



fcfm

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

16

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

# Bits

DE CIENCIA

PRIMER SEMESTRE 2018

## MUJERES EN COMPUTACIÓN: DESAFÍOS PERMANENTES PARA LA PARTICIPACIÓN Y VISIBILIZACIÓN

| Nancy Hitshfeld, Cecilia Sotomayor

## RESEÑAS DE CUATRO CHILENAS CIENTÍFICAS DE LA COMPUTACIÓN

| Andrea Rodríguez, Eliana Scheihing,  
María Cristina Riff, Valeria Herskovic

## LOS ADULTOS MAYORES NO USAN SOCIAL MEDIA: ¿MITO O REALIDAD?

| Sergio Ochoa, Francisco Gutiérrez, José Tapia

## DATOS, CIENCIA Y SOCIEDAD EN EL SIGLO XXI

| Claudio Gutiérrez

## COMITÉ EDITORIAL

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

## EDITOR GENERAL

Pablo Barceló, profesor

## EDITORIA PERIODÍSTICA

Ana Gabriela Martínez

## PERIODISTA

Karin Riquelme

## DISEÑO

Puracomunicación

## FOTOGRAFÍAS E IMÁGENES

Comunicaciones DCC

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-Compartir-Igual 3.0 Chile. Basada en una obra en [www.dcc.uchile.cl](http://www.dcc.uchile.cl)



## Revista Bits de Ciencia N°16

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,  
edificio norte  
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 LOS ADULTOS MAYORES NO USAN SOCIAL MEDIA: ¿MITO O REALIDAD?

| Sergio Ochoa  
| Francisco Gutiérrez  
| José Tapia

### COMPUTACIÓN Y SOCIEDAD



### 10 DATOS, CIENCIA Y SOCIEDAD EN EL SIGLO XXI

| Claudio Gutiérrez



### 18 MUJERES EN LOS ORÍGENES Y PRIMEROS AÑOS DE LA COMPUTACIÓN EN CHILE

| Juan Álvarez Rubio

### MUJERES EN COMPUTACIÓN



### 24 MUJERES EN COMPUTACIÓN: DESAFÍOS PERMANENTES PARA LA PARTICIPACIÓN Y VISIBILIZACIÓN

| Nancy Hitschfeld  
| Cecilia Sotomayor



### 32 RESEÑAS DE CUATRO CHILENAS CIENTÍFICAS DE LA COMPUTACIÓN

| Andrea Rodríguez  
| Eliana Scheihing  
| María Cristina Riff  
| Valeria Herskovic



### 46 LATINITY: LATIN AMERICAN WOMEN IN TECHNOLOGY

| Natalie Gil  
| Luza Jaramillo  
| Jocelyn Simmonds



### 52 CELEBRANDO A LAS MUJERES EN COMPUTACIÓN EN CHILE: CHILE WIC 2017

| Bárbara Poblete  
| Valeria Herskovic  
| Claudia López

### DOCTORADOS DEL DCC



### 56

| Alonso González  
| Maíra Marques  
| Juan Pablo Sandoval



Estimados Lectores,

La brecha de género siempre ha sido un problema para las ingenierías, y muy en particular para la ingeniería de la computación. Lamentablemente, y a contramano de los esfuerzos que se hacen hoy en día para aumentar la participación de la mujer en todas las áreas de la sociedad, el porcentaje de profesionales mujeres en computación viene disminuyendo a nivel mundial en los últimos 25 años: mientras era cercano al 40% en los noventa, hoy no supera el 25%. Este fenómeno tiene una mezcla de causas posibles, incluyendo la utilización de estereotipos relacionados con el área y la falta de modelos de rol. Sin embargo, aún falta mucho más por entender qué es lo que hace que no haya más mujeres en las carreras de computación y las áreas laborales relacionadas con ellas.

¿Cuál es el estado de la brecha de género en computación en nuestro país y qué podemos hacer para disminuirla? Para entender mejor este problema hemos decidido dedicar este número de la Revista Bits al tema "Mujeres en Ciencia de la Computación". Nuestra sección central contiene el artículo marco de Nancy Hitschfeld y Cecilia Sotomayor sobre cómo aumentar la visibilización y participación de Mujeres en Computación en nuestro país. Además, hemos invitado a cuatro destacadas académicas del área (Andrea Rodríguez, María Cristina Riff, Eliana Scheihing y Valeria Herskovic), residentes en diferentes regiones del país, para que nos

entreguen una breve reseña de sus carreras académicas y respondan algunas preguntas sobre el sesgo y la brecha de género en computación.

Relacionado con el tema central, presentamos también un artículo de Juan Álvarez con un relato histórico sobre la participación de la mujer en los primeros años de la computación en Chile, así como una descripción de los eventos LATiNiTY y Chile WIC 2017 que buscan celebrar e incentivar la presencia femenina en computación.

También presentamos nuestras secciones habituales:

- **Investigación Destacada:** Sergio Ochoa, Francisco Gutiérrez y José Tapia presentan las conclusiones de su trabajo sobre utilización de Social Media entre adultos mayores.
- **Computación y Sociedad:** el académico Claudio Gutiérrez nos cuenta qué son los datos, cómo deben ser entendidos, y cómo podemos usarlos para el mejor beneficio de nuestra sociedad.
- **Doctorados:** presentamos perfiles personales y de investigación de los alumnos que recientemente se han recibido del doctorado en nuestro Departamento.

Como siempre quedamos atentos a sus comentarios en [revista@dcc.uchile.cl](mailto:revista@dcc.uchile.cl)

Se despide cordialmente,

**PABLO BARCELÓ**

Editor General

Revista Bits de Ciencia



# LOS ADULTOS MAYORES NO USAN SOCIAL MEDIA: ¿MITO O REALIDAD?

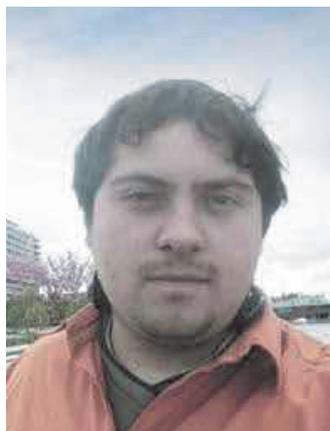




### SERGIO OCHOA

Profesor Asociado, Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile. Doctor en Ciencias de la Computación, Pontificia Universidad Católica de Chile; Ingeniero de Sistemas, UNICEN, Argentina. **Líneas de investigación:** Sistemas Colaborativos, Ingeniería de Software -Arquitectura de Software, mejora de procesos en micro y pequeñas empresas de software, ingeniería de requisitos, educación apoyada con tecnología.

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



### FRANCISCO GUTIÉRREZ

Doctor en Ciencias mención Computación, Universidad de Chile. Ingeniero de la École Centrale de Nantes, Francia; Ingeniero Civil en Computación, Universidad de Chile. **Líneas de investigación:** 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)



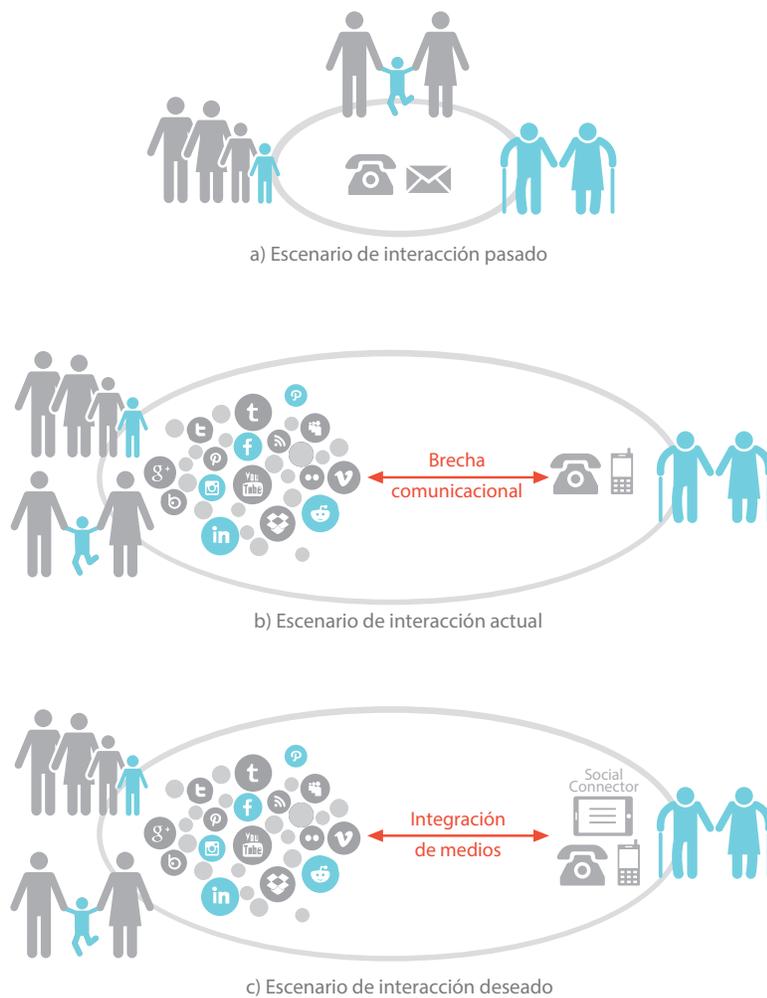
### JOSÉ TAPIA

Ingeniero Civil en Computación y estudiante de postgrado del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile. **Líneas de trabajo:** Sistemas Sociales y Colaborativos Móviles. Especialista en desarrollo Android para múltiples dispositivos, incluyendo SmartTVs.

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

Está claro que los avances tecnológicos han cambiado la forma en que nos relacionamos, y continúan haciéndolo día a día. En esta vorágine producida por andar corriendo detrás de la tecnología, una de las víctimas más evidente son los adultos mayores, quienes según la mayoría de la gente no son capaces de adoptar medios digitales. ¿Qué tanto de cierto y qué tanto de mito hay

en esto? Esa es la pregunta que intentaremos responder, analizando tres versiones de un sistema de interacción social diseñado para adultos mayores. Como resultado de este análisis se identifican aspectos de diseño de tecnología mediada por computador, que surgen como relevantes de considerar para facilitar su adopción por parte de los adultos mayores.



**FIGURA 1.** RECIENTE EVOLUCIÓN DE LOS PARADIGMAS DE INTERACCIÓN SOCIAL.

Hasta hace un par de décadas, la interacción entre los adultos mayores y su entorno social (principalmente amigos y familiares) se basaba en conversaciones cara a cara y telefónicas, y en menor medida a través de cartas (Figura 1.a). Años más tarde, y como consecuencia de la masificación de Internet y los servicios de interacción social mediados por computador —más popularmente conocidos como “Social Media”—, tanto el uso de medios como las interacciones mismas comenzaron a polarizarse. Mientras los adultos mayores

seguían prefiriendo las interacciones cara a cara, el resto de la familia optaba por comunicación mediada ya sea por teléfono o mensajes de texto (en el caso de los hijos adultos), o bien a través del uso de social media por parte de los más jóvenes (Figura 1.b). Esta situación ha generado una brecha comunicacional que, de acuerdo a la literatura, ha debilitado los vínculos sociales entre las distintas generaciones de miembros de una misma comunidad familiar [5].

Aunque esta situación tendería a componerse si los adultos mayores usaran social media [3], en la práctica esto ocurre poco. Esta situación se ve además enfatizada por el supuesto de que los adultos mayores no son capaces o están limitados para utilizar social media, lo cual termina por aislar aún más a estas personas. Si bien a nivel mundial hay un bajo nivel de adopción efectiva de estas tecnologías por parte de los adultos mayores [8], no siempre está claro el porqué de esta situación ni tampoco se sabe si las causas son siempre las mismas.

En este artículo buscamos dilucidar cuáles son los factores que, según los adultos mayores, afectan más en la adopción de tecnología de interacción social por parte de ellos. Para eso, analizamos la evolución de la herramienta SocialConnector a través de sus tres últimas versiones. Esta herramienta busca reducir la brecha comunicacional producida por la diversidad de preferencias de medios de comunicación, entre los adultos mayores y los miembros de su comunidad familiar (Figura 1.c). Para ello brinda a los adultos mayores una interfaz de usuario simple, capaz de interactuar con otros miembros de la familia de manera transparente a través de diversos medios digitales. A continuación se presenta brevemente SocialConnector y los escenarios de estudio que nos ayudan a entender los factores que más afectan la adopción tecnológica por parte de adultos mayores.

## SOCIALCONNECTOR

El sistema SocialConnector es una plataforma de software ubicua que permite a los adultos mayores interactuar con otras personas dentro de sus redes sociales, usando servicios de social media ocultos detrás de una interfaz simple [10, 11]. Por un lado, la simplicidad de la interfaz facilita la adopción de la herramienta y, por otro, su funcionalidad oculta la complejidad de las interacciones con redes sociales y otros mecanismos de comunicación digital. De esa manera, los usuarios sólo deben aprender a utilizar una

única herramienta —SocialConnector— aunque en realidad ellos utilizan varios servicios de social media para interactuar con los miembros de su comunidad familiar. Por ejemplo, la evolución de los medios de comunicación digital, la incorporación de nuevas capacidades o cambios en el mecanismo de interacción con aplicaciones externas, son todos también manejados por SocialConnector. De esta manera, el adulto mayor nunca se entera de estos cambios.

En 2012 se realizó la primera evaluación de campo de SocialConnector (versión 1.0), la cual nos entregó dos importantes lecciones a considerar al diseñar sistemas para este dominio de aplicación [9]: (1) el hardware utilizado para implantar la aplicación impacta la usabilidad y utilidad que los adultos mayores perciben del sistema, y (2) se deben respetar las preferencias de los distintos usuarios (por ejemplo adultos mayores, hijos y nietos) para que el sistema tenga alguna posibilidad real de ser adoptado. Con estos principios en mente, se desarrollaron —y evaluaron—

iterativamente diversas mejoras a SocialConnector, experimentando con distintos tipos de hardware de soporte y diseños de interacción de los servicios ofrecidos.

Cada nueva versión de la herramienta consistió en un prototipo completamente funcional, producto de ciclos incrementales de diseño centrados en el usuario, donde participaron adultos mayores y además se consideraron las lecciones aprendidas en las experiencias previas. Así pues, SocialConnector 2.0 corre en Tablet PCs, donde los usuarios interactúan con el sistema usando controles de gesto y voz [11]; SocialConnector 3.0 corre en Smart TVs y usa un control remoto como mecanismo de entrada [12], y SocialConnector 4.0 implementa un sistema híbrido, compuesto por un Tablet PC y eventualmente un Smart TV [6]. A continuación se describen brevemente las diferentes versiones del sistema, así como los principales resultados de las evaluaciones empíricas realizadas sobre estos.

## ESCENARIO DE ESTUDIO #1: TABLET PC

En la versión 2.0 del sistema se buscó mejorar la usabilidad y utilidad percibida por los usuarios finales [11]. La **Figura 2.a** muestra la interfaz de usuario principal, y la **Figura 2.b** muestra dos formas de uso del sistema: (1) como un portarretratos digital o como (2) una aplicación interactiva.

La interfaz de usuario del sistema mantiene consistentemente un único paradigma de interacción y navegación, así como un menú permanente que facilita el acceso a los distintos servicios; por ejemplo a videollamadas, intercambio de mensajes con miembros de la lista de contactos, o acceso al álbum de fotos familiar. El sistema además provee notificaciones contextuales a través de



**FIGURA 2.**

**(A)** INTERFAZ DE USUARIO PRINCIPAL PARA TABLETS DEL SISTEMA SOCIALCONNECTOR; **(B)** ESCENARIOS DE INTERACCIÓN ENTRE EL USUARIO Y EL SISTEMA.

alertas sonoras y pastillas visuales que indican actividad reciente; por ejemplo, cuando el sistema recibe una nueva llamada o mensaje. Después de cinco minutos de inactividad, el sistema entra en modo “portarretratos”, en el cual se despliega un carrusel de fotos inspirado en el trabajo de Cornejo et al. [4].

Esta versión del sistema fue evaluada con una muestra de siete adultos mayores entre 61 y 74 años de edad, balanceada según género (3 hombres y 4 mujeres), todos sin experiencia previa en el uso de tecnología mediada por computador para interactuar con otras personas. Ninguno de los participantes sufría de discapacidades cognitivas o físicas que los invalidaran como sujetos para participar en el estudio. El tamaño de la muestra sigue las recomendaciones de ingeniería de usabilidad [7], llegando rápidamente a saturación.

