y otro en Inglaterra en 2012 [Royal-Society2012]. Desde realidades muy distintas, ambos reportes llegan a resultados similares:

1. Los currículos nacionales en tecnología son extensos y ambiguos a la vez; pueden ser reducidos a habilidades muy básicas que pueden ser entregadas por profesores no especializados, o por profesionales sin formación en pedagogía, lo que refuerza la baja percepción de utilidad del currículum y la idea de que puede ser abordado por cualquier profesional, sin formación en pedagogía.
2. La Computación no es considerada por las autoridades escolares como un área de conocimiento fundamental que los estudiantes deban manejar al salir de la educación secundaria.
3. Los profesores no tienen el nivel de formación necesario para enseñar conceptos de Computación, y no poseen la confianza necesaria para ello; en parte ello se debe a que no existen cursos de formación o de actualización en el área.
4. Falta un lenguaje común mínimo entre la industria, la academia y el gobierno para referirse a las habilidades y conocimientos relacionados con la Computación; en particular, la sigla ICT (Information and Communication Technologies, equivalente a nuestra sigla TIC) tiene una connotación negativa fuerte.
5. El problema del número reducido de estudiantes que entran a la educación superior a carreras relacionadas con Computación se agudiza cuando nos enfocamos en mujeres, hispanos y afroamericanos.

El énfasis puesto en el aprendizaje de la programación en Estados Unidos e Inglaterra ha dejado en evidencia la muy baja cantidad de mujeres que se dedican a la Computación. Las niñas no se interesan por aprender Computación o Programación, y en términos generales, la encuentran “aburrida” y “de hombres”. En Estados Unidos hoy sólo un 0.3% de las niñas que salen del high school escogen Ciencia de la Computación como “major” en la universidad. Iniciativas como Girls Who Code (girlswhocode.com) y Black Girls Code (blackgirlscode.com) pretenden paliar esta tremenda carencia.

A pesar de que en Chile<sup>2</sup> no tenemos estudios acabados sobre nuestra situación, es probable que en los próximos años enfrentemos los mismos problemas descritos arriba (¡lo que nos entrega la oportunidad única de tratar de evitarlos!) Por ejemplo, una rápida revisión del currículum en tecnología para la educación básica en Chile evidencia que:

1. Es un área transversal, donde se confunde el uso de software a nivel de usuario con la aplicación de tecnología en áreas demasiado diversas.
2. Posee muy pocas horas comparado con el resto del currículum, lo que es un indicador de la escasa importancia que se le atribuye en comparación con matemática o lenguaje.
3. Está orientado a la comprensión “de la relación del ser humano con el mundo artificial”, donde se busca que los estudiantes “observen en su entorno los objetos y la tecnología que los rodea”.

Aunque la definición anterior es suficientemente ambigua como para incluir la Ciencia de la Computación, una revisión rápida muestra que no existe espacio para las nociones computacionales básicas que constituirían la base del pensamiento computacional.

Uno de los pilares fundamentales descritos en los estudios en ambos países es la formación y perfeccionamiento de los profesores. ¿Existen herramientas que faciliten el trabajo a los profesores y mentores, a la hora de enseñar las operaciones básicas

<sup>1</sup> Por supuesto, con mucha probabilidad esos cinco mil millones de líneas de código contienen un enorme nivel de redundancia.

<sup>2</sup> <http://www.curriculumlineameduc.cl/605/w3-propertyvalue-52053.html>

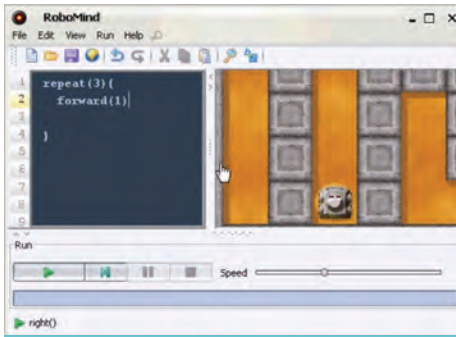


IMAGEN 2.  
ENTORNO DE PROGRAMACIÓN ROBOMIND.



IMAGEN 3.  
ENTORNO DE PROGRAMACIÓN CODE COMBAT.

de pensamiento computacional? Sí, literalmente decenas de ellas, aunque la mayoría está pensada para aprender a programar, no para aprender pensamiento computacional propiamente tal. Algunas de mis herramientas favoritas son:

1. **Scratch** (<http://scratch.mit.edu/>): proyecto del MIT Media Lab, que permite aprender a programar visualmente, a través de bloques que se arrastran y apilan uno sobre otro con el mouse.
2. **Snap** (<http://snap.berkeley.edu/>): una reimplementación de Scratch hecha por investigadores de Berkeley, que permite crear tus propios bloques, característica que Scratch no tiene.
3. **Google Blockly** (<https://blockly-games.appspot.com/>): una serie de juegos cortos diseñados por programadores de Google, en los que usan bloques muy similares a los de Scratch.
4. **Robomind** (<http://www.robomind.net/es/>): juego en el cual uno controla un robot que se mueve horizontal y verticalmente en una grilla con comandos muy simples, tecleados en una consola (Imagen 2). El conjunto es sencillo, aunque conceptualmente muy poderoso para enseñar a niños de menos de ocho años.
5. **Code Combat** (<http://codecombat.com/>): juego de aventuras (RPG) donde en cada etapa tenemos que cumplir una misión, dándole instrucciones al personaje principal en nuestro lenguaje preferido (Python y Javascript entre otros) (Imagen 3).

Finalmente, uno de los grandes problemas que los profesores enfrentan es cómo organizar una serie de lecciones alrededor de los conceptos básicos de pensamiento computacional. Incluso con las herramientas adecuadas, preparar una lección implica invertir una cantidad no despreciable de horas entendiendo cómo funcionan varias herramientas, escogiendo la más adecuada, y diseñando actividades para ser completadas por

el grupo curso, además de una lección alternativa en caso de que la primera falle. El proyecto Bootstrap<sup>3</sup> ha generado módulos curriculares para profesores de matemáticas y computación, orientados a estudiantes de entre 12 y 16 años, quienes diseñan videojuegos muy simples, entendiendo en el camino cómo aplicar álgebra básica al movimiento de los personajes de juego.

En síntesis, existe una amplia variedad de herramientas disponibles para enseñar pensamiento computacional y programación (en ese orden). Existen también recursos para apoyar y facilitar la labor de nuestros profesores. Los estudios internacionales nos permiten entender lo importante de enseñar Computación en la educación primaria y secundaria, y de incluir la Computación en la formación de futuros y actuales profesores. Sabemos que nuestras hijas e hijos tendrán que resolver problemas que hoy no somos capaces de prever. Es nuestro deber y responsabilidad entregarles las herramientas adecuadas para que puedan hacerlo. ■

<sup>3</sup> <http://www.bootstrapworld.org>

## REFERENCIAS

[Blog2005] How Many Lines of Code in Windows? Blog personal de Larry O'Brien, publicado el 06/diciembre/2005. Disponible en <http://www.knowing.net/index.php/2005/12/06/how-many-lines-of-code-in-windows/>. Consultado el 08/junio/2015.

[Blog2012] Please don't learn to code. Blog personal de Jeff Atwood, publicado el 15/mayo/2012. Disponible en <http://blog.codinghorror.com/please-dont-learn-to-code/>. Consultado el 30/enero/2015.

[GroverEtAl2013] Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. S. Grover and R. Pea, 2013. Educational Researcher, 42(1), 38-43.

[Guzdial2008] Paving the way for computational thinking. Mark Guzdial, Communications of the ACM, agosto 2008, Vol. 51, No. 8, 25-27.

[McPhersonEtAl2008] Whitepaper: Estimating the Total Development Cost of a Linux Distribution. Amanda McPherson, Brian Proffitt, y Ron Hale-Evans. Octubre 2008, Linux Foundation. Disponible en <http://www.linuxfoundation.org/sites/main/files/publications/estimatinglinux.html>. Consultado el 30/enero/2015.

[RobinsonTED2006] How schools kill creativity. Ken Robinson. TED talk, febrero 2006. Disponible en [http://www.ted.com/talks/ken\\_robinson\\_says\\_schools\\_kill\\_creativity](http://www.ted.com/talks/ken_robinson_says_schools_kill_creativity). Consultado el 30/enero/2015.

[RoyalSociety2012] Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. The Royal Society, enero 2012. Disponible en <https://royalsociety.org/education/policy/computing-in-schools/report/>. Consultado el 30/enero/2015.

[WilsonEtAl2010] Running on Empty: The Failure to Teach K-12 Computer Science in the Digital Age. Cameron Wilson, Leigh Ann Sudol, Chris Stephenson, y Mark Stehlik. 2010, ACM y CSTA (Computer Science Teachers Association). Disponible en <http://www.acm.org/Runningonempty/>. Consultado en 30/enero/2015.

[Wing2006] Computational Thinking. Jeanette Wing, Communications of the ACM, marzo 2006, Vol. 49, No. 3, 33-35.



# ESCUELA DE DESARROLLADORES PROYECTO PILOTO: "TALLER JÓVENES PROGRAMADORES DE BIBLIOREDES"

Iniciativa del Sistema Nacional de Bibliotecas Públicas; Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos - Dibam.





## FRANKLIN SEGUEL

Ingeniero Comercial de la Universidad de Chile, actualmente trabaja en el Programa BiblioRedes del Sistema Nacional de Bibliotecas Públicas, coordinando las tareas, proyectos y acciones tecnológicas del programa, desde Octubre de 2011.

fseguel@biblioredes.gob.cl

## ANTECEDENTES DEL PROGRAMA BIBLIOREDES

BiblioRedes<sup>1</sup> es un programa que contribuye desde 2002 a cerrar la "Brecha Digital" en Chile, interviniendo en los tres aspectos que componen dicha brecha: acceso, capacitación y contenido. El programa tiene hoy por hoy una gran cobertura, logrando superar el aislamiento gracias a Internet y las nuevas tecnologías digitales. Está presente en 422 Bibliotecas Públicas, 18 Laboratorios Regionales a lo largo de Chile y 22 Museos Regionales. El Programa cuenta con computadores de última generación, acceso a Internet, servicio de impresión, escáner, cámaras digitales, servicio Wi-Fi, y capacitación gratuita en contenidos y desarrollos digitales.

Gracias al permanente contacto con instituciones internacionales dedicadas a promover una cultura digital, BiblioRedes está decidida a contribuir e instalar en Chile un programa de enseñanza de la programación, y construir un ecosistema tecnológico abierto a la comunidad. Durante el año 2013 BiblioRedes realizó una serie de acciones tendientes a recopilar información acerca de distintas experiencias a nivel nacional e internacional que promuevan la enseñanza de la programación en jóvenes.<sup>2</sup>

## AGENDA DIGITAL Y LA NUEVA BRECHA

La escuela de desarrolladores es parte de una expedición mayor que se ha propuesto el programa BiblioRedes, cuyo objetivo es buscar nuevas tecnologías y proyectos tecnológicos que entreguen nuevos servicios a través de las bibliotecas públicas.

El primer hito de nuestra búsqueda comenzó durante el desarrollo de Agenda Digital. Nos dimos cuenta que la discusión tecnológica es bastante amplia pasando por las telecomunicaciones, los contenidos digitales, el emprendimiento, la innovación, la industria de la entretención (videojuegos), y finalmente la industria del software y hardware.

Entendimos que las posibilidades de Chile en el ámbito del desarrollo de hardware fueron hipotecadas al no concretarse la llegada de Intel a nuestro territorio. La única opción posible, por tanto, es invertir en conocimientos para enfocar a nuestros jóvenes al ámbito de la Ciencia de la Computación, específicamente al desarrollo de software o programas computacionales y sus derivados, como son las aplicaciones web.

<sup>1</sup> [www.biblioredes.cl](http://www.biblioredes.cl)

<sup>2</sup> Ver [www.letsmakeguide.com/](http://www.letsmakeguide.com/)



En el contexto antes descrito se observa una nueva brecha digital, como lo señala el Estudio de BiblioRedes “*Levantamiento de información: Programas de enseñanza de programación para niños*”:

“Se trata, ya no en tener un computador, ni de tener los softwares adecuados, sino de la capacidad de hacer programas propios. Es así, como en los últimos años han comenzado a aparecer herramientas que ponen el mundo de la programación a disposición de un público infantil y juvenil. No bastaría con seguir siendo usuarios especializados sino de tener la capacidad de desarrollar soluciones propias a partir del conocimiento de los lenguajes de programación.”

## LA ESCUELA DE DESARROLLADORES O PROGRAMADORES

El proyecto “Taller de Jóvenes Programadores” es una iniciativa de BiblioRedes, de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos - DIBAM, dependiente del Ministerio de Educación. Nuestro programa ha abierto mil cupos para que los jóvenes aprendan a programar gratuitamente.

Se trata de un proyecto piloto que busca incentivar el aprendizaje de la programación computacional, para que las y los jóvenes de Antofagasta, Valparaíso, Aysén y la Región Metropolitana se introduzcan en el lenguaje de los códigos y la informática, pasando de ser usuarios a convertirse en creadores web.

En Chile hay pocas instancias en donde se impartan clases de programación informática a

jóvenes en edad escolar, por lo que este taller les brindará la oportunidad de tener un aprendizaje privilegiado en el área tecnológica. Saber programar puede generar mayores oportunidades de trabajo en cualquier profesión a la cual las y los jóvenes se quieran dedicar en un futuro. Además, les servirá para alcanzar un mejor nivel de conocimientos tecnológicos. En definitiva, tendrán un mejor manejo sobre sus computadores.

El Taller de Jóvenes Programadores es absolutamente gratuito. Las y los participantes sólo necesitan tener acceso a un computador con Internet, esfuerzo, tiempo, y muchas ganas de aprender a programar. Además, deben completar un test de entrada en la plataforma de [www.jovenesprogramadores.cl](http://www.jovenesprogramadores.cl) antes de empezar el programa.

Este es un proyecto de *e-learning*. Es decir, las clases se realizan a través de cursos virtuales. El taller también cuenta con tutorías presenciales en bibliotecas DIBAM de las distintas ciudades. Las clases se toman por Internet y luego los y las estudiantes deben acudir a la biblioteca, donde los tutores responderán sus dudas con respecto a las tareas asignadas por el programa. El proyecto se iniciará con el módulo introductorio donde aprenderán sobre la historia de la Ciencia de la Computación y ética informática. Luego se impartirán 25 módulos del programa Scratch (enero), robótica con Lego Mindstorms, lenguaje de programación Java (ambos en marzo) y la plataforma para crear aplicaciones móviles de Android con sus correspondientes tiendas de difusión, App Stores (abril). La información sobre los programas se halla permanentemente actualizada en los siguientes links:

- <https://www.facebook.com/jovenesprogramadores?ref=hl>
- <https://twitter.com/JProgramadores>

- <https://www.youtube.com/user/JovenesProgramadores>

Al final del taller, los y las participantes serán capaces de crear aplicaciones y programas interactivos, como por ejemplo, sus propios videojuegos. Con estas herramientas, los participantes pasarán de ser usuarios pasivos de la Web a agentes creadores de diferentes plataformas. Todos los participantes que aprueben el curso Jóvenes Programadores organizado por BiblioRedes, tendrán un certificado emitido por BiblioRedes Mineduc y el CREAD, un Consorcio Interamericano de Educación a Distancia.

## NUESTROS OBJETIVOS

El objetivo general del programa es desarrollar un plan conceptual e implementar un plan piloto de enseñanza de programación –escalable a toda la red de bibliotecas del país– en una plataforma virtual propia, dirigido a mil alumnos de educación escolar de cuatro regiones de Chile.

Particularmente, buscamos los siguientes objetivos específicos:

- a) Desarrollar un currículo y material educativo en formato mixto (online con tutoría presencial), para enseñar a programar a jóvenes de enseñanza media.
- b) Crear contenidos educativos de módulos e-learning que enseñen a programar, llevando al estudiante de enseñanza media con cero conocimientos de programación a un nivel donde puede desarrollar una aplicación para la plataforma Android, utilizando el lenguaje Java.