El protocolo de evaluación fue estructurado en torno a un conjunto de tareas que debían llevar a cabo los participantes, interactuando con un prototipo de alta fidelidad siguiendo la técnica del “Mago de Oz”. Luego los participantes completaron el cuestionario SUS (System Usability Scale) con la finalidad de obtener una medida objetiva sobre la usabilidad percibida del sistema. Dicha información fue completada con la participación de evaluadores externos, tanto usuarios expertos como usuarios finales. Finalmente, se realizaron entrevistas semiestructuradas y un grupo focal con los adultos mayores, buscando identificar las principales barreras para la adopción de dicha tecnología. En líneas generales, los participantes encontraron que esta versión del sistema era usable y útil, con un nivel aceptable de ubicuidad y disponibilidad, y todos ellos estaban dispuestos a utilizar el sistema de forma permanente. Esto brinda un primer indicio que apunta a que los adultos mayores son capaces de utilizar social media, si se les brinda una interfaz adecuada.

A pesar de estos buenos resultados, se identificaron algunos aspectos de mejora; por ejemplo, la posición de la cámara frontal de los Tablet PC influye significativamente en la utilidad percibida

del sistema. Dado que en el hardware utilizado ésta no se encontraba en línea con los ojos de los participantes (sino en uno de los costados del Tablet), los usuarios consideraron que las interacciones a través de videollamadas no eran muy naturales. Además, se identificó la necesidad de contar con una pantalla más grande y de mayor resolución para mostrar contenidos, en particular imágenes y videos. Esta implicancia está en concordancia con un estudio realizado por Berkhoff et al. [1], donde se identifica la necesidad de contar con pantallas más grandes para favorecer interacciones colectivas en reuniones familiares.

## ESCENARIO DE ESTUDIO #2: SMART TV

En base a los resultados obtenidos en el estudio anterior, se desarrolló una nueva versión del sistema SocialConnector (3.0), cambiando el dispositivo de salida de un Tablet PC a un Smart TV; este último es un LCD normal al que se le conecta un dispositivo tipo Google Chromecast. Este cambio de display permite no solamente abordar las limitaciones del tamaño de pantalla, sino también hacer uso de tecnología que ya es ampliamente adoptada por los adultos mayores.

En SocialConnector 3.0 la lógica del sistema se traslada casi completamente al dispositivo Chromecast, el cual coordina el intercambio de información entre un control remoto y el Smart TV, además del despliegue de la información en este último. Siguiendo las recomendaciones de Bobeth et al. [2], se implementó la funcionalidad del control remoto en un teléfono móvil (Figura 3). El resto de la funcionalidad de SocialConnector se heredó de la versión 2.0, ajustando los mecanismos de navegación e interacción al nuevo escenario.

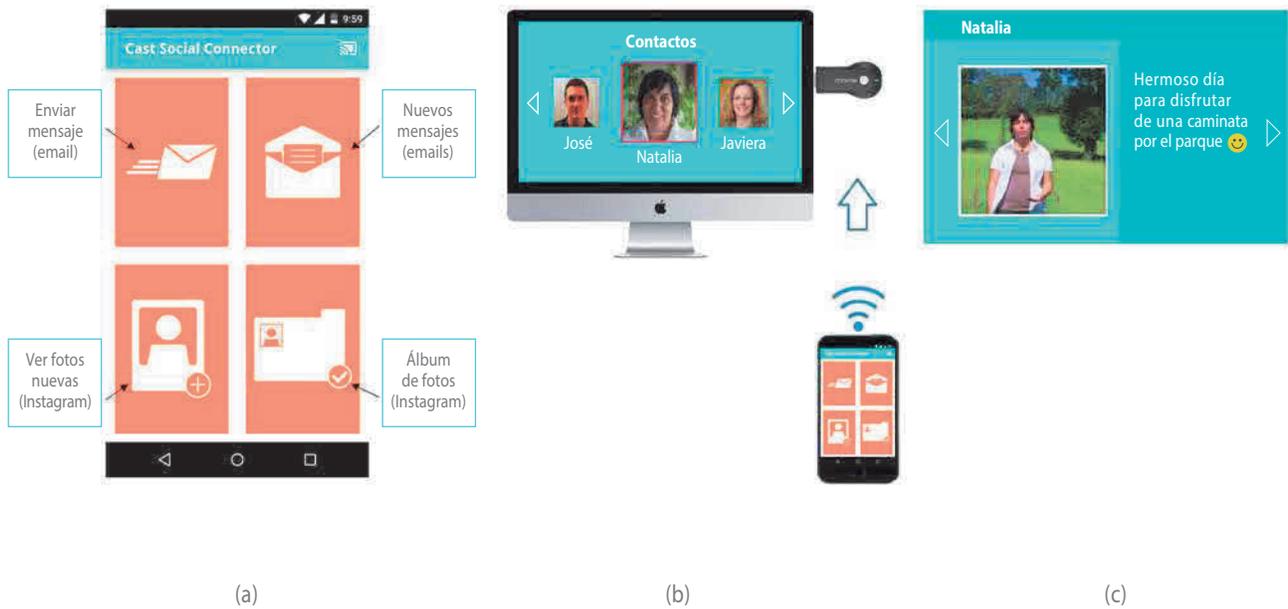
SocialConnector 3.0 fue evaluado en un laboratorio de usabilidad con ocho adultos mayores,

balanceados según género. Ninguno de los participantes había interactuado anteriormente con un Smart TV o con smartphones. A los participantes se les solicitó simular una reunión familiar, donde cada uno debía enviar mensajes y compartir fotografías a través del sistema. Formalmente, la evaluación del sistema se estructuró en torno a un conjunto de tareas, donde los participantes tenían que interactuar con el sistema a través del control remoto (smartphone). Al igual que en la evaluación anterior, se realizaron tres procesos: (1) los usuarios realizaron un conjunto predefinido de tareas, (2) completaron el cuestionario SUS, y (3) participaron en entrevistas semiestructuradas y un grupo focal para corroborar los resultados de la inspección de usabilidad.

Estos resultados fueron altamente positivos, mostrando que esta versión del sistema abordó de forma efectiva las limitaciones identificadas inicialmente. Sin embargo, la introducción de un nuevo componente —es decir, el control remoto implementado en un smartphone— añadió complejidad a la interacción con el sistema, reduciendo así su usabilidad y la potencial adopción. En particular, no fue natural para los usuarios el ver que la interfaz del control remoto no era igual a la del Smart TV, lo cual fue una fuente de confusión.

Por otra parte, y a diferencia de la versión 2.0, la transportabilidad de la solución resultó ser un tema importante para los usuarios, la cual en este caso es casi nula, dada la alta dependencia que tiene el sistema respecto del Smart TV para poder desplegar la información al usuario. En este sentido, y aunque el diseño dio un paso atrás, se descubrió la importancia que la movilidad de la solución tiene para el usuario, lo cual es un aspecto de diseño reusable a considerar en el futuro.

A pesar de que los resultados no fueron los inicialmente esperados, los usuarios completaron todas las actividades en un tiempo razonable, y varios de ellos manifestaron querer utilizar el sistema de forma permanente. Por lo tanto, y volviendo a nuestra pregunta inicial, esto muestra que los adultos mayores son capaces de utilizar soluciones



**FIGURA 3.**

**(A)** CONTROL REMOTO DEL SISTEMA, **(B)** AMBIENTE OPERACIONAL DE LA SOLUCIÓN, **(C)** INFORMACIÓN SOCIAL MOSTRADA EN SOCIAL-CONNECTOR 3.0.

tecnológicas, incluso si ellas tienen algunas limitaciones, siempre y cuando le encuentren utilidad a los servicios que la herramienta les provee. En otras palabras, parece que en este escenario la utilidad del sistema es un poco más relevante que su usabilidad. Este resultado está alineado con el obtenido en el escenario anterior.

## ESCENARIO DE ESTUDIO #3: SISTEMA HÍBRIDO

En base a las lecciones aprendidas, la interfaz de usuario de SocialConnector 4.0 fue simplificada para mantener un modelo de interacción similar al presentado en el primer escenario de estudio.

Sin embargo, el ambiente operacional de la solución adhiere al patrón presentado en el segundo escenario. En este caso, se implementó un entorno de sistema híbrido (**Figura 4**), en el cual la aplicación corriendo en el Tablet PC refleja su contenido en la pantalla de un Smart TV. El acoplamiento entre Tablet y TV se realiza bajo demanda, permitiendo así al usuario mostrar la información en la pantalla cuando se requiera.

Esta versión del sistema mantiene las capacidades de sentido, movilidad y autonomía derivadas de SocialConnector 2.0, pero también permite experiencias multiusuario en reuniones familiares, como es el caso de SocialConnector 3.0. Esto último no sólo favorece las capacidades de monitoreo del sistema, sino que también provee flexibilidad para compartir información social entre los adultos mayores y el resto de sus familias.

Los resultados de la evaluación de este sistema muestran varias de las ventajas identificadas en las dos etapas anteriores. Los televisores ya son tecnología adoptada por los adultos mayores, y el acoplamiento con Tablets hace que la transición entre dispositivos se perciba como más natural. El proceso de evaluación preliminar de esta versión del sistema solo arrojó resultados positivos [6], lo cual refuerza los resultados anteriores y confirma la capacidad y voluntad de los adultos mayores por utilizar social media. A continuación se presenta un modelo conceptual que prioriza los atributos de calidad a tener en cuenta a la hora de diseñar una solución tecnológica que sea fácil de adoptar por adultos mayores. Este modelo recoge las lecciones aprendidas en el diseño, evaluación y evolución de SocialConnector.



**FIGURA 4.** ESCENARIO DE OPERACIÓN HÍBRIDO.

## MODELO DE ADOPCIÓN TECNOLÓGICA PARA ADULTOS MAYORES

Considerando las tres últimas versiones del software y los resultados obtenidos en sus respectivas evaluaciones con usuarios finales, se identificó un conjunto de atributos de calidad que influyen directamente en la adopción tecnológica por parte de los adultos mayores. Las dimensiones de diseño resultantes, así como sus prio-

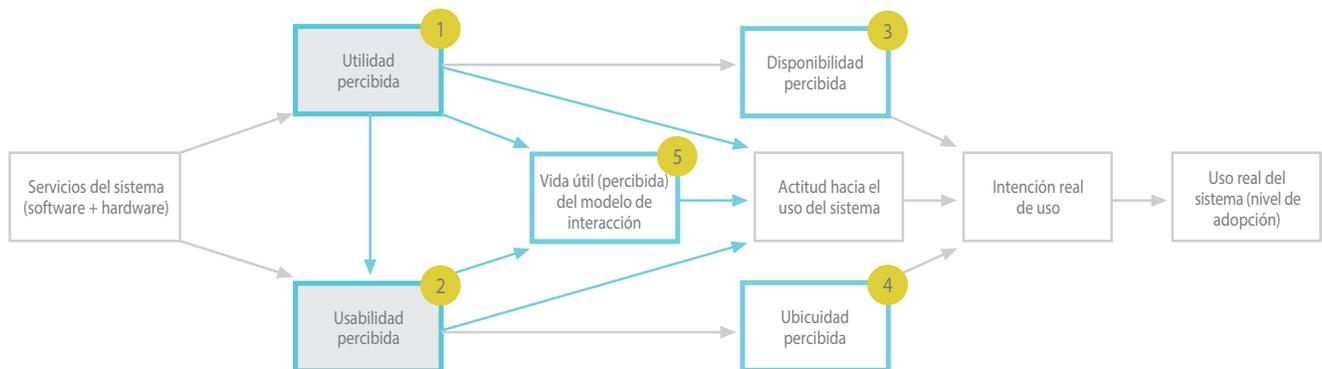
ridades, fueron estructuradas en el modelo conceptual presentado en la **Figura 5**.

Allí se indica que los servicios entregados por el sistema (considerando software y hardware) deben ser en primer lugar *útiles y usables* (en ese orden), y en segundo lugar (con una prioridad similar) *ubícuos, altamente disponibles* e implementar un *modelo de interacción perenne*. Estos atributos son los que ejercen mayor influencia sobre la intención de uso y la adopción real de la tecnología por parte de los adultos mayores. Los primeros cuatro (rotulados de 1 a 4) son abordables durante la fase de diseño de la solución, mientras que el quinto es una restricción

derivada del dominio de estudio para este tipo de usuarios.

Considerando los atributos 1 y 2 podemos asumir que la mayoría de los adultos mayores son capaces y están dispuestos a usar social media, siempre que ellos consideren que los servicios entregados por el sistema son útiles y usables. Además, si ellos van a hacer el esfuerzo por aprender a usar dicho sistema, dicho conocimiento debe ser *perenne*. Es decir, los usuarios no quieren tener que aprender periódicamente cosas nuevas para poder continuar usando el sistema (atributo 5). Los atributos 3 y 4 apuntan a que el sistema debe estar disponible para ser usado en el momento y lugar en que el usuario decida hacerlo.

Retomando la pregunta inicial (¿es mito o realidad que los adultos mayores no usan social media?), los resultados de este estudio indican que si bien los adultos mayores pueden presentar una cierta reticencia inicial a la adopción de nuevas tecnologías, ellos están dispuestos a adoptarlas siempre que perciban un beneficio concreto en el uso de éstas. Asimismo, un buen diseño, tanto de interfaces de usuario como de la interacción y experiencia de uso, incorporando activamente las distintas actitudes y preferencias del conjunto de involucrados (por ejemplo, adultos mayores, hijos y nietos), logra favorecer la adopción de dicha tecnología.



**FIGURA 5.** ATRIBUTOS DE CALIDAD QUE AFECTAN LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA POR PARTE DE LOS ADULTOS MAYORES [8].

## CONCLUSIONES

SE ESPERA QUE LA TECNOLOGÍA DEL TIPO “ASISTIDA” JUEGUE UN ROL CADA VEZ MÁS PROTAGÓNICO EN EL PROCESO DE ENVEJECIMIENTO ACTIVO, Y QUE PERMITA A LOS ADULTOS MAYORES VIVIR EN SUS CASAS POR MÁS TIEMPO QUE EN LA ACTUALIDAD. SIN EMBARGO, LA LITERATURA REPORTA DIVERSAS BARRERAS EN LA ADOPCIÓN DE ESTE TIPO DE SOLUCIONES POR PARTE DE ADULTOS MAYORES. EN ESTE ESTUDIO HEMOS OBSERVADO QUE LAS BARRERAS DE ADOPCIÓN NO SON UN ATRIBUTO PROPIO DE LA POBLACIÓN DESTINATARIA, SINO EL RESULTADO DEL DISEÑO DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA A SER ADOPTADA POR LOS ADULTOS MAYORES. POR LO TANTO, EN TÉRMINOS GENERALES PODEMOS ASUMIR QUE LOS ADULTOS MAYORES SON CAPACES Y ESTÁN DISPUESTOS A UTILIZAR TECNOLOGÍA ASISTIVA (PARTICULARMENTE SOCIAL MEDIA), SIEMPRE Y CUANDO PERCIBAN QUE LA HERRAMIENTA ES ÚTIL Y USABLE, Y QUE EL ESFUERZO QUE ELLOS HAGAN PARA APRENDER A USARLA LES VA A SERVIR POR UN LARGO TIEMPO. EN ESTRICTO RIGOR, LA UTILIDAD (O VALOR PERCIBIDO) DE UN SISTEMA APARECE COMO MÁS IMPORTANTE QUE LA USABILIDAD O ACCESIBILIDAD *PER SE*, AUNQUE SON DIMENSIONES COMPLEMENTARIAS QUE NO SE PUEDEN DESCUIDAR DE NINGUNA MANERA EN EL DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN.

AÚN CUANDO LOS RESULTADOS DE ESTA INVESTIGACIÓN SON VALIOSOS, NO ESTÁN EXENTOS DE LIMITACIONES. LA PRINCIPAL LIMITACIÓN RADICA EN LA ESCASEZ DE EVIDENCIA EMPÍRICA DERIVADA DE LOS ESTUDIOS DE CAMPO, LO QUE RESTRINGE LA VALIDEZ ECOLÓGICA DE NUESTROS RESULTADOS, SOBRE TODO EN LOS ÚLTIMOS DOS ESCENARIOS. SIN EMBARGO, LOS ESTUDIOS CONTROLADOS — EN LABORATORIO — MUESTRAN QUE LOS RESULTADOS SON ALTAMENTE PROMETEDORES.