- c) Crear una comunidad de jóvenes interesados en la creación de software, bajo la mirada de la cooperación. Creemos que esto será el sustrato para la formación de un ecosistema de nuevos desarrolladores. Impulsar la industria de aplicaciones móviles, contenidos digitales, etc, que puedan ser escalables globalmente.

## MÁS ALLÁ Y POR ARRIBA

Nuestro desafío y compromiso con el desarrollo del ciudadano digital del año 2020 es entregar una plataforma tecnológica, a través de las bibliotecas públicas del país, que permita a los jóvenes de nuestro país disfrutar, aprender y acercarse a la frontera del conocimiento.

Hemos pensado que la creación de una comunidad de jóvenes interesados en co-crear una nueva industria (digital y cultural), quizás no descubierta aún, es nuestro principal motor. Adicionalmente queremos escalar globalmente y ser un vehículo de asociatividad para innovadores y desarrolladores, además de certificar a los jóvenes en el uso de herramientas TIC. Para esto utilizaremos los espacios públicos existentes, en particular, BiblioRedes.

Por último, buscaremos la forma de lograr mayor capilaridad en nuestros “barrios prioritarios”, basados en un trabajo intersectorial con la red de Telecentros y generaremos las acciones necesarias para apalancar recursos nacionales e internacionales, con el objetivo de entregar los mejores servicios a nuestros usuarios. ■





# PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN COLEGIOS: INICIATIVAS EN LATINOAMÉRICA

TECHNOVATION CHALLENGE BUENOS AIRES

CONECTADOS

ESCUELA DE VERANO – COMPUTACIÓN

ANIMACIÓN 3D CON ALICE

“ANÍMATE”

MENTE EN ACCIÓN

ROBÓTICA EN LA ESCUELA



**JOCELYN  
SIMMONDS**

Profesora Asistente Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile. Doctora en Computer Science, University of Toronto, Canadá; Master of Science en Computer Science, Vrije Universiteit Brussel, Bélgica y École Des Mines de Nantes, Francia. Sus áreas de interés son: Análisis y Diseño de Software, en especial aplicaciones Web y móviles; Validación y Verificación de Sistemas; Educación Apoyada con Tecnología, y cómo atraer mujeres a Ingeniería y Ciencias.

[jsimmond@dcc.uchile.cl](mailto:jsimmond@dcc.uchile.cl)

## TECHNOVATION CHALLENGE BUENOS AIRES

<http://www.technovationchallengeargentina.org>

Technovation Challenge es un programa mundial solo para mujeres de 13 a 17 años que enseña a usar la tecnología y la programación con un propósito, promoviendo el espíritu emprendedor. En una experiencia de un mes y medio, donde las participantes trabajan en equipos para construir aplicaciones para teléfonos celulares que resuelvan los problemas que les interesen, mejorando así sus comunidades locales y el mundo. Estos proyectos son desarrollados usando la tecnología App Inventor<sup>1</sup> de MIT. Por primera vez este programa se realizará en Latinoamérica, específicamente en Buenos Aires.

<sup>1</sup> <http://appinventor.mit.edu/explore>

Carolina Hadad, desarrolladora de soluciones a medida, está liderando el desarrollo de este programa, en representación de Global Shapers Buenos Aires<sup>2</sup> (iniciativa del Foro Económico Mundial) y Girls in Tech Argentina [refGIT]<sup>3</sup>. En este programa ya participan mundialmente más de tres mil mujeres de 28 países, así que Carolina y su equipo esperan entre 30 y 40 participantes en Buenos Aires. Cada equipo tendrá un mentor o mentora que acompañe al equipo, responda dudas y les muestre cómo es el día a día de alguien que se dedica al desarrollo de soluciones informáticas. ■

<sup>2</sup> <http://www.globalshapers.org/hubs/buenos-aires>

<sup>3</sup> <http://argentina.girlsintech.org>

## CONECTADOS

<http://www.kibernum.com/rse/conectados>

Los talleres del programa Conectados se realizan desde 2012, donde ya han participado 300 jóvenes de primero medio de diferentes co-

munas de Santiago. Beatriz Astorga, Jefa de Marketing de Kibernum, lidera esta iniciativa, cuyo objetivo es acercar a jóvenes de estratos





vulnerables a la informática de manera de presentarla como una opción de vida y carrera. Para ello, se desarrollan jornadas de trabajo de un día, en el que 30 a 40 participantes aprenden nociones de programación y robótica, viendo resultados concretos de su trabajo. Las jornadas son desarrolladas por monitores de Conectados y los profesores del colegio invitado, en las instalaciones de Kibernum o alguna universidad participante. Los monitores –empleados de Kibernum y estudiantes de ingeniería civil de la universidad participante– ayudan a los jóvenes a realizar las actividades, aprovechando de

compartir con los alumnos su experiencia como informáticos. Los jóvenes primero aprenden a programar usando Scratch<sup>4</sup>, un ambiente visual de desarrollo creado por el MIT, y en otra actividad, deben programar un robot Lego Mindstorm<sup>5</sup> para que complete un circuito predefinido. Ya han participado en esta experiencia dos colegios técnico-profesionales: el Liceo Politécnico San Joaquín B-98 (San Joaquín) y el Liceo Industrial Hardware (San Bernardo), como también la Universidad Técnica Federico Santa María, Campus San Joaquín. ■

<sup>4</sup> <http://scratch.mit.edu>

<sup>5</sup> <http://mindstorms.lego.com>

## ESCUELA DE VERANO COMPUTACIÓN

<http://www.edv.uchile.cl>

Desde 2001, el profesor Juan Álvarez, académico del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile, ha desarrollado varios cursos en el marco de la Escuela de Verano de esta Universidad. Estos cursos buscan acercar a estudiantes de la enseñanza media a la informática, a través del desarrollo de razonamientos algorítmicos y lógicos como aspectos fundamentales para la resolución de problemas en el ámbito de la Ingeniería. Estos cursos se desarrollan de forma intensiva durante dos a tres semanas cada verano, donde en sesiones de laboratorio,

los alumnos aprenden a resolver problemas, valiéndose de los principios, técnicas y métodos de la disciplina de la Computación. Al finalizar el curso, se espera que los alumnos tengan la capacidad de resolver problemas a través de programas escritos en los lenguajes de programación Python<sup>6</sup> y Matlab<sup>7</sup>. Los cursos se desarrollan en las dependencias de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, y cada verano participan sesenta alumnos, principalmente de Santiago. ■

<sup>6</sup> <http://www.python.org>

<sup>7</sup> <http://www.mathworks.com/products/matlab/>



## ANIMACIÓN 3D CON ALICE

A diferencia de la mayoría de los talleres incluidos en esta sección de la Revista, este taller se realizó específicamente para capacitar a profesores de educación primaria y secundaria en el uso de tecnologías 3D, como una forma de darles herramientas más ricas para consolidar la experiencia de aprendizaje de sus alumnos. Este taller, desarrollado por el profesor Jérémy Barbay, académico del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile, se realizó en 2010. En esa ocasión, participaron 25 profesores de Santiago, los que asistieron a las clases que se desarrollaron

en formato de laboratorio durante una semana, en las dependencias de la Universidad de Chile. En el taller se enseñó el uso del software Alice<sup>8</sup>, el objetivo de la experiencia era lograr que, al terminar el taller, los profesores estuvieran capacitados para enseñarles esta tecnología a sus alumnos, como un “lápiz mágico”. Por ejemplo, un profesor de historia que haya completado el taller ahora le puede pedir a sus alumnos realizar una animación 3D corta que ilustra los temas vistos en clase, como una forma más entretenida de aplicar lo aprendido en la clase de historia. ■

<sup>8</sup> <http://www.alice.org>



## "ANÍMATE"

<http://jyby.blogspot.com/2011/11/indesor.html>



Esta iniciativa, liderada por el profesor Jérémy Barbay, académico del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile, en conjunto con Jesús Gahona, intérprete de Lengua de Señas Chilena (LSCh), busca desarrollar las habilidades computacionales de alumnos sordos a través de la animación en computadores. El taller se realizó a lo largo de un semestre en 2011, donde participaron trece estudiantes de enseñanza básica del Instituto de la Sordera<sup>9</sup> (INDESOR).

<sup>9</sup> <http://www.institutodelasordera.cl>

Las clases se desarrollaron con el apoyo de Constanza Contreras Piña, Natalia Andrea Alarcón Díaz, y Kevin Antonio Guerra Romero, todos alumnos de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, y se realizaron en las dependencias del Instituto. Este taller de animación usó la tecnología Alice<sup>10</sup>, dándole las herramientas necesarias a los alumnos para lograr comunicarse de forma más rica con sus pares, sean sordos o no. ■

<sup>10</sup> <http://www.alice.org>

## MENTE EN ACCIÓN

<http://www.ideasenaccion.com>

Ideas en Acción es una organización sin fines de lucro que identifica, ejecuta y difunde proyectos de innovación social para el desarrollo sostenible. MenTe en Acción (Mujeres en Ciencia y Tecnología) es uno de estos programas, cuyo objetivo general es promover un ambiente inclusivo atraer y retener a más mujeres dentro del campo de Ciencia y Tecnología de Costa Rica. Este programa es liderado

por Melissa Monge, Pablo Jenkins, Alicia Chong y Mónica Hidalgo, todos jóvenes costarricenses involucrados en el desarrollo de software. Este programa tiene dos aristas: una red nacional de universitarias y profesionales, como también un programa educativo de 12 semanas para chicas de 16 y 17 años. La red busca conectar grupos de mujeres tecnológicas dentro del país, quienes cumplirán el

rol de mentoras de las jóvenes participantes, y el curso en sí preparará a las participantes para que puedan desarrollar aplicaciones móviles, buscando resolver algún problema de importancia social o cívica, usando

la tecnología App Inventor<sup>11</sup> del MIT, como también tablets con el sistema operativo Android. Se esperan cincuenta participantes para esta primera versión de MenTe en Acción. ■

<sup>11</sup> <http://appinventor.mit.edu/explor>

## ROBÓTICA EN LA ESCUELA

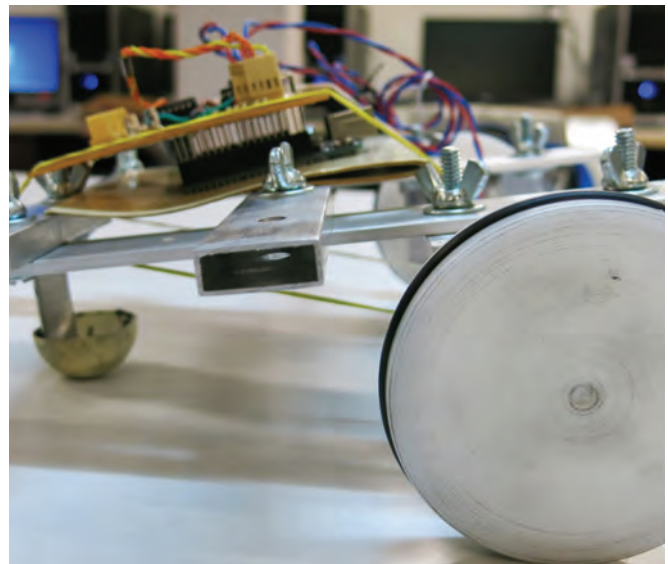
<http://roboticaenlaescuela.dc.uba.ar>

Nicolás Rosner y Federico Raimondo lideran un equipo de docentes y alumnos de la carrera de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (UBA), que está desarrollando un proyecto comunitario de robótica educativa. Este proyecto está basado en un diseño de robot muy sencillo, de muy bajo costo, que es fácil de reproducir y de modificar. Actualmente, los talleres se enfocan en estudiantes de secundaria, así como en sus docentes, y el proyecto facilita listados de los materiales necesarios para construir estos robots, como también en asesoramiento para el armado,

software libre para programar el robot y ejemplos de actividades para el aula. Además, realizan talleres participativos en las dependencias de la UBA, donde se enseñan nociones básicas de programación a estudiantes de nivel secundario (1 a 30 horas, dependiendo del objetivo del taller específico). Los robots se arman usando motores y sensores de bajo costo, los que son controlados usando placas Arduino<sup>12</sup>, donde el software para estos está escrito en Python<sup>13</sup>. Este programa ha sido muy exitoso, con aproximadamente 300 participantes en 2013, y 900 participantes en 2014. ■

<sup>12</sup> <http://www.arduino.cc>

<sup>13</sup> <http://www.python.org>





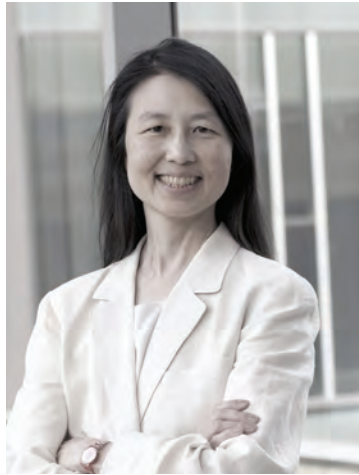
Entrevista a  
Jeannette Wing,  
Andrea Rodríguez y  
Valeria Herskovic

# GÉNERO Y LA ENSEÑANZA DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

| Por Jocelyn Simmonds y Nancy Hitschfeld



Enter



Fotografía: Microsoft Research.

## JEANNETTE WING

Es Vicepresidenta Corporativa de Microsoft Research, donde supervisa los laboratorios de investigación de la organización en todo el mundo, además de Microsoft Outreach. Trabaja en Microsoft Research desde enero de 2013, después de ejercer puestos claves en el mundo académico y en el Gobierno de Estados Unidos, las más recientes en la Carnegie Mellon y la National Science Foundation (NSF). Sus áreas de especialización son los Métodos Formales, Sistemas Concurrentes y Distribuidos, Lenguajes de Programación, e Ingeniería de Software. Dentro de la comunidad informática, la Dra. Wing es reconocida por su defensa del “pensamiento computacional”, un enfoque sistemático a la solución de problemas y el diseño de sistemas que se basa en los conceptos fundamentales de la Computación. Es fundadora y directora del Centro de Pensamiento Computacional de la Carnegie Mellon University.



Fotografía: Gentileza de Andrea Rodríguez.

## ANDREA RODRÍGUEZ

Es Profesora Titular del Departamento de Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación de la Universidad de Concepción, siendo actualmente la directora de los programas de Magister y Doctorado. Obtuvo su Magister y Doctorado en Spatial Information Science and Engineering de la University of Maine (EE.UU.) en 1997 y 2000, respectivamente. Su área de investigación se centra en el manejo de información espacial y temporal, abarcando temáticas de Bases de Datos y de Recuperación de Información. Cuenta con más de cincuenta publicaciones internacionales, participando en proyectos de investigación a nivel nacional e internacional. En los últimos años ha sido parte de la organización de las Olimpiadas Chilenas de Informática, siendo actualmente miembro de su Comité Directivo.

Fotografía: Escuela de Ingeniería UC.  
Fotógrafos: Jaime Alaluf y Carmen Duque.

## VALERIA HERSKOVIC

Es Profesora Asistente del Departamento de Ciencia de la Computación de la Pontificia Universidad Católica de Chile desde 2010. Recibió el grado de Doctora en Ciencias mención Computación, y el título de Ingeniero Civil en Computación en la Universidad de Chile. Sus intereses de investigación están en las áreas de Interacción Humano-Computador y Sistemas Colaborativos, especialmente aplicado al área de la salud. Ha publicado su investigación en revistas científicas tales como ACM Computing Surveys, International Journal of Human-Computer Interaction y Journal of Systems and Software. Además, es cofundadora de WSCCC, un grupo de mujeres en Computación en Chile, y mamá de dos hijos pequeños.