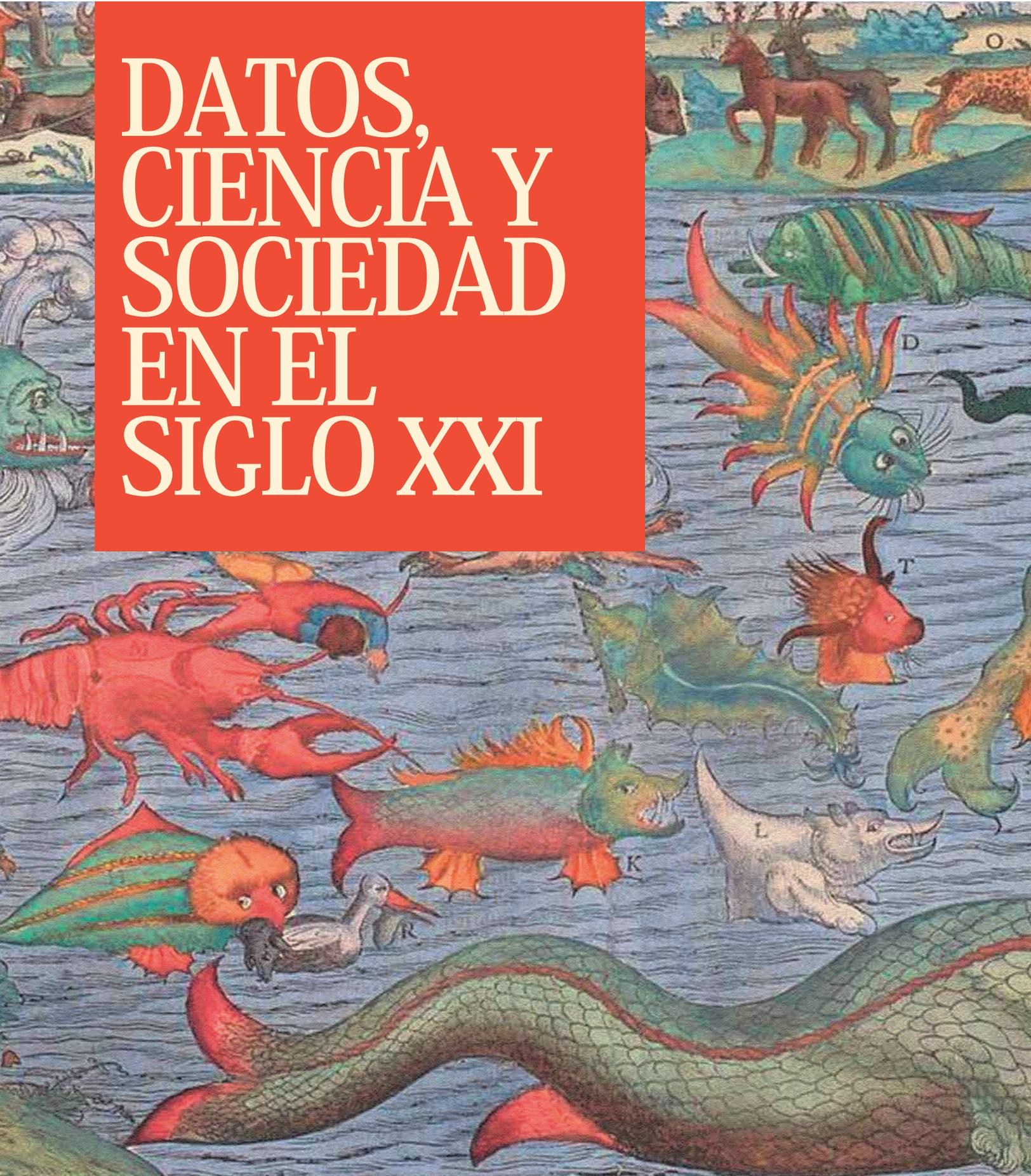
POR OTRA PARTE, EXISTE UNA LIMITACIÓN EN LA VALIDEZ EXTERNA DE LOS RESULTADOS, DADO QUE LOS ESTUDIOS FUERON DISEÑADOS Y EJECUTADOS EN ESCENARIOS GEOGRÁFICOS SIMILARES, LO QUE PODRÍA TRAER CONSECUENCIAS INESPERADAS AL INTENTAR TRANSFERIR ESTOS RESULTADOS A OTROS ESCENARIOS SOCIOCULTURALES. SIN EMBARGO, MÁS QUE UNA DEBILIDAD *PER SE*, ESTE HECHO ABRE UN ABANICO DE OPORTUNIDADES PARA REPLICAR ESTE ESTUDIO EN OTROS ESCENARIOS Y ANALIZAR CÓMO LA DIMENSIÓN CULTURAL AFECTA LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA EN ADULTOS MAYORES.

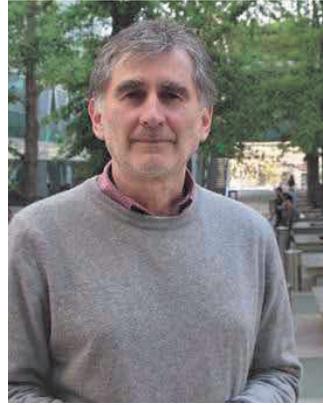
ESTE TRABAJO HA SIDO PARCIALMENTE FINANCIADO POR EL PROYECTO FONDECYT NRO. 1150252 ■

## REFERENCIAS

- [1] Berkhoff C., Ochoa S.F., Pino J.A., Favela J., Oliveira J., Guerrero L.A. (2014) Clairvoyance: a framework to integrate shared displays and mobile computing devices. *Future Generation Computer Systems* 34:190–200. doi: 10.1016/j.future.2013.10.013.
- [2] Bobeth J., Schrammel J., Deutsch S., Klein M., Drobics M., Hochleitner C., Tscheligi M. (2014) Tablet, gestures, remote control?: influence of age on performance and user experience with iTV applications. *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Experiences for TV and Online Video*. ACM Press, pp 139–146. doi: 10.1145/2602299.2602315.
- [3] Chen, Y.R.R., Schulz, P.J. (2016) The effect of information communication technology interventions on reducing social isolation in the elderly: a systematic review. *Journal of Medical Internet Research* 18(1), article 18. doi: 10.2196/jmir.4596.
- [4] Cornejo R., Tentori M., Favela J. (2013) Ambient awareness to strengthen the family social network of older adults. *Computer Supported Cooperative Work* 22(2):309–344. doi: 10.1007/s10606-012-9166-2.
- [5] Dickinson A., Hill R.L. (2007) Keeping in touch: talking to older people about computers and communication. *Educational Gerontology* 33(8):613–630. doi: 10.1080/03601270701363877.
- [6] Gutiérrez F.J., Muñoz D., Ochoa S.F., Tapia J.M. (2017) Assembling mass-market technology for the sake of wellbeing: a case study on the adoption of ambient intelligent systems by older adults living at home. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*. In press. doi: 10.1007/s12652-017-0591-4.
- [7] Holzinger A. (2005) Usability engineering methods for software developers. *Communications of the ACM* 48(1):71–74. doi: 10.1145/1039539.1039541.
- [8] Hope A., Schwaba T., Piper A.M. (2014) Understanding digital and material social communication for older adults. In *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'14)*. ACM Press, pp 3903–3914. doi:10.1145/2556288.2557133.
- [9] Muñoz D. (2013) Red social para la Integración de Personas de la Tercera Edad. *Memoria de Ingeniería Civil en Computación*. Departamento de Ciencias de la Computación, FCFM, Universidad de Chile.
- [10] Muñoz D., Cornejo R., Gutiérrez F.J., Favela J., Ochoa S.F., Tentori M. (2015) A social cloud-based tool to deal with time and media mismatch of intergenerational family communication. *Future Generation Computer Systems* 53:140–151. doi: 10.1016/j.future.2014.07.003.
- [11] Muñoz D., Gutiérrez F.J., Ochoa S.F. (2015) Introducing Ambient Assisted Living Technology at the Home of the Elderly: Challenges and Lessons Learned. *Proceedings of the 7th International Work-conference on Ambient Assisted Living (IWAAL'15)*, LNCS 9455, pp. 125–136.
- [12] Tapia J.M., Gutiérrez F.J., Ochoa S.F. (2016) Using Smart TV applications for providing interactive ambient assisted living services to older adults. In *Proceedings of the International Conference on Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence (UCAI'17)*. Springer, pp 514–524. doi: 10.1007/978-3-319-48746-5\_53.

# DATOS, CIENCIA Y SOCIEDAD EN EL SIGLO XXI





## CLAUDIO GUTIÉRREZ

Profesor Titular, Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile. Investigador Senior del Núcleo Milenio Centro de Investigación de la Web Semántica (CIWS). Ph.D. Computer Science, Wesleyan University; Magíster en Lógica Matemática, Pontificia Universidad Católica de Chile; Licenciatura en Matemáticas, Universidad de Chile. **Líneas de investigación:** Fundamentos de la Computación, Lógica aplicada a la Computación, Bases de Datos, Semántica de la Web, Máquinas Sociales.  
cgutierr@dcc.uchile.cl

“Los fundamentos de la experiencia han sido hasta ahora inexistentes o muy débiles; ni se ha buscado ni hecho todavía una recolección o provisión de particulares, capaz o de alguna manera adecuada, ya sea en número, tipo o certeza, de informar al intelecto. [...] La historia natural no contiene nada que se haya investigado de manera adecuada, nada verificado, nada contado, nada pesado, nada medido” (F. Bacon, 1620. Aforismo XCVIII).

La noción de “dato” (“datos”) proviene del latín *datum* que significa algo dado. Los primeros usos del término en un contexto científico datan de la mitad del siglo XVII, y aluden, como en la cita de Bacon arriba, a algo que caracterizaría la investigación científica. En su uso moderno, el concepto refiere a colecciones de mediciones e información factual que forma la base de la investigación, el razonamiento, la evidencia que soporta a éste, etc. Con el advenimiento de los computadores hacia mediados del siglo XX se incorporó un nuevo sentido al tradicional. Entonces también se comenzó a entender por datos a las entidades abstractas básicas sobre las que esas nuevas máquinas trabajaban. Sin embargo ambos sentidos, el científico y el computacional, permanecieron confinados hasta hace poco en comunidades técnicas.

La popularización del término “datos” en las portadas de revistas y en cualquier informe que quisiera ser considerado científico es relativamente reciente. Dos metáforas tienen mucha responsabilidad por este milagro: primero, la noción de “diluvio de datos” y luego la de “big data”.

Aunque la imagen del *diluvio de datos* es poderosa (la sociedad y los humanos inundados con datos), la noción es fuertemente engañosa. Primero, sugiere algo producido por un otro, tradicional-

mente un dios castigador, o por poderes naturales fuera de nuestro control. Segundo, convierte los actuales niveles de datos en una catástrofe, dándoles una connotación de inseguridad. En resumen, presenta los datos como algo negativo ante lo cual nosotros solamente pudiéramos reaccionar, o a lo más defendernos.

La noción de *big data* (como muchos conceptos del inglés, sin buena traducción) es menos engañosa. Evita la connotación negativa explícita y resalta una de las principales características del fenómeno: su tamaño. En el área de la computación se acuñó el término tempranamente, a principios de la década de 1990, pero el bombo publicitario en los negocios que la popularizó es más reciente. En las ciencias y la investigación el término comenzó a ser ampliamente adoptado recién en el siglo XXI. Mi preocupación con esta noción es que ella aún representa el fenómeno como algo externo e inalcanzable para nosotros. De hecho, mucha gente habla (y piensa) sobre *big data* como un ente (“el” *big data*) oscuro y fantasmal, un sujeto lejos del control de la humanidad, con el que habría que aliarse para sacarle provecho. Hasta es posible leer “el” *big data* como una nebulosa creciendo en torno nuestro esperando ser domada, pero dispuesta a aplastarnos si no la tomamos en serio.

## TORRENTES DE DATOS

Retengamos lo esencial: hay una enorme cantidad de datos luchando por, directa o indirectamente, capturar nuestra atención. Una pregunta natural es por qué este despliegue hoy. Históricamente, ha habido tsunamis inundando las capacidades simbólicas y semánticas del ser humano. Sin duda la adopción de la escritura y de medios para preservarla deben haber transformado radicalmente las formas tradicionales de interactuar con la información. Más tarde, la imprenta debe haber producido similares remezones entre la población culta. Y más recientemente, los diarios, revistas y la ubicua tecnología de impresión, sumado a la radio y la televisión, agobiaron a la gente con información. En la década de 1930, José Ortega y Gasset, en un discurso al Congreso Internacional de Bibliotecarios, hablaba del “libro furioso” y expresaba así sus preocupaciones sobre este fenómeno:

“Hay ya demasiados libros. Aun reduciendo sobremedida el número de temas a que cada hombre dedica su atención, la cantidad de libros que necesita ingerir es tan enorme que rebosa los límites de su tiempo y de su capacidad de asimilación. [...] La cultura que había libertado al hombre de la selva primigenia, le arroja de nuevo en una selva de libros no menos inextricable y ahogadora. [...] Hay aquí, pues, un drama: el libro es imprescindible en estas alturas de la historia, pero el libro está en peligro porque se ha vuelto un peligro para el hombre” (Misión del Bibliotecario, 1935).

El libro, según Ortega, había llegado a ser un peligro para el hombre. Escuchamos hoy día quejas muy similares sobre los datos. ¿Qué está ocurriendo en el fondo? El fenómeno puede ser parafraseado usando un conocido texto sobre el cambio social: *En un cierto estadio de desarrollo, las fuerzas materiales de la sociedad comienzan a*

*producir más material simbólico que el que las relaciones sociales existentes pueden digerir. De formas de desarrollo de la cultura, esas relaciones se transforman en cadenas que las constriñen. Comienza entonces una era de turbulencia de la información.* El problema que enfrentamos hoy día es que la captura, la producción y la oferta de datos sobrepasa con creces las capacidades humanas y sociales para manipularlos, procesarlos y entenderlos.

Desarrollemos algo más esta idea. Los datos que nos agobian no son los millones de unidades de datos entendibles (lo que aterraba a Ortega), sino que la comprensibilidad de la unidad misma. En otras palabras, no hay libros ilegibles. Cada uno de ellos fue pensado y escrito para ser leído por un humano (aún algunos mamotretos como *En busca del tiempo perdido*). El problema que Ortega alertaba era la casi infinita cantidad de libros que se publicaban. El problema principal, entonces,

era la cantidad (y por ello su propuesta de solución era acorde: limitar la producción de libros). Por otra parte, el problema con los datos es que muchas veces la unidad misma (la fuente de datos, el dataset) no es inteligible por un humano. Pero además, hay una cantidad casi infinita de datasets. El problema es ahora doble: la cantidad y la cualidad.

Una metáfora de la física puede ayudar en este punto. La mecánica tradicional es una disciplina a *escala humana*, en el sentido que permite la interacción directa de la gente con ella. Una bicicleta es un artefacto que podemos entender, reparar, transformar casi enteramente por nosotros mismos. Por el contrario, la química primero, y luego la física atómica, cruzaron la barrera de los objetos que los humanos podemos tocar, y se sitúan en un espacio más allá donde nuestros sentidos incorporados no nos ayudan. Hoy día

### All Things, Great and Small

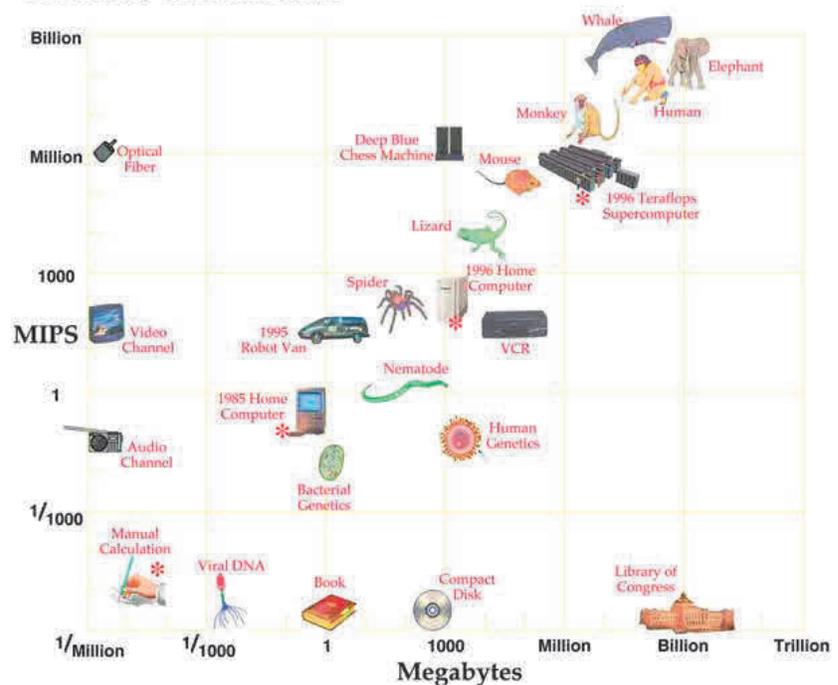


FIGURA 1.