### SEGÚN USTEDES, ES IMPORTANTE INCLUIR EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LA ETAPA ESCOLAR DE FORMA MASIVA ¿POR QUÉ?

**JEANNETTE WING:** sí, creo que es importante desarrollar habilidades de pensamiento computacional en la etapa escolar. El pensamiento computacional se suma al repertorio de habilidades que disponen los alumnos para resolver problemas, requiriendo y reforzando el razonamiento lógico y el razonamiento analítico. Cualquier persona se ve beneficiada con el desarrollo de estas habilidades y, al igual que las matemáticas, se pueden enseñar en cualquier etapa escolar.

Las personas ya piensan de forma computacional en el día a día, sin siquiera saberlo. Por ejemplo, cuando se está cocinando, hay que trabajar en paralelo para que las verduras no se enfríen mientras el arroz se está cocinando. De la misma forma, cuando los niños guardan sus juguetes, (ojalá) utilicen algún tipo de algoritmo de ordenación que haga más fácil la tarea de encontrar un juguete específico después. Cuando uno va a trabajar por la mañana, uno calcula en la cabeza la ruta más corta, resolviendo así una instancia del problema del camino más corto.

Pero más allá de ejemplos cotidianos, pensamos de forma computacional cuando elaboramos un algoritmo eficiente para resolver un problema, o cuando creamos una abstracción para procesar información de manera más eficiente. Ya les enseñamos a los niños acerca de algoritmos en las clases de matemática, por ejemplo, cuando enseñamos la división larga, les estamos explicando un algoritmo. No debemos ser tímidos en usar la palabra “algoritmo” cuando enseñamos algoritmos a los niños. Se les dota de un nuevo concepto, del que pueden encontrar instancias en la vida diaria.

Más aún, lo más importante es que pensamos de forma computacional cuando creamos una

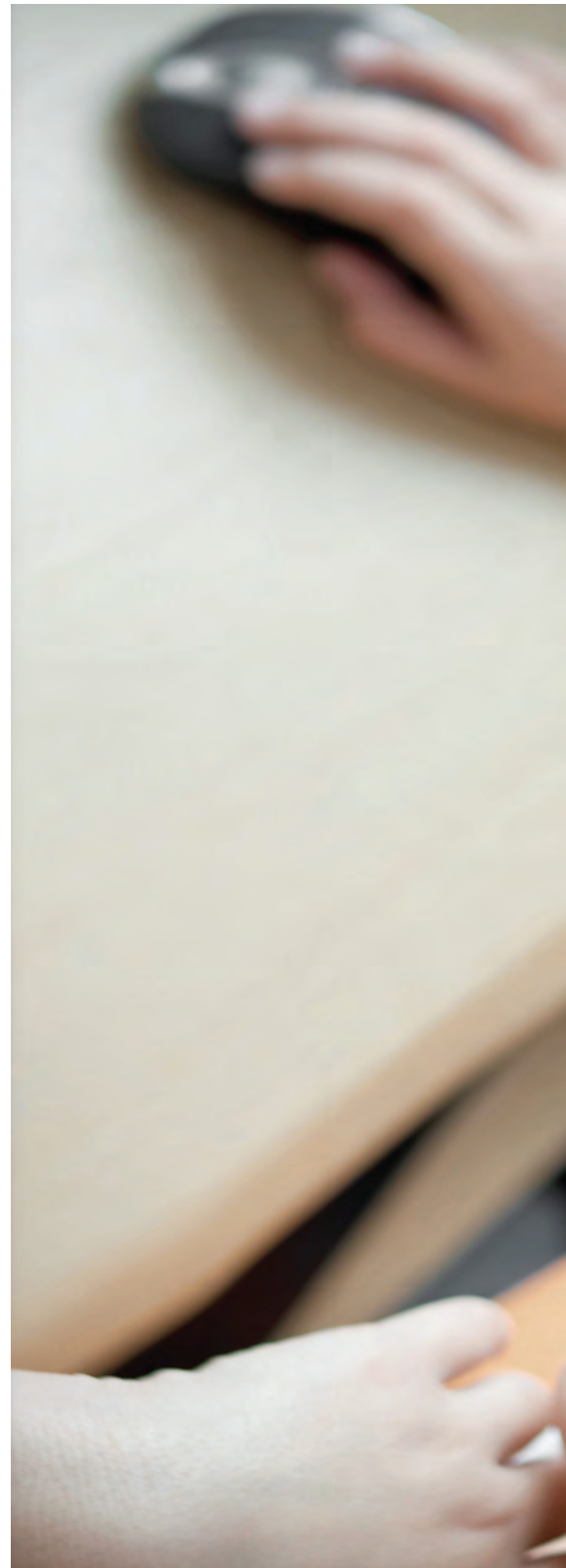
solución general para un problema específico que nos interesa. De esta forma, muchos problemas similares pueden ser resueltos con la misma solución.

**ANDREA RODRÍGUEZ:** creo que es importante hoy en día. La programación es una herramienta que permite el desarrollo lógico –estructurado– y, por tanto, apoya la formación de estudiantes en varios aspectos, independiente si se estudió o no algo con Computación. No es obligatorio en forma más avanzada, pero sí se debe entregar en forma masiva a todos los estudiantes nociones básicas de programación.

**VALERIA HERSKOVIC:** en mi opinión, es importante. Creo que tiene principalmente dos beneficios: enseña una forma de pensar y resolver problemas, aplicable no solo a la Computación y también muestra un posible camino de desarrollo profesional, en el sentido que los niños pueden conocer este campo de trabajo y considerarlo como una opción para su futuro. Por otro lado, con pocos recursos, puede permitirles crear las aplicaciones que se imaginan, lo que me parece interesante en una edad en que los niños suelen tener bastante creatividad.

### DADA LA BAJA PARTICIPACIÓN DE MUJERES EN COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA, ESPECIALMENTE EN LATINOAMÉRICA, ¿QUÉ OPINAN ACERCA DE CURSOS Y TALLERES DE DESARROLLO DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y PROGRAMACIÓN QUE ESTÁN ESPECÍFICAMENTE DIRIGIDOS A MUJERES?

**JEANNETTE WING:** es importante enseñar Ciencia de la Computación y pensamiento computacional de forma neutra, sin hacer distinciones de género. Las niñas y los niños deben ser atraídos al poder y la alegría de la Computación por la naturaleza inherente del campo. En la enseñanza de cursos introductorios de Computación, es útil distinguir entre los que han tenido experiencia previa en pro-







gramación y los que no. Así se puede ofrecer dos tipos de cursos, donde al finalizar, ambos grupos de estudiantes entienden al mismo nivel los mismos conceptos básicos de Computación. El Harvey Mudd College y la Carnegie Mellon University han tenido mucho éxito ofreciendo estos tipos de cursos.

**ANDREA RODRÍGUEZ:** en general no estoy de acuerdo con segregaciones, pero sí creo que hay que lograr sacar el estereotipo de que no es para nosotras. Mostrar mujeres que hagan cosas interesantes y que vayan más asociadas a temas que usualmente son de interés de mujeres. No sé, quizás buscar problemas cuyo contexto se relacione a cosas biológicas, sociales, etc. Es como sacar el estereotipo de que los hombres son los buenos para las matemáticas. Pero que al final, deberíamos lograr juntar hombres y mujeres.

**VALERIA HERSKOVIC:** me parece positivo. No es necesario cerrar los cursos solo a mujeres, sino buscar cómo dirigir los cursos para interesarlas a ellas. Por ejemplo, algunos piensan que a las niñas es mejor mostrarles aplicaciones de la Computación en el mundo real, que impactan positivamente a la sociedad.

**¿A QUÉ EDAD CREEN QUE SE DEBE COMENZAR CON LA ENSEÑANZA DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y POR QUÉ? ¿QUÉ TEMAS DEBERÍAN SER INCLUIDOS EN ESTOS CURSOS? ¿QUÉ METODOLOGÍA DEBERÍA USARSE? ¿ALGUNA TECNOLOGÍA EN PARTICULAR?**

**JEANNETTE WING:** no creo que sea necesario contar con cursos específicamente para las mujeres, pero sí con cursos que diferencien entre los que tienen experiencia previa en programación y los que no. También creo que es importante enseñar Ciencia de la Computación de una manera neutral al género. Dicho esto, no soy experta en pedagogía, ni tampoco en cuestiones de género. Así que mis respuestas se

basan en mi experiencia y ver lo que funciona en la práctica.