GRÁFICO QUE MUESTRA LOS ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA MEMORIA, Y LA CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO DEL HUMANO COMPARADO CON OTRAS ESPECIES Y OBJETOS. EN EL EJE HORIZONTAL, CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO EN MEGABYTES. EN EL EJE VERTICAL, CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO EN MILLONES DE INSTRUCCIONES POR SEGUNDO (IMAGEN DE HANS MORAVEC).

los avances tecnológicos en medios (poder computacional, memoria, redes, sensores, comunicación, etc.) han incrementado dramáticamente la capacidad de *captura* de datos (sensores, telescopios, Web, etc.); de *producción* de datos (computadores, juegos, media, LHC, etc.); de *almacenamiento* de datos (memorias, medios de almacenamiento, nube, etc.); de *análisis* de datos (técnicas estadísticas, redes neuronales, *deep learning*, etc.). En una frase: el límite que hoy estamos sobrepasando es el de las capacidades humanas para entender y manipular este vasto mundo de objetos simbólicos llamados datos (Figura 1).

A pesar de las quejas de Ortega, hasta hace poco nosotros los humanos podíamos lidiar con todo tipo de objetos simbólicos a nuestro alrededor: textos, fotografía, música, películas. Pero este mundo simbólico está creciendo tan rápido que escapa a nuestras capacidades humanas y sociales “dadas”, y por lo tanto, sentimos que un oscuro y amenazador, pero fundamentalmente inentendible mundo paralelo crece frente a nosotros. Pero es bueno recalcarlo: no es que ese mundo simbólico no existiera antes. Existía y era muy vasto. Pero era esencialmente volátil. Nadie era capaz de congelarlo ni capturarlo ni menos procesarlo. Contemplar una tormenta es, desde el punto de vista de proceso de información, un proceso extraordinariamente complejo. Pero de ella quedaba a lo más un vago recuerdo. La novedad esencial que enfrentamos hoy, es que es

posible “materializar” gran parte de ese proceso en la forma de datos. De alguna manera, las tecnologías digitales de captura, procesamiento, análisis y visualización nos han hecho conscientes de ese mundo con que interactuábamos solo en vivo (ver algunos números en la **Tabla 1**). Mi hipótesis es que este nuevo escenario ha tornado obsoleto los modelos conceptuales que teníamos para enfrentar el mundo simbólico. Entre los mayores desafíos está la noción de escala (Gibson, Ostrom, Ahm, 2000).

## EL CONCEPTO DE DATOS (DATA)

Las relaciones entre las nociones de datos, información y conocimiento son complejas y sutiles. Pero para lo que sigue, nos bastará asumir la premisa ampliamente aceptada que los datos son, en cierto sentido, el punto de partida, la base, los bloques básicos, de la información y el conocimiento. Bajo esta hipótesis analizaremos el concepto de datos.

1. Al nivel más básico y abstracto, los datos son una distinción, esto es, un signo de una falta de uniformidad en el mundo externo. Como lo plantea Luciano Floridi (2015), los datos son una fractura en la fábrica del ser, y solo pueden ser planteados como un enganche externo a nuestra información. No son nunca accesados o

elaborados independientemente de un cierto nivel de abstracción. Carolina Haythornthwaite (en Zins, 2007) apunta a lo mismo de otra manera: los datos son la más pequeña unidad recolectable asociada a un fenómeno. Normalmente, los datos se encuentran en colecciones que son reunidas para monitorear un proceso, para evaluar una situación y/o obtener un referente para un fenómeno. En resumen, los datos son el estrato más básico en el mundo simbólico. Los datos no tienen significado por sí mismos, pero son la fuente del significado.

2. Por datos entenderemos datos materializados (almacenados digitalmente), esto es, símbolos una vez que han sido congelados materialmente (digitalizados). Desde este aspecto los datos, como los tratamos en este artículo, son parte del mundo “objetivo”. Los datos son colecciones materiales de símbolos. Éste es el espíritu de las siguientes definiciones de datos que pueden encontrarse en algunos diccionarios:

“Información en forma numérica que puede ser transmitida o procesada digitalmente” (Merriam-Webster), o “las cantidades, caracteres, o símbolos sobre las que un computador realiza sus operaciones, que pueden ser almacenadas o transmitidas en la forma de señales eléctricas o almacenadas en medios magnéticos, ópticos, o mecánicos” (Oxford). En resumen, a pesar de su ambigüedad tecnológica entre lo material y lo inmaterial, los datos son materiales.

3. Las distinciones que definen los datos suponen un contexto implícito. Esta red de significados no es enunciada explícitamente, esto es, no es especificada en el dato mismo. Esto permite variadas interpretaciones de los mismos datos desde diferentes puntos de vista para explorar nuevas dimensiones. Un buen ejemplo es una fotografía. Con alta probabilidad, el fotógrafo la tomó con alguna intención en mente. Pero las futuras generaciones pueden usarla para “ver” dimensiones que no estaban presentes en el foco original del fotógrafo. Lo anterior no significa que usualmente se incluyan algunos contextos explícitos en la forma de metadatos, esto es, datos adicionales que dan información o indican

escala humana	}	Byte B	~	$10^0$	un caracter
		Kilo KB	~	$10^3$	texto escrito
		Mega MB	~	$10^6$	imágenes, música
		Giga GB	~	$10^9$	videos
más allá de lo humano	}	Tera TB	~	$10^{12}$	Biblioteca Congreso USA
		Peta PB	~	$10^{15}$	Data center grande
		Exa EB	~	$10^{18}$	Todas las palabras habladas
		Zetta ZB	~	$10^{21}$	Cantidad de datos globales

**TABLA 1.**  
TAMAÑOS DE DATOS Y ESCALA HUMANA.

relaciones en los datos crudos. En resumen, los datos tienen significado, aunque no siempre explícito. Aunque los datos sean recolectados o contruidos con algún objetivo en mente, permiten diversas interpretaciones y pueden apoyar múltiples tesis.

En nuestra área, la ciencia de los datos, los datos son el punto de partida. Nuestra tarea no es aclarar el estatus ontológico de los datos, sino entender sus propiedades, sus “modos de combinación”, y ojalá obtener un modelo conceptual para ellos. Para gente que se dedica a obtener, a almacenar, a cuidar, a curar, a procesar, a analizar, a visualizar, los datos son simplemente algo dado, como lo indica su acepción latina. Nuestro asunto en este punto no es la posible semántica que puede ser destilada de los datos, sino los datos como elemento material. Usando el contrapunto entre el mundo de los *bits* y el de los átomos popularizada por Nicolás Negroponte en *Ser Digital*, trabajamos en el mundo de los *bits*, un mundo tan material como el de los átomos, pero con una significación social radicalmente diferente, como veremos.

Aprovechando la oposición *bit*-átomo, otra metáfora puede ayudar a aclarar las relaciones entre esos dos mundos:

Datos	=	Átomos
Mundo virtual		Mundo material

Tensionando esta asociación de ideas, la ciencia de los datos debiera ser la química del mundo virtual. Las ciencias de la información y el conocimiento trabajan con este material, pero a diferentes niveles de agrupamiento y abstracción.

## DATOS CIENTÍFICOS Y DE INVESTIGACIÓN

La noción de datos de investigación, bajo los términos de experiencia, hechos, observación, evidencia, etc. tiene una larga historia.

“Observación” en su sentido científico ya se menciona por Aristóteles; Bacon argumenta su relevancia para la investigación; y la conciencia de las sutilezas de sus conexiones con el conocimiento se remontan a los comienzos del siglo XX. Sin embargo, es solo al despuntar el siglo XXI que los datos comienzan a ser pensados como motor de la ciencia (Figura 2). El Premio Turing Jim Gray escribía en 2007:

“Originalmente, solo había ciencia experimental, y luego hubo ciencia teórica, con las leyes de Kepler, las leyes del movimiento de Newton, las ecuaciones de Maxwell, y así sucesivamente. Entonces, para muchos problemas, los modelos teóricos crecieron de manera demasiado complicada para ser resueltos analíticamente, y la gente tuvo que comenzar hacer simulaciones. Estas simulaciones nos han acompañado a través de gran parte de la última mitad del milenio anterior. Hoy día, estas simulaciones están generando muchos datos, junto con un tremendo incremento en datos de las ciencias experimentales. [...] El mundo de las ciencias ha cambiado, y no hay duda acerca de ello. Las técnicas y tecnologías para esta ciencia intensiva en datos son tan diferentes de la ciencia computacional que vale la pena distinguirla como un nuevo paradigma de exploración científica” (Gray, 2007).

Este cambio empujado por las fuerzas materiales de la sociedad está produciendo fuertes cambios sociales, en particular está dando un valor prominente a los datos. El argumento funciona como sigue.

Desde la revolución industrial ha habido conciencia del creciente rol de la ciencia en la economía, pero es solo recientemente que la ciencia ha comenzado a jugar un rol central en ella, como lo reconoce la OCDE:

“El término ‘economía basada en el conocimiento’ resulta de un pleno reconocimiento del rol del conocimiento y la tecnología en el crecimiento económico. El conocimiento encarnado en los seres humanos (como ‘capital humano’) y en la tecnología, ha sido siempre



**FIGURA 2.**

LOS DATOS CONFORMAN HOY CASI UNA RÉPLICA DEL MUNDO MATERIAL Y DE ESA MANERA TRANSFORMAN EL MODO DE HACER CIENCIA.

central para el desarrollo económico. Pero solo en los últimos pocos años se ha reconocido su importancia relativa, justo cuando esa importancia está creciendo. Las economías de la OCDE son hoy más fuertemente dependientes de la producción, distribución y uso del conocimiento que nunca antes” (OCDE, 1996).

De esta afirmación y de la premisa establecida por Jim Gray (“la ciencia hoy está fuertemente basada en los datos”), se sigue la conclusión: *los datos son la nueva materia prima del nuevo proceso de producción*. Una versión algo más alegórica de esta conclusión es: “Los datos son el nuevo petróleo” (*data is the new oil*) (Figura 3).

A medida que los datos juegan un rol central en la economía, su proceso de producción comienza a caer bajo la presión por la eficiencia. La división del trabajo comienza a afectar su ciclo –captura, curatoría, análisis, visualización– que tradicionalmente era hecho por la misma persona o equipo (Tycho Brahe / Copérnico son más bien una excepción). Los científicos y sus colaboradores diseñan el experimento o el proceso de recolección de datos (Von Humboldt, Darwin, Mendel, Pasteur, etc.). En particular, hoy hay una tendencia creciente a separar los usos y la producción/recolección de datos. De esta manera, los datos comienzan a adquirir cierto grado de autonomía.



**FIGURA 3.** LOS DATOS SON EL NUEVO PETRÓLEO. PERO, ¿TIENES TÚ LOS RECURSOS PARA REFINARLOS? (FUENTE: [HTTPS://SUCCESSFLOW.CO.UK](https://successflow.co.uk)).

Otra faceta relevante de los datos científicos es el viejo, pero actual debate, sobre el estatus epistémico de la observación versus la experimentación. La primera, un proceso donde el observador actúa sin tocar, sin alterar, sin preguntar, a su objeto de estudio. El segundo es un producto directo de la manipulación del objeto para extraer lo que sea necesario. James Bogen presenta un elocuente ejemplo: “Mirar un fruto en una vid y contemplar su color y forma sería observarlo. Extraer su jugo y aplicarle reactivos para probar la presencia de compuestos de cobre sería hacer un experimento” (Bogen, 2017). La diferencia, si hubiera una absoluta, es sutil. Uno puede establecer una contraparte en términos computacionales como la pregunta: ¿Datos estáticos o dinámicos? ¿Datos a granel o APIs? La discusión es relevante no solo para cómo recolectar o producir datos, sino sobre todo, para determinar cómo almacenarlos y cómo entregarlos a los usuarios finales.

Hoy podemos “exponer” datos vivos, “observaciones”, en la forma de APIs a través de cámaras, sensores, etc. Estas fuentes están convirtiéndose en fuentes muy relevantes de datos. Hay un interés creciente en tecnologías diseñadas para procesar esos datos en vivo, “online”, esto es, como *streams* de datos. Hay ya muchos ejemplos de uso masivo, como valor de cambio de monedas, canales meteorológicos, noticias en vivo, etc.

Por último, queremos llamar la atención a las borrosas diferencias entre datos “científicos” y “comunes”. Los datos vienen de diversas fuentes y en muchas formas. Hablamos de datos científicos para referirnos a aquellos recolectados sistemáticamente en el marco de una investigación científica. Hoy hay muchas empresas y organizaciones de datos, fuera de lo que uno podría considerar proyectos o instituciones “científicas”, particularmente en el ámbito social (que están entre los datos más populares, valiosos y... sucios). Tweets, identidades y comportamiento de usuarios en redes sociales, huellas sociales de muchos tipos, imágenes y videos personales, etc., están entre los datos más valiosos. Cada día se hace más difícil trazar una clara línea divisoria entre datos científicos y el “resto”. Al final, todos los datos son recolectados con algún propósito (nadie ocuparía tiempo, energía o recursos para recolectar datos que no tendrían algún, aunque sea difuso o lejano, objetivo).

## EL CARÁCTER SOCIAL DE LOS DATOS

Hemos aprendido que los datos están en todas partes; que los datos son relevantes; que tienen valor. No es sorprendente, entonces, que agencias internacionales, gobiernos, comunidades y em-

presas estén concibiendo formas de acercarse a, hacerse o simplemente tomar ventaja de, este nuevo bien.

Como vimos, los datos son un recurso esencial para el desarrollo del conocimiento científico, y como tal, relevante para la comprensión de nosotros como humanos, para el desarrollo de nuestras sociedades, y para la satisfacción de necesidades y deseos personales. Por otra parte, como el “nuevo petróleo”, esto es, como un bien económico, los datos están bajo las tensiones de las categorías de la economía y del poder.

Pero los datos tienen características muy propias. Un enfoque ingenuo sería tratarlos de manera similar a como se concibe el conocimiento, que concebido como bien, tiene diferencias notables con los bienes materiales tradicionales: es no-excluyente y no-sustraible. El entonces economista jefe del Banco Mundial, Joseph Stiglitz lo caracterizaba así al despuntar el siglo XXI:

*“Un bien público tiene dos propiedades críticas, consumo no-competitivo (el consumo de un individuo no quita el de otro) y no-exclusivo (es difícil, si no imposible excluir a un individuo de gozar el bien). El conocimiento es un bien público que requiere soporte a nivel global (Stiglitz, 1998).*

Si cambiamos “conocimiento” por datos obtenemos un programa para los datos como bien público. Es en efecto, el programa de muchos gobiernos y agencias internacionales. Por ejemplo, el foco del Banco Mundial es hacer los datos accesibles a particulares para “permitir a los hacedores de políticas y grupos de defensa o presión tomar decisiones bien informadas y medir mejoras con más precisión” (Banco Mundial, 2010).

Basado en lineamientos similares, la OCDE define su programa para acceso abierto, definido en sus *Principios de acceso a datos de investigación* como sigue: “Apertura significa acceso en términos iguales para la comunidad internacional de investigación al menor costo posible, preferiblemente a no más que el costo marginal de diseminación. Acceso abierto a datos de investigación usando

fondos públicos debiera ser fácil, oportuno, amigable, y preferiblemente basado en Internet” (OCDE, 2007). En estos principios están basadas la ola de políticas de transparencia e interoperabilidad para los gobiernos tan populares estos días.

Un buen ejemplo de estas iniciativas en el área científica es la política de datos abiertos de la *National Science Foundation* del Gobierno norteamericano. Ella establece que las agencias deben fomentar la apertura “en los niveles permitidos por la ley y sujeto a la privacidad, confidencialidad, seguridad y otras restricciones válidas”. Definen datos abiertos como “datos públicos estructurados en una forma que sean totalmente accesibles y usables”. Y argumentan su importancia pues “los datos que son abiertos, disponibles y accesibles ayudarán a incentivar la innovación e informar cómo las agencias debieran conducir sus programas para servir mejor las necesidades públicas”. Establecen siete principios de consistencia para apertura de datos: que sean públicos, accesibles, describibles, reusables, completos, oportunos y administrados después de publicados.

Todas esas iniciativas de apertura de organizaciones de poder fueron motivadas e impulsadas por la presión de diversas comunidades conocidas como movimiento de datos abiertos (*open data*). Su noción de datos abiertos está tomada esencialmente del mundo de las comunidades de “*open source*” y “*open access*”. La “traducción” de esas nociones en el mundo de los datos conlleva los mismos temas y desafíos (no más, no menos) que en esos campos. El *Open Data Handbook* lo define así: “Datos abiertos son datos que pueden ser libremente usados, reusados y redistribuidos por cualquiera, sujetos solo, a lo más, a los requerimientos de atribución y compartir. Como podemos ver, hay aquí una concepción más amplia que la del Banco Mundial, la OCDE y las agencias internacionales y de gobiernos, cuyas agendas de apertura de datos están gatilladas por preocupaciones económicas.

## CONSIDERACIONES FINALES: MÁS ALLÁ DEL ACCESO

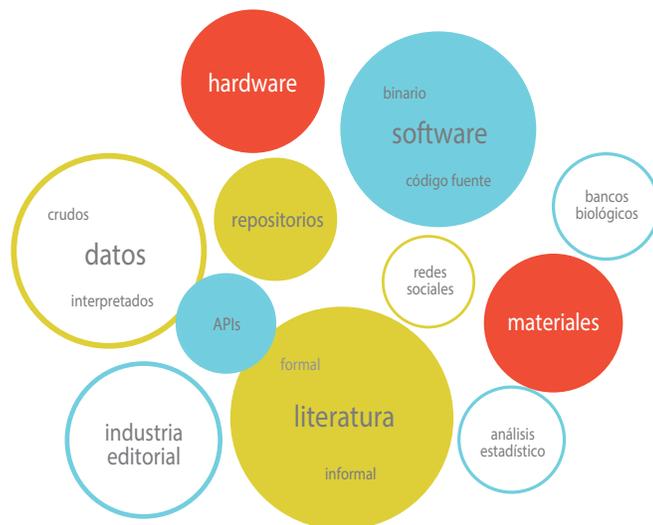
A pesar de los avances sociales que estas políticas para datos han traído, aún quedan asuntos muy importantes por definirse.

La mayoría de los enfoques usados para abordar la noción de “datos abiertos”, asocian implícitamente “datos” con conocimiento e información. Y ciertamente, una de las mayores amenazas para estas últimas es efectivamente el “cercado” (*enclosure*) de ellas (en la forma de patentes y copyrights). Nótese que un supuesto clave de este argumento es que el “bien” bajo amenaza de cercado es algo que está listo para ser consumido. Luego, el objetivo último sería el acceso a ese bien, que permitiría que cualquiera lo consuma. Esa premisa vale para datos simples, como planillas de cálculo y listas, cuyo mejor ejemplo son muchos datos de transparencia gubernamental. Pero esto no vale para la mayoría de los datos hoy, y en particular para lo que se llama

usualmente *big data*. El acceso en este caso es solamente un primer paso en el ciclo de datos que incluye recolección, curatoría, análisis, y visualización. Los recursos y tecnología necesarios para almacenar y curar esos datos, para analizarlos, y finalmente visualizarlos o usarlos, son gigantescos, usualmente fuera del alcance de la persona u organización común. Los datos no existen aisladamente, realmente los datos forman un ecosistema (**Figura 4**). El desafío de la escala muestra las limitaciones del enfoque centrado solo en el acceso.

Es aquí que el marco conceptual de los *comunes* (*commons*) viene al rescate. Como Charlotte Hess y Elinor Ostrom afirman,

“Las preguntas esenciales de cualquier análisis de comunes son inevitablemente sobre equidad, eficiencia y sustentabilidad. La equidad refiere a asuntos de apropiación justa o igual, y contribución a, el mantenimiento de un recurso. La eficiencia habla de la producción, gestión y uso óptimo de los recursos. La sustentabilidad mira los resultados sobre el largo plazo” (Hess & Ostrom, 2006).



**FIGURA 4.**

ECOSISTEMA DE DATOS: NO SOLO INVOLUCRA DATOS, SINO EL SOFTWARE Y EL HARDWARE NECESARIOS PARA PROCESARLOS, Y UN CONJUNTO DIVERSO DE BIENES (IMAGEN DE PUNEET KISHOR).

Debido a los enormes tamaños y complejidad de los datos, pensar acerca de los datos como comunes implica incluir el ciclo completo de los datos como un común. Los datos son un recurso compartido (y producido) por grupos de personas. En su faceta intangible, es un bien claramente no-exclusivo y no-competitivo, muy similar al conocimiento: compartirlo no significa casi ningún esfuerzo; consumirlo no sustrae de esa posibilidad a otros. El problema aparece cuando una considera su faceta material. Y aquí surgen todos los problemas de un bien material, y es donde la teoría de los comunes aparece en todo su potencial: cómo resolver los problemas de cercado, polución, degradación, y no sustentabilidad de un bien común.

Los datos llegaron a nuestras sociedades para quedarse. Ya vimos que los datos son el nuevo petróleo. La alegoría puede extenderse para incluir la historia del petróleo sobre la tierra y lo



Imagen de Tim Berners-Lee (modificada).

que ella nos enseña: los posibles conflictos que la apropiación de este nuevo recurso puede traer. Dependerá de nosotros, humanos, definir qué queremos de este nuevo petróleo y cómo podemos usarlo para mejorar nuestras vidas y nuestras sociedades.

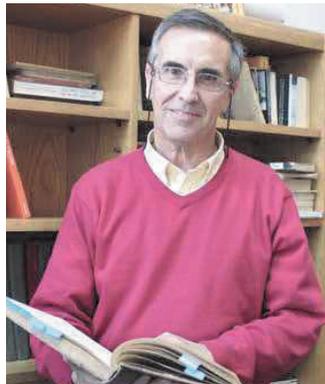
La discusión que debiéramos abrir hoy es cómo nos gustaría gestionar y gobernar este nuevo bien, incluido el cómo generarlo, accederlo, almacenarlo, curarlo, procesarlo, analizarlo y entregarlo. Los comunes ofrecen intuiciones muy adecuadas para abordar estos temas. ■

## REFERENCIAS

- [1] F. Bacon, *The New Organon*. Edit. L. Jardine, M. Silverthorne. Cambridge Univ. Press, 2000.
- [2] Banco Mundial. World Bank Open Data Initiative. World Bank, 4/30/2010. [data.worldbank.org](http://data.worldbank.org)
- [3] J. Bogen. Theory and Observation in Science (Version Mar 28, 2017). (In Stanford Encyclopedia of Philosophy). <https://plato.stanford.edu/entries/science-theory-observation/>
- [4] L. Floridi. Semantic Conceptions of Information SEP (Version Jan 7, 2015) <https://plato.stanford.edu/entries/information-semantic/>
- [5] C. C. Gibson, E. Ostrom, T. K. Ahm. The concept of scale and the human dimensions of global change: a survey. *Ecological Economics*, 32 (2000), 217-239.
- [6] J. Gray. Jim Gray on eScience: A Transformed Scientific Method. (Basado en una transcripción de una charla dada por Jim Gray al NRC-CSTB1 en Mountain View, California, el 11 de enero de 2007). En: T. Hey, S. Tansley, K. Tolle. *The Fourth Paradigm. Data-Intensive Scientific Discovery*. Microsoft Research, 2009.
- [7] Ch. Hess, E. Ostrom (Ed.) *Understanding Knowledge as a Commons From Theory to Practice*. MIT Press 2006.
- [8] National Science Foundation. Open Data at NSF. <https://www.nsf.gov/data/>
- [9] OECD. La economía basada en el conocimiento. (The Knowledge-based economy.) OECD, París 1996.
- [10] OECD. OECD Principles and Guidelines for Access to Research Data from Public Funding, 2007.
- [11] Open Data Foundation. What is Open Data? Open Data Handbook. <http://opendatahandbook.org/guide/en/what-is-open-data/>
- [12] J. Ortega y Gasset. La misión del bibliotecario. (1935). Edición digital, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México, 2005.
- [13] J. Pearl, R. Dechter. Learning Structure From Data: A Survey. *Proc. COLT'89*, pp. 230-244.
- [14] D. Rosenberg. *Data Before the Fact*. American Historical Association, 2012.
- [15] J. Stiglitz, Knowledge as a Global Public Good. In: *Global Public Goods: International Cooperation in the 21st Century*, 1998.
- [16] Ch. Zins. Conceptual approaches for defining data, information, and knowledge. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 58, 2007. pp. 479-493.

# MUJERES EN LOS ORÍGENES Y PRIMEROS AÑOS DE LA COMPUTACIÓN EN CHILE





## JUAN ÁLVAREZ RUBIO

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)

En artículos anteriores se presentó la evolución de la computación en Chile poniendo énfasis en la tecnología y las aplicaciones. Este trabajo consigna la presencia de la mujer en los orígenes y los primeros años de la computación nacional. Metodológicamente se ha utilizado prioritariamente la fuente fotográfica como evidencia del trabajo de la mujer, tanto en la etapa inicial de procesamiento automatizado de datos entre los años treinta y cincuenta, como en los primeros años de la computación entre los años sesenta y ochenta.

## LA MUJER EN EL PROCESAMIENTO AUTOMATIZADO DE DATOS

El Censo nacional de población de 1930 se constituyó en la primera aplicación de las máquinas Hollerith que procesaban información perforada en tarjetas. La mujer tuvo una participación protagónica, encargándose de la traducción de las cédulas censales en perforaciones en tarjetas utilizando máquinas muy rudimentarias que requerían un trabajo cuidadoso y de mucho esfuerzo y dedicación (Figura 1).

Posteriormente, otros servicios del Estado y otras empresas utilizaron máquinas perforadoras y procesadoras de tarjetas más sofisticadas. La mujer, además de su labor como perforista de tarjetas, se encargó de operar las máquinas clasificadoras y tabuladoras. Estos equipos (UR o Unit Record) requerían “programar” tableros (con cables y conexiones) para controlar la selección de los datos y la realización de las operaciones aritméticas y de clasificación. Resulta particularmente destacable la importancia que dieron en las portadas de sus revistas institucionales, tanto la Compañía de Acero del Pacífico de Huachipato (Figura 2), como el mineral El Teniente de Sewell (Figura 3) al rol de la mujer en el uso de esta tecnología.



**FIGURA 1.**  
PERFORISTAS DE TARJETAS DEL CENSO DE 1930.



**FIGURA 2.**  
PERFORISTA INDUSTRIA CAP (1955).

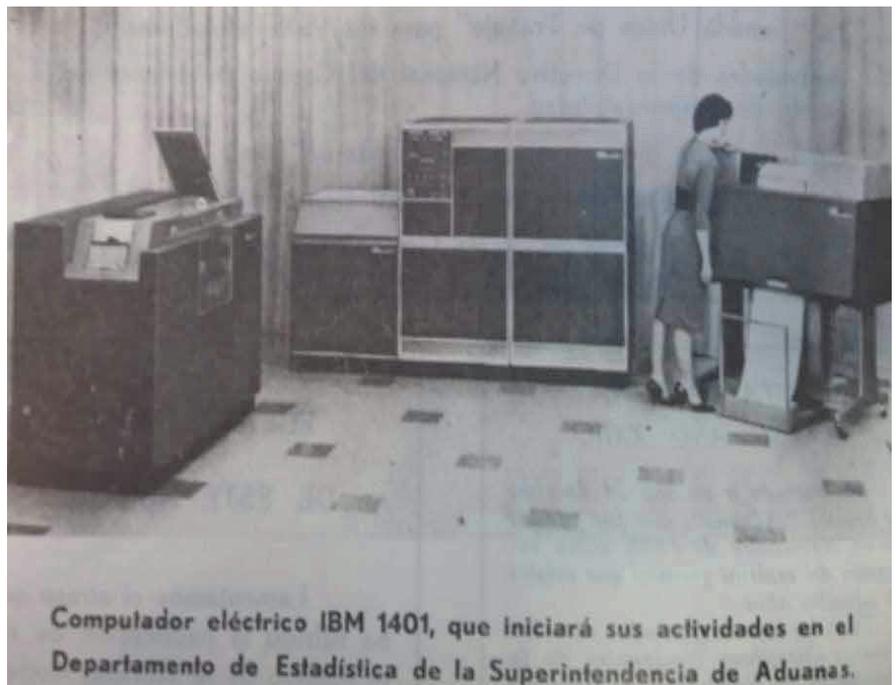


**FIGURA 3.**  
"PROGRAMADORA" DE TABLEROS DE  
MÁQUINAS UR, EL TENIENTE, 1962.

## LA MUJER EN LOS PRIMEROS COMPUTADORES

En diciembre de 1961 se instaló un computador IBM-1401 en la Aduana de Valparaíso, el primero en un servicio del Estado. En todos estos servicios hay evidencia de la presencia de la mujer en la operación, tanto de la consola del procesador central, como en los equipos periféricos: lectora y perforadora de tarjetas, impresora (Figura 4) y unidades de cintas magnéticas (Figura 5).

En junio de 1962 se instaló el primer computador en una universidad. La Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile adquirió el computador



Computador eléctrico IBM 1401, que iniciará sus actividades en el Departamento de Estadística de la Superintendencia de Aduanas.

**FIGURA 4.**  
OPERADORA COMPUTADOR IBM-1401, ADUANA VALPARAÍSO, 1962.



**FIGURA 5.**  
OPERADORA COMPUTADOR IBM-1401, FERROCARRILES DEL ESTADO, 1964.

ER-56 fabricado por la empresa alemana Standard Elektrik Lorenz. Varias mujeres trabajaron como operadoras del "Lorenzo" (**Figura 6**) y en 1963 el Centro de Computación contrató a Adriana Kardonsky (**Figura 7**) como programadora. Adriana destacó especialmente por la coprogramación del sistema de recuento de votos de la elección municipal de abril de 1963 y por la coautoría del texto "Curso de Computación y Cálculo Numérico" en 1966.

## LA MUJER Y LA PRUEBA DE APTITUD ACADÉMICA

En 1966, se eliminó el bachillerato como mecanismo de selección a las universidades debido a los diversos problemas que presentaba. En su



**FIGURA 6.**  
OPERADORAS COMPUTADOR ER-56, U. DE CHILE, 1962.



**FIGURA 7.**  
ADRIANA KARDONSKY, PROGRAMADORA  
COMPUTADOR ER-56, U. DE CHILE, 1963.



**FIGURA 8.**  
ERIKA GRASSAU, DIRECTORA IIE,  
U. DE CHILE, 1966.

lugar, el Instituto de Investigaciones Estadísticas (IIE) de la Universidad de Chile, dirigido por Erika Grassau (**Figura 8**), diseñó la Prueba de Aptitud Académica (PAA). Para el procesamiento automatizado de las pruebas, Telu Segure viajó a Estados Unidos a capacitarse en el computador Univac que adquirió el IIE. En el diseño, programación y operación del sistema computacional participaron principalmente mujeres (**Figura 9**). La prueba se aplicó por primera vez en enero de 1967 a 30 mil postulantes y su éxito constituyó una de las primeras aplicaciones computacionales de amplia difusión y que concitó la confianza pública.

## LA MUJER EN LA EMPRESA ESTATAL DE COMPUTACIÓN

En septiembre de 1968 se creó la Empresa de Servicio de Computación (EMCO). Inicialmente



**FIGURA 9.**  
OPERADORA COMPUTADOR UNIVAC  
PARA PAA, 1967.

adquirió un computador IBM-360, el más grande en Chile y Latinoamérica. Entre el personal hubo numerosas mujeres, destacándose especialmente Noelia Vial en su cargo de Jefa de Operaciones (**Figura 10**). En 1970 la empresa pasó a llamarse Empresa Nacional de Computación e Informática (ECOM) cuya gerencia general fue asumida en 1985 por la ingeniera María Teresa Rosende (**Figura 11**).