Soy plenamente consciente de que hay menos mujeres en Ciencia de la Computación de las que podría haber. Hacer cursos enfocados en mujeres puede ser una buena táctica para aumentar la participación de las mujeres en Ciencia de la Computación. He visto que hackathons solo para niñas o mujeres, como también competencias de robots solo para niñas o mujeres tienen éxito, pero también han sido bastante exitosas versiones mixtas de estos eventos.

**ANDREA RODRÍGUEZ:** hay que buscar una edad en la etapa escolar donde los alumnos tengan la adecuada comprensión del lenguaje, uso del computador básico y de razonamiento básico de matemáticas. No sé cuándo es eso, pero me imagino que no antes de cuarto básico por lo que veo en mis hijos. Dependiendo de la edad, obviamente que juegos y cosas que vean resultados ayudarán a motivar inicialmente y agregar complejidad posterior.

**VALERIA HERSKOVIC:** creo que la edad tiene que ser más o menos temprano, entre los 7 y 12 años probablemente, para empezar a interesarlas antes de que reciban el mensaje que a veces se les da (en la cultura popular/sociedad), de que para las niñas no son tan interesantes los temas STEM (Science, Technology, Engineering y Mathematics). Los temas a incluir, metodología y tecnología, creo que es algo a estudiar según la edad, situación, etc. Tecnologías como Scratch han dado buenos resultados, pero la verdad es que el pensamiento computacional se puede lograr desarrollar con muchas combinaciones distintas de metodología y tecnología. ■

# MODELAMIENTO Y VISUALIZACIÓN DEL CONTEXTO GEOTEMPORAL DE EVENTOS EXTRAÍDOS DE REDES SOCIALES EN LÍNEA

En la actualidad, las redes sociales en línea tienen un papel importante en el consumo y propagación de información. En estas plataformas, los usuarios intercambian millones de mensajes al día, los cuales no sólo contienen conversaciones sin importancia sino también información acerca de lo que pasa en el mundo. Sin embargo, extraer conocimiento valioso de esta gran cantidad de datos no es una tarea fácil dado su volumen y diversidad. Además, presentarla de una manera entendible para personas, y no sólo para los computadores, tampoco lo es. En este artículo hablaremos de los enfoques actuales para entender el qué, cuándo y dónde de un evento noticioso extraído de las redes sociales, incluyendo algunas herramientas visuales que permiten un mejor entendimiento de estos datos.



## VANESSA PEÑA

Estudiante de Doctorado en Ciencias mención Computación, Universidad de Chile; Ingeniería Civil en Computación, Universidad de Chile. Su trabajo se enfoca en Minería de Datos y Visualización de Eventos Extraídos de Redes Sociales en Línea, y Educación en Computación, con énfasis en cómo atraer mujeres a Ingeniería y Ciencias.

[vpna@dcc.uchile.cl](mailto:vpna@dcc.uchile.cl)

## CONOCIMIENTO ÚTIL DESDE LAS REDES SOCIALES EN LÍNEA

Aunque muchas veces las redes sociales en línea son usadas solo para conversaciones triviales entre usuarios, también lo son para comunicar que algo está pasando en el mundo [11]. Esto se debe a que cuando sucede un evento noticioso los usuarios de redes sociales en línea reaccionan a él compartiendo y propagando información acerca de tal evento. De esta manera, los usuarios han pasado de tener un rol pasivo a uno activo en la producción de información, generando millones de mensajes por día. Este gran volumen de datos es muy heterogéneo y al no tener una estructura definida se hace complejo extraer de manera ordenada lo que los usuarios están compartiendo. Existen muchas aplicaciones en las cuales organizar, procesar y analizar estos datos puede aportar algo útil. Algunas de ellas son la detección de sismos [12], inferencia del valor y confiabilidad del contenido de los mensajes compartidos en Twitter [9], análisis geográficos [5], análisis de sentimiento [4], etc.

## EXTRAYENDO EL DÍA, LA HORA Y LAS COORDENADAS DE UN TWEET

Para entender una noticia que pasa en el mundo, es importante saber cuándo y dónde pasó. Es común que los mensajes de las redes sociales en línea tengan asociadas el día y la hora en que fueron creados, por lo que obtener el cuándo de un mensaje no es difícil. Haciendo un análisis del conjunto de mensajes encontrados en una red social en línea que se refieren a un evento, es posible tener una idea de cuándo ocurrió. Otra forma de extraer esta información es por el contenido mismo de los mensajes: Status Calendar<sup>1</sup> es una herramienta Web que extrae eventos populares que ocurrirán en el futuro desde Twitter. Los autores de esta herramienta buscan palabras como “concierto”, para saber cuál será el evento, y “el siguiente sábado”, para identificar el momento en que ocurrirá [10].

Por otra parte, aunque la mayoría de la plataformas de redes sociales en línea guardan las coordenadas desde dónde se compartió un mensaje o una fotografía, saber dónde pasó un evento no es trivial. Esto se ve dificultado aún más por

<sup>1</sup> <http://statuscalendar.com>



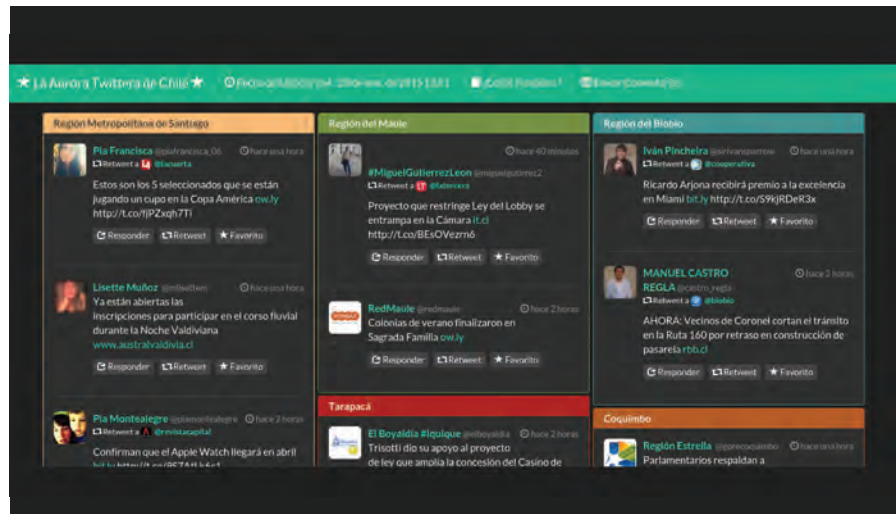
el hecho que el porcentaje de usuarios que permiten que se guarde su ubicación geográfica exacta es bastante bajo. En Twitter por ejemplo, alrededor del 3% de los mensajes posee coordenadas exactas<sup>2</sup>, por lo que es necesario buscar más fuentes de información como el perfil del usuario, su zona horario, su idioma, su red de contactos, entre otras.

El contenido de los mensajes compartidos en las redes sociales en línea también aporta información acerca del lugar de donde viene el usuario. La Aurora Twittera<sup>3</sup> es un sitio web cuyo objetivo es facilitar el acceso de información con diversidad geográfica dado el problema de centralización de nuestro país. Para lograr esto, los autores realizaron un estudio para determinar las palabras frecuentemente usadas para referirse a distintos lugares de Chile y así poder clasificar los mensajes de Twitter de acuerdo a la ubicación desde la que hablan [3]. La interfaz de esta herramienta puede verse en la **Figura 1**.