## LA MUJER EN LAS ORGANIZACIONES PROFESIONALES Y CIENTÍFICAS

En los años ochenta se fundaron organizaciones profesionales y científicas. A partir de 1982, en el Colegio de Ingenieros de Ejecución se asociaron mujeres y hombres egresados de las primeras carreras de Ingeniería del área. Considerando el contexto político y social, las ingenieras de ejecución participaron activamente en la defensa



**FIGURA 10.**  
NOELIA VIAL, JEFA DE OPERACIONES  
EMCO, 1969.

de la carrera, de las empresas del Estado, de los derechos humanos y trabajaron incansablemente por la recuperación de la democracia en el país. En ese contexto Marcela Morales (1989) (**Figura 12**), Gladys Araya (1991) y Julia Vergara (1993) fueron elegidas presidentas nacionales de las especialidades de computación e informática.

Por otra parte, académicos universitarios fundaron en 1984 la Sociedad Chilena de Ciencia de la Computación (SCCC). Gradualmente se incorporaron mujeres y Marcela Varas de la Universidad de Concepción (**Figura 13**) formó parte de la Directiva de la Sociedad entre los años 1996 y 2001.



**FIGURA 11.**  
MARÍA TERESA ROSENDE,  
GERENTA GENERAL ECOM, 1985.



**FIGURA 12.**  
MARCELA MORALES, PRESIDENTA  
INGENIEROS DE EJECUCIÓN, 1989.



**FIGURA 13.**  
MARCELA VARAS, DIRECTIVA DE LA SCCC  
1996-2001.

## LAS PRIMERAS GRADUADAS UNIVERSITARIAS

Finalizamos este recuento consignando a las primeras tituladas de carreras universitarias de las áreas de computación e informática. Se incluyen también las primeras postgraduadas en ciencia de la computación en Chile y el extranjero (**Tabla 1**). ■

Nombre	Carrera	Año	Universidad
Temis Rohland	Programación	1973	U. de Concepción
Ventura Torres	Ingeniería Ejecución	1976	U. de Chile
Carmen Palominos	Ingeniería Ejecución	1976	U. de Chile
Claudia Silva	Ingeniería Civil	1985	U. de Concepción
Loreto Telgie	Ingeniería Civil	1985	U. de Concepción
Nancy Hitschfeld	Magíster	1987	U. de Chile
Nancy Hitschfeld	Doctorado	1993	ETH, Suiza

**TABLA 1.**  
PRIMERAS TITULADAS Y POSTGRADUADAS EN COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA.

## AGRADECIMIENTOS

VARIAS PERSONAS E INSTITUCIONES CONTRIBUYERON PARA CONSTRUIR ESTA VISIÓN PANORÁMICA DE LA PRESENCIA DE LA MUJER EN LA COMPUTACIÓN CHILENA. LA BIBLIOTECARIA JIMENA ROSENKRANZ, Y EL PERSONAL DE LAS SECCIONES HEMEROTECA Y PERIÓDICOS DE LA BIBLIOTECA NACIONAL. GEORGINA TRINCADO Y RICARDO RODRÍGUEZ DEL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. MARCELA VARAS, YUSSEF FARRÁN Y JOSÉ DURÁN DE LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN. ANGÉLICA AGUIRRE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE. MARÍA LEONOR VARAS, JOSÉ VERA Y ANGELA BOCCHIERI DEL DEMRE.

# MUJERES EN COMPUTACIÓN: DESAFÍOS PERMANENTES PARA LA PARTICIPACIÓN Y VISIBILIZACIÓN



**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. **Líneas de investigación:** Modelamiento Geométrico (generación de discretizaciones espaciales en 2 y 3 dimensiones), Visualización, Paralelización de Algoritmos sobre GPUs, enseñanza de computación a niñas y niños, estrategias para atraer mujeres a Ingeniería y Ciencias.

nancy@dcc.uchile.cl



**CECILIA**SOTOMAYOR

Socióloga, Pontificia Universidad Católica de Chile; Magíster en Antropología de la Universidad Academia de Humanismo Cristiano. **Líneas de investigación:** educación, género e igualdad de oportunidades, aseguramiento de la calidad en programas de postgrado. Además trabaja en la Escuela de Postgrado de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

cecilia.sotomayor@u.uchile.cl

Tal como se aprecia en la **Tabla N°1** en los últimos años en Chile, la matrícula femenina en postgrado ha aumentado de forma sostenida [1].

Al analizar estos antecedentes nos preguntamos, ¿es alentador el aumento en la participación de las mujeres? ¿Disponen de igualdad de oportunidades? Si bien el aumento porcentual en la matrícula de postgrado es un aspecto favorable, sigue siendo un desafío incrementarla aún más.

Por otra parte, la participación es favorable considerando que a través de la historia las mujeres han debido superar todo tipo de barreras para ser parte de la historia de la ciencia. El área de la computación no ha estado ajena a este problema.

Los primeros desafíos se relacionan con reconocer en ellas su interés por la ciencia, posteriormente el ingreso a las instituciones de edu-

Matrícula	Hombres	Mujeres
2005	1.282 (79.2%)	335 (20.7%)
2014	4.680 (74.5%)	1.596 (25.4%)
Variación	3.398 (-4.7%)	1.261 (+4.7%)

**TABLA 1.**  
PROGRESIÓN EN LA MATRÍCULA DE POSTGRADO EN CHILE 2005-2014.  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE INFORMACIÓN DISPONIBLE EN WWW.CNED.CL.





cación superior, luego afrontar estereotipos de género, la validación de sus aportes a través de reconocimientos tales como premios internacionales, y más recientemente la igualdad de condiciones para compatibilizar la vida académica con los proyectos personales, en particular, la maternidad.

Revisemos algunos antecedentes que describen el contexto en que se han desarrollado las brechas de género a través de la historia (estos antecedentes han sido extraídos del artículo [2]). Un primer antecedente es que la primera enciclopedia sobre mujeres en disciplinas científicas fue publicada por Jérone de Lalandel's en el libro "Astronomie des dames" en el año 1786, época en que los intelectuales europeos estaban comenzando a interesarse en justicia social y equidad. Del mismo modo, en 1830, en un libro sobre historia de las mujeres en disciplinas médicas, Christian Friedrich Harless teorizaba que los hombres estaban destinados a la ciencia para descubrir las leyes de la naturaleza y las mujeres estaban buscando expresiones de amor en el mundo natural.

Solo a fines del siglo XIX, en el primer libro detallado sobre los aportes de las mujeres en ciencia, John A. Zahm afirmaba que, contrario al pensamiento popular de la época, las mujeres

no estaban limitadas a participar en la vida universitaria por su biología, sino por el acceso a la educación. No obstante este reconocimiento, ocurría que en los libros que presentaban a grandes científicos, solo se incluían biografías de mujeres en donde no había hombres haciendo un aporte específico, por tanto las mujeres quedaban relegadas a los espacios vacíos [2].

## ACCESO A LA UNIVERSIDAD EN EL MUNDO: HABITAR LOS VACÍOS

A lo largo de la historia las mujeres han generado alternativas de formación cuando se les negaba la posibilidad de asistir regularmente a la universidad. Primero durante la Edad Media ese espacio se desarrolló al interior de los conventos. Durante el Renacimiento surgieron nuevas oportunidades para las mujeres intelectuales, pero siempre en un rol secundario debido a su restringido status social. Recién a comienzos del siglo XIX, se les permitió el acceso a la universidad, pero solo como oyentes, sin la posibilidad de obtener el grado académico. Es

así como mujeres que habían estudiado en las universidades de Oxford y Cambridge, se les negaba el grado académico, debido a su sexo. De este modo, se inició un movimiento migratorio hacia países que sí reconocían y otorgaban grados. Este reconocimiento se inició en 1833 en Estados Unidos, más tarde en Suiza en el año 1867, Francia 1881, Argentina 1905, en 1908 en Alemania, 1937 en Irán y 1945 en Japón, por nombrar algunos países. Las mujeres que buscaban un grado académico, iban a estudiar a estos países [2].

## SITUACIÓN EN CHILE DE LAS MUJERES EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Después de arduas discusiones, recién en 1877 se autorizó el acceso de las mujeres a la universidad y las razones fueron: "La conveniencia de estimular en las mujeres la dedicación al estudio continuado; la arraigada creencia de que las mujeres poseían ventajas naturales para ejercer algunos oficios relacionados con la asistencia a otras personas; y la importancia de proporcionar los



*instrumentos para que algunas mujeres, que no contaban con el auxilio de su familia, tuvieran la posibilidad de generar su propio sustento" [3]. En ese entonces, entre las profesiones científicas consideradas adecuadas estaban abogada, maestra y médico, pues estaban relacionadas al cuidado de las personas, pero "nunca podrían ser cirujanos, flebotomistas, ni ingenieros" [3]. Reconocemos en estas declaraciones que en todo momento se presentan barreras hacia las mujeres, en este caso es evidente el sesgo con respecto a qué profesiones son propias para las mujeres y cuáles no.*

El crecimiento de la matrícula de mujeres a la universidad fue muy lento. La Pontificia Universidad Católica, creada en 1888, recién el año 1920 analizó la posibilidad de permitir el ingreso a mujeres, aprobando desde allí su participación en cursos, pero no fue hasta 1932 que les dio

acceso a todas las carreras [4]. La Universidad de Concepción, creada en 1919, admitió el ingreso de mujeres desde su inicio. En tanto en la Universidad de Chile hasta el año 1927, se habían titulado 1.437 mujeres, de ellas 644 eran profesoras de estado en el Instituto Pedagógico, 133 del Instituto de Educación Física, 476 farmacéuticas, 115 dentistas, 49 médicos, 18 abogados, 1 arquitecto y 1 ingeniero [6].

En 1927, las mujeres inscritas en escuelas universitarias (no incluye la Universidad de Concepción por falta de datos) eran aproximadamente un 25% (828 mujeres y 2.507 hombres). Sólo en el Instituto Pedagógico, en el de Educación Física y en la Escuela de Farmacia había un porcentaje mayor de mujeres que hombres. En el otro extremo estaban el Instituto Agronómico con 69 hombres y ninguna mujer (había una única mujer titulada el año 1922),

y en la Escuela de Ingeniería 1 mujer y 167 hombres. Entre 1910 y 1960 se titularon 8.377 mujeres en la Universidad de Chile y 440 en la Pontificia Universidad Católica [5].

En 1853 se imparten las primeras carreras de ingeniería en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile: ingeniero geógrafo, ingeniero de minas e ingeniero de puentes y caminos. Entre 1877 y 1927, se tituló como ingeniero una mujer: Justicia Espada Acuña, en 1919 (**Imagen 1**). Se convirtió de este modo en la primera mujer ingeniero en Chile y en Sudamérica. A fines de 1927, preparaba su examen final Rosa Jaque Barra, única alumna de la Escuela de Ingeniería en esa época [6].

Entre 1910 y 1960, se habían titulado 10 mujeres como ingenieros en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile: 2 ingenieros civiles de



**IMAGEN 1.**  
JUSTICIA ESPADA ACUÑA.

minas, 5 ingenieros químicos, 1 ingeniero electricista, 2 ingenieros civiles y 1 geóloga [5]. En la Universidad de Concepción, en tanto, la primera mujer que obtuvo el título de ingeniero químico fue Raquel Sepúlveda Ramos, en 1940, seguida de Irma Eskuche Decker en 1941. Antes del año 1960 se habían titulado 13 mujeres. Por último, la Universidad Federico Santa María gradúa su primera mujer ingeniero en 1964 y la Pontificia Universidad Católica en 1965.

En síntesis, el ingreso de mujeres a escuelas de ingeniería aumentó progresivamente, representando un 5% de la matrícula total, en los años sesenta; un 10% a fines de los setenta y un 20% a fines de 2010.

A partir de 2014, en parte por políticas afirmativas, y por otra por una mayor difusión enfocada a atraer mujeres a Ingeniería y Ciencias, tanto en

Chile como en el mundo, el porcentaje de mujeres que ingresan se halla en torno a un 30%. Del mismo modo, el porcentaje de mujeres que siguen un postgrado en el área de tecnología alcanzó en 2015 un 30% de participación de mujeres, tanto en programas de magíster como de doctorado (fuente: Conicyt). Cabe destacar que el porcentaje de estudiantes de postgrado es mayor al de las estudiantes de pregrado cuando ellas eran alumnas de pregrado, este aumento se debe a que una parte de la matrícula se compone de estudiantes extranjeras.

## MUJERES EN EL MUNDO DE LA COMPUTACIÓN: RECONOCIMIENTOS TARDÍOS

Recién en este siglo se ha reconocido públicamente el aporte y la contribución de las mujeres en el desarrollo de la computación. Algunas de las más emblemáticas: la primera es Ada Augusta Byron (Lady Lovelace), 1815-1852, matemática y escritora inglesa, autodidacta, diseñó el primer programa para calcular los números de Bernoulli en un computador analítico (Imagen 2). Ella se dió cuenta que a partir de datos conocidos se pueden generar otros repitiendo una serie de instrucciones. Es así como aparecen los primeros conceptos de lenguajes

de programación, diseño, y programa. Por esto es conocida como la primera programadora de la historia. Luego Grace Hopper (1906-1992), PhD in Mathematics, se le considera como la precursora de los lenguajes de programación que facilitan a las personas la tarea de programar. Participó activamente en el diseño, programación, estandarización y validación de compiladores COBOL, lenguaje que permitió llevar la programación al ámbito empresarial [7] (Imagen 3).

Posteriormente, en 1946 Kathleen McNulty, Frances Bilas, Betty Jean Jennings, Elizabeth Snyder, Ruth Lichterman y Marlyn Wescoff formaron el equipo inicial de programación de la máquina ENIAC (Imagen 4), dedicando largas jornadas de trabajo a la programación de esta computadora. En esa época se consideraba la programación como una tarea propia del género femenino, pues se estimaba que ellas eran más rigurosas y rápidas que los hombres para programar. Dado que no contaban con libros o manuales acerca de cómo hacerlo, desarrollaron sus propias técnicas de programación [7].

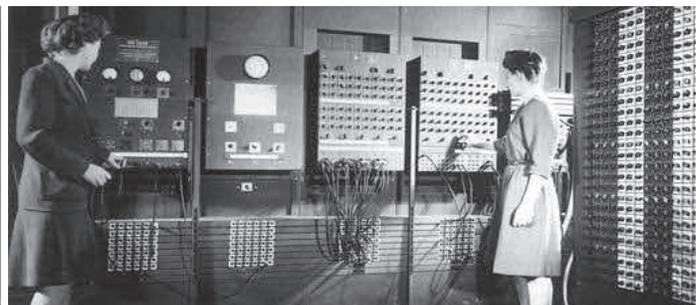
El Premio Turing Award, otorgado cada año por la ACM a partir del año 1966, es considerado el Premio Nobel en Ciencias de la Computación. Recién en 2006, 40 años después de su creación, este premio fue otorgado a una mujer: Frances Allen (1934), por sus aportes en compiladores, optimización de código y ejecución paralela automática. En 2008 lo obtuvo Barbara Liskov (1939), por sus aportes en lenguajes de programación y diseño de sistemas. Cabe destacar que es la primera mujer en obtener el grado de Doctor en Ciencias de la Computación en Estados



**IMAGEN 2.**  
ADA LOVELACE.



**IMAGEN 3.**  
GRACE HOPPER.



**IMAGEN 4.**  
BETTY JEAN JENNINGS Y FRANCES BILAS JUNTO AL ENIAC, EN 1946.

Unidos (1968). Ella señaló que una vez terminado su Bachelor en la Universidad de California, Berkeley (1961), postuló a Princeton y a Berkeley para continuar sus estudios. En Berkeley fue aceptada pero en la Universidad de Princeton respondieron a su postulación diciendo que las mujeres no estaban consideradas para ser admitidas, ni a nivel de pregrado ni de postgrado. Por último, en 2012 lo obtiene Shafie Goldwasser (1958), por sus aportes a la teoría de la computación y la criptografía.

En tanto en Chile, la visión de la computación por largo tiempo fue la de una prestación de servicios, ajena a la formación universitaria. Los primeros programas de Magíster en Ciencias de la Computación aparecieron durante los años setenta, las ingenierías civiles en los ochenta y los doctorados a fines de los años noventa. Estos programas, o carreras, eran en los años ochenta bastante atractivos para las mujeres, en comparación con las otras ingenierías, que en promedio contaban con un 10% de mujeres, mientras que en computación hasta el 20%. A fines del siglo XX y comienzos del siglo XXI bajó el interés en el mundo, por distintas razones y la cantidad de mujeres en computación disminuyó hasta casi un 5%. Actualmente, ha ido aumentando gradualmente, llegando a un 13% de participación, pero mucho más bajo del 30% de mujeres que hay estudiando en las escuelas de ingeniería.