## ¿CÓMO USAR ESTA INFORMACIÓN?

Usando la ubicación desde donde fueron emitidos mensajes extraídos de redes sociales en línea y el momento en que fueron creados, se puede obtener conocimiento acerca de eventos que motivan a los usuarios a compartir estos mensajes. De manera general se puede decir que hay dos enfoques principales. El primero, es identificar dónde pasó un evento detectado y, el segundo, es el de extraer eventos por ubicación. El trabajo de Sakaki et al. [12], es un ejemplo del primer caso. Éste es un sistema que detecta y reporta sismos en tiempo real usando a los usuarios de Twitter como sensores, identificando el epicentro de éste y su trayectoria. Para esto, el sistema hace una búsqueda en tiempo real en el stream de Twitter para extraer todos los mensajes referentes a sismos, tifones y otros desastres naturales. Usando las coordenadas de los tweets o la ubicación del usuario

2 <http://blogs.law.harvard.edu/internetmonitor/2013/06/17/tweeters-geography-visualized-and-explained/>  
 3 <http://auroratwittera.cl/>



**FIGURA 1.** CAPTURA DE PANTALLA DE LA AURORA TWITTERA.

desde su perfil, aplican algoritmos y técnicas de estimación para obtener el epicentro.

Para el segundo caso, podemos hablar del trabajo de Abdelhaq et al. [1], quienes presentan un sistema que permite detectar en tiempo real eventos reales geolocalizados desde Twitter. Su metodología se basa en seleccionar un conjunto de palabras que se repitan frecuentemente, obteniendo aquellos mensajes que las contengan y que además tengan coordenadas geográficas. Usando el conjunto resultante de mensajes se crean grupos de palabras por su similitud espacial y a cada grupo se le asigna un puntaje para seleccionar aquellos que representen eventos del mundo real que estén localizados.

## VISUALIZANDO LAS REDES SOCIALES EN LÍNEA

Dada la enorme cantidad de datos cuando se trabaja con redes sociales en línea, es importante proveer herramientas para que los humanos, y no solo los computadores, puedan entenderlos y hacer uso de ellos. El área de *Visual Analytics* crece cada vez más dada la importancia que tienen los grandes datos. Su

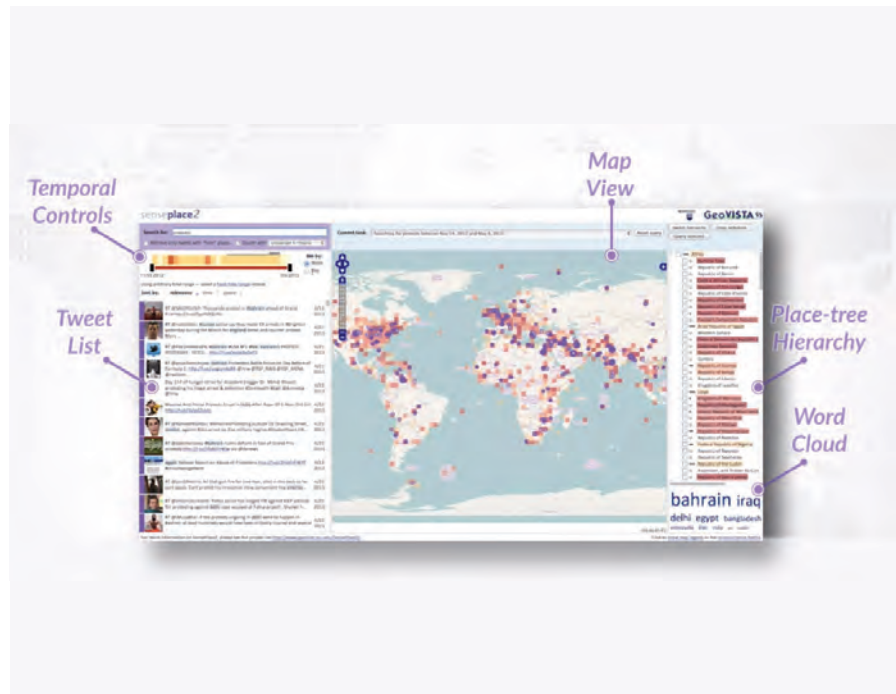
objetivo es el estudio de interfaces visuales para el razonamiento analítico. Existen muchas herramientas que permiten visualizar las redes sociales en línea. La principal motivación al visualizar un evento desde las redes sociales en línea en su componente geográfico, usualmente es mostrar desde dónde vienen los mensajes que hablan acerca de él. Esto significa que es posible ver la propagación de un evento, pero no necesariamente entender dónde efectivamente sucedió. Por ejemplo, si consideramos el terremoto en Chile de 2010, dado que las telecomunicaciones funcionaban de manera intermitente, la frecuencia de mensajes en Twitter provenientes de Chile fue más baja de la esperada en las primeras horas después del terremoto [9]. Esto significa que, en primera instancia, la distribución geográfica de tweets podría no dar indicios de que la noticia ocurrió efectivamente en Chile. Algunas herramientas visuales que se enfocan en mostrar la propagación de mensajes son *TwitInfo* [8] y *mTrend* [6].

*SensePlace2* [7] tiene un enfoque diferente e intenta resolver este problema. *SensePlace2* es una herramienta Web enfocada en permitir el análisis geovisual de eventos extraídos de Twitter, cuya interfaz puede verse en la **Figura 2**. La gran diferencia con la mayoría de las otras herramientas es que no sólo usa la información del lugar desde dónde se emitieron los tweets sino también de los lugares

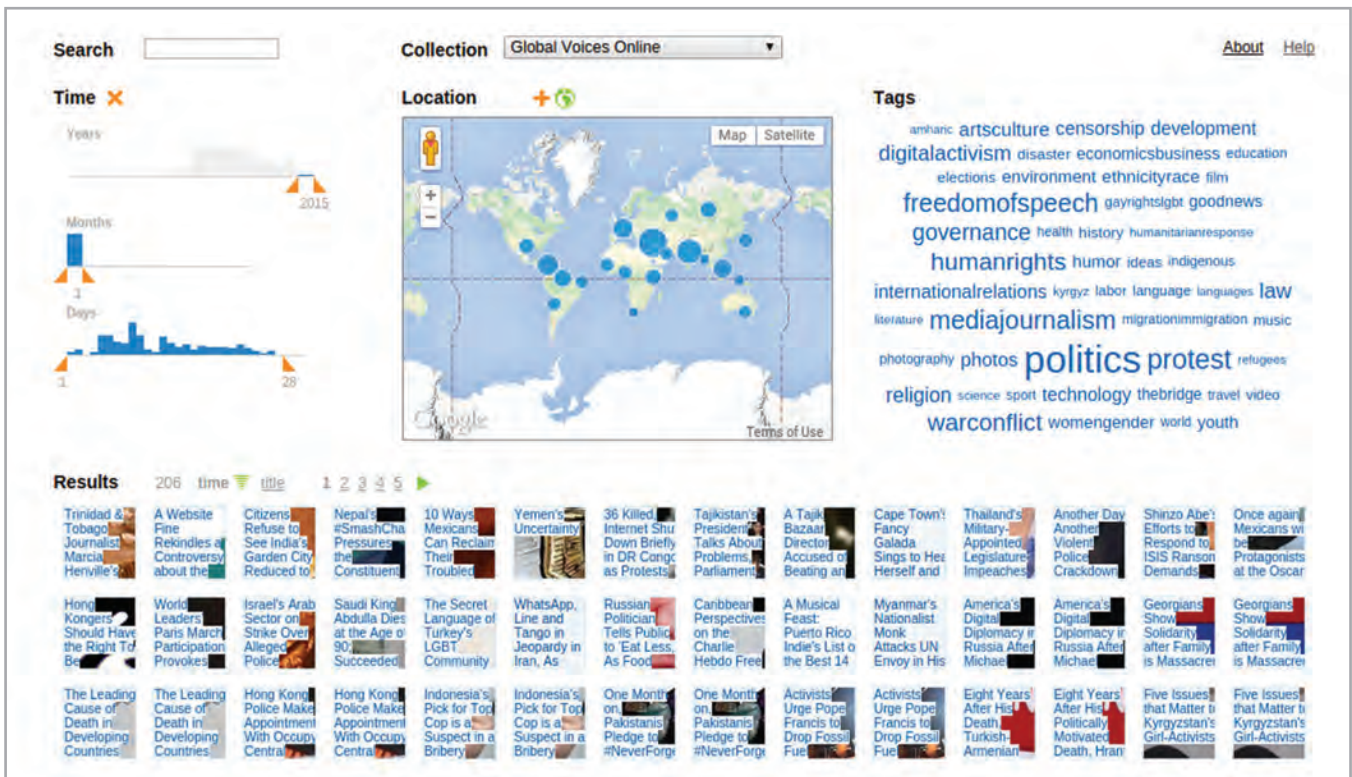
mencionados en ellos. Esto permite entender visualmente dónde sucedió un evento además de cómo se propagó a través de Twitter. Una gran desventaja de la herramienta es que no se enfoca en identificar eventos sino en agrupar tweets, por lo que es difícil identificar de manera correcta dónde pasó una noticia.