## MUJERES EN LA ACADEMIA: FEMINIZACIÓN DEL ESPACIO

No es extraño entonces encontrar un porcentaje bajo de mujeres en la academia en las escuelas de ingeniería y ciencias tanto en Chile como en el mundo, pero no solo por la menor proporción de mujeres que estudian estas carreras, sino también por las dificultades particulares que



enfrentan durante el desarrollo de la carrera académica. Un estudio realizado por Petra Rudolf [8] sobre la trayectoria de hombres y mujeres que siguen carreras científicas e ingenierías, primero como estudiantes y luego en la academia, en la comunidad europea durante los años 2002-2006, muestra que en cada una de las etapas es más probable que una mujer abandone sus estudios o trabajo antes que un hombre. La proporción de mujeres que estudian un bachelor es un 34%, un magíster (36%), doctorado (36%), y las que trabajan como profesoras asistentes (33%), profesoras asociadas (22%) y full professor (11%).

Las razones más comunes de abandono en la etapa de doctorado/postdoctorado es la falta de apoyo (*mentoring*) positivo para avanzar en la academia. En la etapa de profesora asistente y asociado, la conciliación entre familia y carrera es un tema importante, pero también aparece el aislamiento que es nombrado por mujeres solteras y sin hijos. A lo largo de la carrera académica, se muestra que las mujeres publican en promedio menos que los hombres, pero las que perseveran y permanecen en su trabajo, después de los 55 años alcanzan el mismo nivel de publicación de los hombres [8].

Actualmente, los académicos y académicas de la mayoría de las universidades chilenas tienen que realizar investigación, docencia y algo de administración dependiendo de la jerarquía en

que se encuentran, pero los aportes realizados en investigación (medidos a través de la cantidad de publicaciones de artículos en revistas internacionales indexadas y la obtención de proyectos de investigación como investigador responsable) es el indicador más importante usado actualmente para evaluar la carrera académica y el paso a las jerarquías superiores, sobre todo en los académicos y académicas más jóvenes. Conicyt ha sido pionero en considerar la maternidad en la evaluación del currículum de las investigadoras que postulan a proyectos Fondecyt. Reemplazando la evaluación solo de las publicaciones de los últimos cinco años, este número se incrementa en uno por cada hijo nacido en este período.

En nuestras universidades aún no se ha incluido de manera explícita en el reglamento de evaluación descontar, por ejemplo, el número de hijos de los años que son considerados para calcular la productividad promedio. En el caso de períodos de evaluación más cortos, considerar la maternidad queda a criterio de la comisión del momento. A menudo académicas, que no han publicado en ese período, han sido mal evaluadas y han tenido que apelar para lograr que se considere el período que estuvieron fuera. Esto pasaba a menudo en universidades de Estados Unidos, Canadá y Europa, pero últimamente políticas de afirmación positiva, que consideran la maternidad, se han aplicado para incorporar más mujeres a la academia y

en particular cuando postulan a subir de jerarquía. Más específicamente, el MIT, a igual currículum de postulantes a la academia, contrata mujeres, y, para subir de profesor asistente a asociado se le extiende el período en que se debe ascender un año por hijo. Con esta política ha aumentado el número de académicas de un 9% en 1999 a un 18% en 2011. En la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, las académicas eran un 13% el año 2012 y al 2017, con iniciativas afirmativas, alcanzan un 17%. En particular, en el Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile, las académicas representan un 24%.

## ESTEREOTIPOS DE GÉNERO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

Recientemente, entre mayo y julio de 2017, la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas realizó un estudio para describir y conocer los estereotipos de género asociados a las mujeres que estudian programas de doctorado. Si bien los resultados se circunscriben a esta comunidad, nos parece relevante difundirlos para mostrar el interés que existe en visibilizar la situación; del mismo modo quisiéramos iniciar un diálogo e intercambio con otras instituciones que entregue puntos de referencia para que el diálogo sea fructífero.

Las mujeres que se matriculan en estudios de doctorado en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (28,7% de un total de 272 estudiantes en 2017), han debido superar varios desafíos tanto personales como académicos. Conversar con ellas es descubrir cómo han construido una

“identidad científica”, en un país como Chile con alta presencia de estereotipos de género que sitúa a las mujeres en función de “ser para otros”, en lugar de un ser para sí, lo que se traduce en un rol asignado como reproductoras y cuidadoras. En efecto, el Comité para la Eliminación de la Discriminación contra la Mujer de Naciones Unidas, realizó en 2012 una recomendación para Chile que señalaba explícitamente la *“persistencia de estereotipos tradicionales en relación con las funciones y responsabilidades de las mujeres y los hombres en las familias y la sociedad, que refuerzan el papel tradicional de la mujer como madre y esposa, lo que sigue afectando a sus posibilidades educativas y profesionales”* [9].

En este contexto, seguir estudios de doctorado desafía los estereotipos porque es ante todo un proyecto personal, y por tanto exige a cambio altos costos económicos además de eludir o intentar no responder a las expectativas culturales y sociales que se tiene de ellas: ¿cuándo te vas a casar?, ¿vas a tener hijos?, ¿puedes comprar una casa? en definitiva ¿cómo compatibilizar la identidad científica con el mandato cultural femenino? Como señala Bonder [10], las ciencias naturales y exactas son a menudo percibidas como *“un campo de estudio difícil, complejo, objetivo y riguroso, que requiere mucha dedicación y racionalidad y, por tanto, serían más afines con las habilidades naturales adjudicadas a los varones, mientras a las disciplinas relacionadas con lo social, la comunicación, lo artístico, lo humanístico, no se les atribuye el mismo valor y se las asocia con intereses y aptitudes asociadas con las mujeres”*.

Los resultados de las entrevistas realizadas a las estudiantes indican que el principal objetivo que buscan en un programa doctoral es en apariencia sencillo: optan por éste para adquirir conocimientos científicos y desarrollar investigación. Además, de consolidar su carrera como académicas y obtener reconocimiento de sus pares.

No parece complejo, pero cuando se habla de pares no siempre es fácil determinar a quiénes nos referimos, ¿otras mujeres?, ¿hombres y mu-

jes por igual? Si optamos por esta última alternativa, lo primero es reconocer que tanto horizontal como verticalmente no están representados en la misma cantidad. En efecto, la matrícula en programas doctorales supera a la de mujeres, quienes optan en mayor medida por programas de perfeccionamiento de corta duración, que ofrecen mayor compatibilidad con el ciclo de mayor productividad laboral y el ciclo reproductivo.

Si este aspecto no se conversa abiertamente, es posible sustentar, basado en el desconocimiento, estereotipos de género, que si no se cuestionan, permanecen y son parte del ambiente intelectual de una comunidad académica. Uno de los aspectos en que esto se hace visible es en la postulación a pasantías o ciertos concursos académicos. Abiertamente las estudiantes señalan que en la revisión de los *papers* se notan estas diferencias, cuando el primer autor es mujer, se ha reconocido que los pares los leen en diagonal y que parten de una menor valoración del contenido y aporte. Otra entrevistada indica que cuando una mujer expone la audiencia intenta desacreditar lo que señala, en cambio cuando es un hombre se busca discutir los resultados. Una tercera entrevistada, que trabaja con su marido, ha observado que cuando presentan en seminarios casi siempre se atribuyen las ideas a él.

Surge entonces una autopercepción negativa de las mujeres hacia sí mismas, y consecuentemente la necesidad de validarse de modo permanente. Una de las entrevistadas lo plantea del siguiente modo: *“Este es un mundo aún mayoritariamente gobernado por hombres. He conversado con varias mujeres científicas al respecto y la mayoría sienten que tienen que validarse constantemente ante sus colegas masculinos. Esto es, que te vean como par, que reconozcan tu intelecto, aporte, trabajo. Por eso trabajan mucho, se abren camino, se arriesgan a ir más allá para demostrar que se la pueden básicamente y aún así, ni ellas mismas valoran los logros que han obtenido. Al final no solo uno intenta validarse ante los colegas, sino que también con uno misma, porque nos han hecho creer toda la vida que no podemos”*.

En definitiva, la vida académica se ha vuelto un espacio laboral relevante para muchas mujeres. De ahí la importancia de fortalecer la capacidad de agencia de las estudiantes, además de orientar y evitar sesgos de género. Del mismo modo, todo apunta a reconocer la necesidad de desarrollar una identidad científica, válida, reconocible y diversa.

Las trayectorias mencionadas nos muestran que los caminos para llegar a entusiasmarse con la ciencia y tecnología pueden ser muy distintos, pero algo común en ellos es no rendirse ante los obstáculos y las barreras de entrada, aceptar los desafíos, tener confianza en sí mismas y ser perseverantes.

## DESAFÍOS FUTUROS

Existen múltiples desafíos para que todas las mujeres que quieren desarrollar su talento y conocimientos en las ciencias, puedan superar

la actuales brechas. A continuación describimos algunas de ellas, tomando como referente el documento preparado por Conicyt[11]:

### EN EL ÁMBITO EDUCACIONAL Y FAMILIAR:

- Profundizar el trabajo que lleva a cabo el Ministerio de Educación en cuanto a revisar los textos para la enseñanza de las matemáticas, de modo tal de resguardar la educación no sexista de las ciencias.
- Trabajar de modo coordinado entre familias y comunidad escolar, para modificar los estereotipos culturales existentes que limitan las posibilidades de desarrollo científico de las mujeres desde la infancia.
- Visibilizar y difundir el trabajo de las mujeres en ciencia de la computación, para que las niñas y jóvenes interesadas en esta área enfrenten las barreras que se les presenten de modo propositivo y logren sus objetivos en el área.

### EN LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO:

- Una vez que ingresen a programas de postgrado, apoyar a las estudiantes a través de mentorías.

### EN LA ACADEMIA:

- Instalar prácticas laborales que reconozcan la incompatibilidad existente entre las exigencias profesionales y familiares en las fases críticas al inicio de la carrera académica. Por ejemplo: redefinir las estrategias de medición de las publicaciones de las mujeres durante el tiempo en que son madres. Del mismo modo, reconocer la participación de los hombres en la crianza. ■



## REFERENCIAS

[1] CNED 2017, estadísticas disponibles en [www.cned.cl](http://www.cned.cl). Consultado en agosto de 2017.

[2] Christina L. Hulbe, Weili Wang, Simon Ommanney. Women in glaciology, a historical perspective. *Journal of Glaciology*, Vol. 56, No. 200, 2010.

[3] E. Turenne. "Profesiones científicas para la mujer", Revista Chilena fundada por Miguel Luis Amunátegui, Diego Barros Arana. Tomo VII. Santiago. 1877.

[4] Mujeres y profesiones universitarias (1900-1955). Cronología. Memoria Chilena. Biblioteca Nacional. <http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-755.html>

[5] Felicitas Klimpen. La mujer Chilena: el aporte femenino al progreso de Chile 1910-1960. Editorial Andrés Bello 1962.

[6] Sara Guérin de Elgueta. Actividades Femeninas en Chile. 1887-1927.

[7] Las mujeres en la historia de la programación. Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán. 2016.

[8] Petra Rudolf. How to keep women (and men) in science? Zernike Institute for Advanced Materials, University of Groningen, The Netherlands. 2013 (<https://wet.kuleuven.be/wetenschapinbreedbeeld/Leuven.pdf>).

[9] Naciones Unidas, 2012, p.4.

[10] Bonder, G. (2015) Hacia la innovación de la Educación Científica y Tecnológica con Enfoque de Género. Cátedra Regional UNESCO Mujer, Ciencia y Tecnología en América Latina. UNESCO.

[11] Diagnóstico Equidad de Género en Ciencia, Tecnología e Innovación en Chile. Unidad de Estudios, Conicyt. Chile, 2017.

# RESEÑAS DE CUATRO CHILENAS CIENTÍFICAS DE LA COMPUTACIÓN

A PESAR DE CONFORMAR UN GRUPO REDUCIDO, LAS ACADÉMICAS DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN DEL PAÍS HAN TENIDO UN ROL FUNDAMENTAL EN LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA DISCIPLINA EN CHILE Y EN EL PROCESO DE ATRACCIÓN DE MÁS MUJERES A LOS PROGRAMAS DE PREGRADO Y POSTGRADO RELACIONADOS CON EL ÁREA. PARA CONOCER MEJOR DEL DESARROLLO DE TALES ACADÉMICAS, PRESENTAMOS A CONTINUACIÓN RESEÑAS DE LA VIDA Y OBRA DE CUATRO CONNOTADAS INVESTIGADORAS DE LA CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN RADICADAS EN DIFERENTES PARTES DEL PAÍS. A MODO DE HILO CONDUCTOR LES PEDIMOS, ADEMÁS, QUE CONTESTARÁN UN BREVE CONJUNTO DE PREGUNTAS ACERCA DE SU VISIÓN SOBRE LA PRESENCIA DE LA MUJER EN LA COMPUTACIÓN.

Entrevistas por **PABLO BARCELÓ**







## ANDREA RODRÍGUEZ

Soy la séptima de ocho hermanos. Una larga familia con padres que valoraban la educación como el mayor tesoro de las personas. Al terminar la enseñanza media, y como le sucede a muchos jóvenes de 17 años, no sabía qué estudiar, pero estaba consciente que quería algo en el área científica. Ingresé entonces a Ingeniería Plan

Común de la Universidad de Concepción, y egresé después de seis años de la carrera de Ingeniería Civil Informática en 1989. Para cuando me recibí no sabía qué hacer, y no estaba convencida de integrarme a una empresa adaptando o manteniendo sistemas para bancos o instituciones como lo estaban haciendo muchos de

mis compañeros. Finalmente, opté por trabajar en algo intermedio, y trabajé como ingeniero informático en un centro de investigación en ciencias ambientales (EULA de la Universidad de Concepción). En ese entonces, EULA tenía financiamiento europeo (un proyecto con universidades italianas) lo que me permitió interac-

tuar con investigadores de diferentes áreas, viajar durante cuatro años por Europa, y trabajar en el manejo de información espacial, concretamente, en procesamiento de imágenes y sistemas de información geográfica.

Estando en Italia en 1993 asistí a la conferencia COSIT (Spatial Information Theory), donde tuve la oportunidad de conocer a otros investigadores, y en particular, a quien sería luego mi supervisor, Max Egenhofer. Decidí entonces que quería trabajar como académico y que debía estudiar un postgrado. Postulé a una Beca Fullbright, la que me adjudiqué, y partí a comienzos de 1995 a realizar un magíster a la Universidad de Maine, Estados Unidos.

Finalicé mi magíster en 1997 trabajando en una especificación funcional que asociaba operaciones sobre objetos a la relación topológica entre ellos. Mi supervisor me ofreció entonces una asistencia de investigación para quedarme y obtener el doctorado. Mis estudios de doctorado fueron una continuación natural, donde a diferencia del magíster, tuve mucha libertad y se me instó a un trabajo independiente en mi investigación. Mi tema de investigación cambió, y pasó a ser la definición de funciones de similitud semántica entre tipos de clases de objetos, y en particular, entre ontologías de conceptos espaciales. Durante mi doctorado me sorprendieron los recursos disponibles para hacer investigación, y la valorización de las cosas que a veces consideraba más simples de lo que aspiraba. Tuve la experiencia de ver cómo empresas invertían en investigación con una mirada a mediano y largo plazo, apuntando a temas que no tenían un producto inmediato pero con potencial. Algo que desearía pudiéramos lograr en Chile.

Complementario a mis estudios, en 1998 fui madre por primera vez, justo después de haber defendido mi propuesta de tesis de grado. Tuve un embarazo ideal, sin problemas, caminando una hora diaria hasta el último día del embarazo. Fue una maternidad deseada, y aunque aprendí a dormir cuando podía, y no cuando quería, fue un tiempo que atesoro en mi memoria. Mi hija fue una niña sana, dulce y tranquila, quien compartía

mis horas de estudio e incluso las reuniones con mi supervisor, quien parecía disfrutar viendo mis esfuerzos en compatibilizar mi trabajo de tesis y mi maternidad.

Terminé el doctorado en abril de 2000 siendo consciente más que nunca, que tenía mucho que aprender. Max, mi supervisor, no solo me guió en mi tesis, sino que me preparó para enfrentar lo que vendría después; solía decirme que lo que importaba era lo que hiciera luego del doctorado, que el doctorado era un ejercicio de investigación, y que el desafío estaba luego, cuando terminara e iniciara mi carrera académica.