Finalmente es importante mencionar a Visgets[2]<sup>4</sup> ya que es una de las pocas herramientas que están disponibles para su uso en la Web. Esta herramienta visual, que puede observarse en la **Figura 3**, provee una interfaz que permite explorar entidades por tres características: tiempo, países y palabras. Algo muy interesante de esta herramienta es que permite distintas fuentes de información, como los proceedings de la conferencia WWW ACM, Flickr o Global Voices Online<sup>5</sup>. Es decir, podemos observar tanto papers de conferencia, imágenes o noticias y entenderlos por su ubicación geográfica.

<sup>4</sup> <http://mariandoerk.de/visgets/demo>  
<sup>5</sup> <http://globalvoicesonline.org/>



**FIGURA 2.** CAPTURA DE PANTALLA DE SENSEPLACE2. IMAGEN EXTRAÍDA DESDE [HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=YW7SHBEURXU](https://www.youtube.com/watch?v=YW7SHBEURXU).



**FIGURA 3.** CAPTURA DE PANTALLA DE VISGETS DESDE LA DEMOSTRACIÓN EN LÍNEA.



## CONCLUSIÓN

LOS MENSAJES DE REDES SOCIALES EN LÍNEA NO SON SÓLO CONVERSACIONES TRIVIALES ENTRE USUARIOS, SINO QUE PUEDEN CONTENER INFORMACIÓN VALIOSA ACERCA DE LO QUE PASA EN EL MUNDO REAL. SIN EMBARGO, ESTOS REPRESENTAN DATOS MUY DIVERSOS Y SIN UNA ESTRUCTURA DEFINIDA, POR LO QUE ES DIFÍCIL SACAR CONOCIMIENTO VALIOSO DE ELLOS. DADO UN EVENTO DETECTADO EN LAS REDES SOCIALES EN LÍNEA, EXTRAER EL CUÁNDO Y EL DÓNDE SUCEDIÓ PUEDE AYUDAR A SU ENTENDIMIENTO. LOS METADATOS ASOCIADOS A LOS MENSAJES DE LAS REDES SOCIALES O EL CONTENIDO DE LOS MISMOS, SON USADOS FRECUENTEMENTE PARA ESTE PROPÓSITO. NO OBSTANTE, AUNQUE EL PROCESAMIENTO SEA ENTENDIBLE PARA LOS COMPUTADORES, ES NECESARIO CREAR INTERFACES INTUITIVAS Y QUE SEAN ACCESIBLES PARA LOS HUMANOS, EN PARTICULAR PARA AQUELLOS QUE NO ESTÁN FAMILIARIZADOS CON LA MINERÍA DE DATOS. POR ESTA RAZÓN, EXISTEN HERRAMIENTAS VISUALES QUE ORGANIZAN ESTOS DATOS Y LOS MUESTRAN DE MANERA QUE SU EXPLORACIÓN SEA FÁCIL Y PROVECHOSA. AÚN ASÍ, DADO QUE LA MAYORÍA DE ESTAS HERRAMIENTAS NO ESTÁN DISPONIBLES PARA SU DESCARGA O USO, Y NO TODAS SE ENFOCAN EN EL CONTEXTO DE UN EVENTO DEL MUNDO REAL, AÚN QUEDA MUCHO QUE HACER EN EL ÁREA. ■

## REFERENCIAS

- [1] H. Abdelhaq, C. Sengstock, and M. Gertz, "EventTweet: online localized event detection from twitter", *Proceedings of the VLDB Endowment*, vol. 6, no. 12, pp. 1326–1329, 2013.
- [2] M. Dork, S. Carpendale, C. Collins, and C. Williamson, "Visgets: Coordinated visualizations for web-based information exploration and discovery", *Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on*, vol. 14, no. 6, pp. 1205–1212, 2008.
- [3] E. Graells-Garrido and B. Poblete, "#Santiago is not #Chile, or is it? A model to normalize social media impact", in *Proceedings of the 2013 Chilean Conference on Human-Computer Interaction*, 2013.
- [4] A. Hannak, E. Anderson, L. F. Barrett, S. Lehmann, A. Mislove, and M. Riedewald, "Tweedin' in the Rain: Exploring Societal-Scale Effects of Weather on Mood", in *ICWSM*, 2012.
- [5] K. Y. Kamath, J. Caverlee, K. Lee, and Z. Cheng, "Spatio-temporal dynamics of online memes: a study of geo-tagged tweets", in *Proceedings of the 22nd International Conference on World Wide Web*, 2013, pp. 667–678.
- [6] K. S. Kim, R. Lee, and K. Zetsu, "mTrend: Discovery of Topic Movements on Geo-Microblogging Messages (Demo Paper)", in *Proceedings of the 19th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems*, New York, NY: ACM, 2011.
- [7] A. M. MacEachren, A. Jaiswal, A. C. Robinson, S. Pezanowski, A. Savelyev, P. Mitra, X. Zhang, and J. Blanford, "Senseplace2: Geotwitter analytics support for situational awareness", in *Visual Analytics Science and Technology (VAST)*, 2011 IEEE Conference on, 2011, pp. 181–190.
- [8] A. Marcus, M. S. Bernstein, O. Badar, D. R. Karger, S. Madden, and R. C. Miller, "Twitinfo: aggregating and visualizing microblogs for event exploration", in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2011, pp. 227–236.
- [9] M. Mendoza, B. Poblete, and C. Castillo, "Twitter Under Crisis: Can we trust what we RT?", in *Proceedings of the first workshop on social media analytics*, 2010, pp. 71–79.
- [10] A. Ritter, O. Etzioni, S. Clark, and others, "Open domain event extraction from twitter", in *ACM SIGKDD*, 2012.
- [11] R. Rogers. Debanalizing Twitter: The transformation of an object of study. URL [http://www.govcom.org/publications/full\\_list/rogers\\_debanalizingTwitter\\_websci13.pdf](http://www.govcom.org/publications/full_list/rogers_debanalizingTwitter_websci13.pdf).
- [12] T. Sakaki, M. Okazaki, and Y. Matsuo, "Earthquake shakes Twitter users: real-time event detection by social sensors", in *Proceedings of the 19th international conference on World Wide Web*, 2010, pp. 851–860.



### **MAGÍSTER**

- Tecnologías de la Información (vespertino)

### **DIPLOMAS DE POSTÍTULO**

- Calidad de Software
- Ciencia e Ingeniería de Datos
- Gestión Informática
- Ingeniería de Software
- Ingeniería y Calidad de Software
- Seguridad Computacional
- Tecnologías de Información

### **PROGRAMAS CORPORATIVOS**


- Cursos que se adaptan a las necesidades de capacitación de su empresa

# **PROGRAMA DE EDUCACIÓN CONTINUA**

## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

Sigue avanzando



 [facebook.com/pec.dcc](https://facebook.com/pec.dcc)

 [capacita@dcc.uchile.cl](mailto:capacita@dcc.uchile.cl)

[www.dcc.uchile.cl/pec](http://www.dcc.uchile.cl/pec)

2 2978 4965



# Bits

DE CIENCIA

[www.dcc.uchile.cl](http://www.dcc.uchile.cl)  
[revista@dcc.uchile.cl](mailto:revista@dcc.uchile.cl)



**fcfm**

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