A fines de mayo de 2000 regresé a Chile y me integré al Departamento de Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación de la Universidad de Concepción. Recuerdo que al regresar, tuve no más de dos semanas para preparar mi primer proyecto Fondecyt, que en ese entonces no se diferenciaba en Regular o de Iniciación, pero donde se bonificaba la productividad de investigadores jóvenes. Casi al mismo tiempo, conocí a Ricardo Baeza, quien me invitó a participar como investigadora joven del Núcleo Milenio del Centro de Investigación de la Web (CIW). Este proyecto fue una gran oportunidad que me permitió conocer a otros académicos chilenos y establecer una colaboración que mantengo hasta el día de hoy. Así comenzó mi integración a la comunidad científica nacional.

Desde mi doctorado he seguido ligada al dominio de datos espaciales y espacio-temporales, concentrándome en el manejo de consistencia en bases de datos y en el modelo y procesamiento de datos espacio-temporales. Aunque los datos espaciales comparten problemas comunes a otros tipos de datos, varias características los hacen especialmente desafiantes para mí. Los datos espaciales tienen diferentes tipos de representaciones, que pueden ser complejas, no atómicas, multigranulares y multidimensionales. Estos datos suelen ser voluminosos, lo que implica costosas tareas de recolección, procesamiento y mantenimiento de datos. Las relaciones espaciales, tales como las relaciones topológicas,

de dirección y métricas/distancia, son muy relevantes para el modelado de datos, el procesamiento de consultas y el razonamiento espacial. Por encima de estas características, los datos espaciales son de naturaleza multidisciplinaria, y es ya incuestionable que en la actualidad un volumen significativo de datos hacen referencia directa o indirectamente a una locación en el espacio.

No considero mi carrera académica más sobresaliente en comparación a los logros de otros académicos chilenos. Durante estos años, continué adjudicándome proyectos Fondecyt y otros proyectos de colaboración nacional e internacional. Lo más difícil ha sido lograr consolidar un grupo de investigación en Concepción. Ha habido una alta rotación de académicos, que por una u otra razón han preferido trasladarse a Santiago. Esto tiene como consecuencia no tener un postgrado a nivel de doctorado consolidado y no contar con un grupo de trabajo con quienes avanzar más rápido. Por otro lado, y aunque me canse, me gusta mi trabajo y donde estoy; siento un fuerte compromiso con la universidad y mis estudiantes, aún disfruto con involucrarme con entusiasmo en todo lo que hago, y tengo confianza de que vamos por el buen camino.

El año 2004 fui madre por segunda vez, esta vez de un varón algo más inquieto, y que me planteó mayores exigencias para compatibilizar mis labores maternas y laborales. A diferencia de cuando era estudiante, era responsable de estudiantes, de asignaturas y debía mantener una productividad científica acorde a los proyectos que tenía vigente.

El año 2008 pasé a ser Profesor Titular de la Universidad de Concepción, fui directora de Departamento del 2008 al 2012, y he asumido desde el año pasado ese mismo rol. No ha sido siempre fácil, pero me gusta mi trabajo, los desafíos nuevos que cada día se plantean, y la libertad que aún tenemos en hacer volar nuestra mente e imaginación con nuevas ideas.

### ¿CREES QUE EL HECHO DE SER MUJER HA REPRESENTADO ALGUNA VENTAJA O DESVENTAJA PARA TU CARRERA CIENTÍFICA?

Yo no he sentido que el ser mujer me haya perjudicado ante mis pares, pero eso no significa que crea que el ser mujer no haya marcado cierta diferencia. El mismo hecho que esté respondiendo estas preguntas muestra que el ser mujer hace una diferencia. Creo que el estar en un medio donde nuestra presencia se considera poco común, hace que uno pueda resaltar más respecto a otros que pueden estar haciendo aportes igual de relevantes en el área.

Desde un punto de vista más personal, creo que hay aspectos de una carrera académica, como cualquier otra carrera demandante, que son difíciles de compatibilizar con una vida familiar, y no solo para mujeres. Me refiero por un lado a los tiempos de pre, postnatal, lactancia y a los viajes, esto último en un área donde las conferencias son consideradas relevantes, han sido una dificultad. En este sentido uno puede no contar con la libertad de tiempo que quisiera y debe aprender a priorizar.

### ¿HAY ASPECTOS PARTICULARES DE LA CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN QUE HAGAN A ESTA ÁREA MÁS O MENOS ATRACTIVA QUE OTRAS PARA QUE UNA MUJER DESARROLLE SU CARRERA CIENTÍFICA?

Creo que el área se asocia a un prototipo de persona caracterizada por su aislamiento del mundo y de lo social. Eso parece no cautivar mucho a las mujeres, que por aspectos culturales o no, pareciéramos tender a querer realizarnos en áreas de mayor interacción social. De alguna manera se piensa que las tecnologías de la información, y cualquier tecnología en general, parecieran ser de gusto más masculino. Pero esto se

ve refutado, desde un punto de vista del uso al menos, por la asidua participación de mujeres en redes sociales.

### ¿CUÁN IMPORTANTE FUERON PARA TI LOS "MODELOS DE ROL" AL MOMENTO DE ELEGIR LA CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN COMO ÁREA DE INVESTIGACIÓN (ES DECIR, OTRAS MUJERES QUE VISTE DESEMPEÑARSE EN EL ÁREA)?

No tuve influencia de un rol femenino al decidir seguir la ciencia de la computación como área de investigación. Fue el estar en contacto con personas que les interesaba la investigación, sin importar si fueran hombres o mujeres, o incluso esta área, y el deseo de seguir estudiando en un área fuertemente arraigada en el pensamiento lógico, lo que me motivó a seguir una carrera académica en ciencias de la computación.

### ¿CUÁL CREES QUE SERÍA UNA FORMA DE ATRAER A MÁS MUJERES A QUE REALICEN INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE LA CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN?

Aumentar el número de mujeres que se interesen por las ciencias de la computación debería llevar a aumentar el número de mujeres que hagan investigación en el área. Creo que necesitamos dar mayor visibilidad a lo que significa trabajar en esta área, y destacar el impacto que la computación tiene en la sociedad. Debemos pasar de no solo tratar de interesar en el uso de tecnologías computacionales, sino fomentar el desarrollo de ellas, resaltando las ventajas que puede tener un campo laboral aún creciente y donde sus logros no requieren de una inversión en infraestructura o equipamiento como en otras áreas, sino están basadas fundamentalmente en una buena idea, el pensamiento lógico y el esfuerzo. ■





## ELIANA SCHEIHING

### Los inicios de mi carrera científica

Mi carrera científica ha estado siempre vinculada a espacios interdisciplinarios. Estudié Ingeniería Civil Matemática, y durante los últimos años de mi carrera cursé varias asignaturas de la Licenciatura en Ciencias de la Computación, lo que me permitió integrar los estudios más teóricos en

matemáticas y estadística con el desarrollo de software de simulación y de ajuste de modelos estadísticos.

Mi primera experiencia en investigación fue mi trabajo de título de Ingeniería Civil Matemática en la Universidad de Chile (Scheihing, 1986) en el ámbito de los modelos estadísticos de ocu-

rrencia de grandes sismos, aplicados al caso chileno. En ese contexto, tuve oportunidad de trabajar con el equipo de investigación liderado por el Dr. Servet Martínez, y compuesto por Víctor Hugo Salinas y Jaime San Martín, todos ellos Ingenieros Civiles Matemáticos, junto al sismólogo Dr. Edgar Kausel. Esta experiencia de trabajo en equipo fue muy enriquecedora y me

permitió dar mis primeros pasos en investigación en un ambiente colaborativo. Los resultados de mi trabajo de título fueron comunicados en varias conferencias de Estadística y Sismología, y publicados en un artículo científico bastante tiempo después (Kausel y otros, 1996).

### Comenzando la vida profesional

Una vez titulada me desempeñé profesionalmente en la empresa Inteldata, en el desarrollo de un software estadístico y también hice clases *part-time* en el Departamento de Ingeniería Civil Matemática de la Universidad de Chile. En 1987, a un año de haberme titulado, me trasladé a la ciudad de Valdivia donde inicié mi carrera como académica del Instituto de Informática de la Universidad Austral de Chile (UACH). Ahí continué llevando a cabo investigaciones vinculadas con el Departamento de Ingeniería Civil Matemática de la Universidad de Chile, lo que dio lugar a un proyecto de investigación inscrito en la Dirección de Investigación y Desarrollo (DID) de la UACH, denominado “Simulación de Patrones Sísmicos en Zonas de Subducción”. Dicho proyecto incorporaba modelos de autómatas celulares para la simulación de la sismicidad histórica en zonas de subducción.

Mi inserción en la academia no estuvo exenta de dificultades. Un ejemplo de ello es que, en el año 1989, durante el proceso de calificación de los académicos categoría IV de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la UACH (FACEA), a la cual pertenecía el Instituto de Informática en ese entonces, fui mal calificada, aduciendo falta de interés y compromiso con las labores académicas. Posteriormente cuando postulé a cambio de categoría ese mismo año, la postulación fue rechazada con el argumento de que “ha hecho uso de prolongadas licencias médicas (pre y post natal)”. Efectivamente, en septiembre de 1988 nació mi hijo mayor, Daniel, y al parecer, tanto para el equipo de gestión de FACEA como para la Comisión Central de Promociones de la UACH, esto opacaba mis méritos académicos.

### Buscando oportunidades para realizar un doctorado

Las dificultades para ascender en la carrera académica no disminuyeron mi interés en la investigación y me mantuve en una búsqueda cons-

tante de oportunidades de viajar al extranjero para proseguir estudios de doctorado (en una época que no existía financiamiento del Estado chileno para estos fines). En 1989, gracias a la intermediación de mis profesores Jorge Amaya y Servet Martínez, tuve la oportunidad de trabajar como ayudante del Dr. Michel Mouchart del Center for Operations Research and Econometrics (CORE) de la Université Catholique de Louvain (UCL), y en el curso “Modelos de Duración”, en el Centro Interamericano de Ciencias de la Estadística (CIENES) en Santiago. Luego de ello, el Prof. Mouchart gestionó mi contratación el año 1990 como ayudante de docencia e investigación en la UCL (Louvain-la-Neuve, Bélgica), con el objetivo de financiar mis estudios de doctorado en esa universidad.

### Estudios de doctorado y vida en Louvain-la-Neuve, Bélgica

Desde noviembre de 1990 y hasta fines de 1995 viví en Bélgica con el fin de desarrollar mis estudios de doctorado. Inicialmente viajé sola, quedando mi marido, Enrique Estrada, a cargo de nuestro hijo, Daniel de 2 años de edad, puesto que él estaba completando estudios de magister. Fueron meses difíciles de adaptación a otra cultura, pero lo más duro era estar separada de mis seres queridos. En septiembre de 1991, Enrique y Daniel viajaron a Bélgica y nos reunimos nuevamente como familia. Enrique inició un doctorado en Biotecnología y tuvimos una grata experiencia de vida, satisfechos con nuestros estudios en una ciudad muy amigable y en una universidad con una cultura de investigación que nos abrió muchas puertas para nuestro desarrollo académico.

En mi tesis doctoral abordé el Análisis Bayesiano de Datos Discretos. En particular, desarrollé una Evaluación Bayesiana de un modelo de respuesta binaria que fue aplicado a datos de transporte de personas en Bélgica para estudiar el comportamiento de los pasajeros en la elección de transporte público versus transporte privado en su trayecto del hogar al lugar de trabajo o estudio. Durante la elaboración de mi tesis adquirí manejo de diversas metodologías de muestreo del tipo *Markov Chain Monte Carlo Methods*, por ejemplo *Gibbs sampling*, que han sido parte de las metodologías que –con apoyo del poder de cálculo de los computadores actuales– han revolucionado muchos ámbitos de las ciencias,

entre otros la bioinformática, el análisis de lenguaje natural y el reconocimiento de imágenes. Los resultados de mi tesis doctoral dieron lugar a presentaciones en diversas conferencias de estadística, entre ellas dos conferencias de la American Statistical Association, y bastante tiempo después una publicación en el *Journal of Econometrics* (Mouchart y Scheihing, 2004).

Durante mis estudios de doctorado nació mi segunda hija, Catalina, en febrero de 1994. Afortunadamente, las condiciones de vida en Louvain-la-Neuve y la cultura de investigación en la UCL fueron muy propicias para compatibilizar mis estudios con la crianza de mis dos hijos en conjunto con Enrique. Mi principal diferencia con la forma de trabajar de mis colegas estudiantes de doctorado era que yo desarrollaba mi trabajo de investigación en “horario de oficina”. En cambio, muchos de ellos dedicaban las horas de la noche para concentrarse en sus estudios. Durante mi época de estudiante de doctorado, además de adquirir habilidades en investigación, participé también en equipos interdisciplinarios de investigación aplicada, en particular en el Programa Nacional de Transporte y Movilidad del Servicio de Programación de la Política Científica “Research on the inter-city transport” de Bélgica (1991-95). Esa experiencia me permitió continuar avanzando en el desarrollo de capacidades de liderazgo y trabajo en equipo como un elemento clave en mi carrera científica.

### Inserción en la UACH al regreso del doctorado

De regreso a Valdivia, a principios de 1996, retomé mis labores académicas en el Instituto de Informática, recién adscrito a la nueva Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la UACH. Mi actividad de investigación se vio fuertemente disminuida. Por una parte, la Facultad tenía una muy incipiente actividad de investigación y, por otra, el financiamiento del Estado para investigación estaba muy concentrado en Santiago y en los equipos de investigación ya consolidados. Luego de varios intentos infructuosos de obtener financiamiento de CONICYT para continuar la investigación derivada de mi tesis doctoral, desistí de ese camino.

### Giro hacia el mundo de la educación

A principios de la década de 2000, con mi tercer hijo, Simón, recién nacido, me involucré en una



iniciativa de creación de un colegio de inspiración Montessori en la ciudad de Valdivia, el Colegio Aliwen ([www.colegioaliwen.cl](http://www.colegioaliwen.cl)), sustentado en la Corporación (sin fines de lucro) Educacional del mismo nombre. El desarrollo de esta iniciativa comunitaria, a la cual dediqué mucha pasión y energía, me llevó a redirigir mis intereses de investigación hacia el ámbito educativo, lo que posteriormente se concretó en la formación de un equipo interdisciplinario de investigación en educación al interior de la UACH. Junto a este equipo, ejecutamos entre 2010 y 2013 el proyecto Fondef "Kelluwen: Investigación, desarrollo y validación de diseños didácticos colaborativos apoyados en servicios de la Web 2.0. Estrategias para el desarrollo de competencias socio-comunicativas en estudiantes de colegios vulnerables de la Zona Sur de Chile", en el cual fui directora general. Este proyecto tuvo un alto impacto en la Región Sur Austral donde realizamos intervenciones educativas en aulas de más de 50 escuelas y liceos, acompañando a más 120 profesores y 5.000 estudiantes en el desarrollo de dichas experiencias. Además, esta investigación generó varias publicaciones científicas: Scheihing et al (2013), Arancibia et al (2013), Cárcamo, Scheihing y Cárdenas (2013), Scheihing et al (2014).

Conectado a este trabajo en investigación, he desarrollado desde 1998 y en colaboración con mi marido, actividades de extensión hacia el mundo escolar a través de tres proyectos Explora y dos iniciativas en el programa Cultura CTI, que buscan incentivar el aprendizaje de las ciencias y las tecnologías en los jóvenes estudiantes de diversas escuelas y liceos de la Región.

### Reconectando con las Ciencias de los Datos

A partir del proyecto Kelluwen, mi investigación se amplió a diversos problemas interdisciplinarios que tienen como base el análisis de datos con metodologías del tipo Machine Learning y Minería de Datos, lo cual recoge mi experiencia previa de investigación en Estadística Bayesiana. Por ejemplo, en Scheihing et al (2017), utilizamos análisis automáticos de texto (LDA, SVM) para caracterizar los mensajes que los estudiantes publican en la bitácora de la plataforma Kelluwen. Por otra parte, en Vernier et al (2016) realizamos un estudio preliminar orientado a caracterizar la manera en que diferentes actores, expertos, jóvenes y adultos leen noticias desde los portales web de los medios noticiosos.

Este nuevo impulso en el ámbito de la investigación me permitió ascender a la categoría de Profesora Asociada, en el año 2014, con lo cual posteriormente fui elegida por mis colegas como Directora del Instituto de Informática. Mi experiencia en la dirección del Instituto ha sido muy satisfactoria y he tenido la oportunidad de propiciar su desarrollo académico en diversos ámbitos. Particularmente, con los colegas Cristóbal Navarro, Matthieu Vernier y Daniel Guerra –un equipo de jóvenes y entusiastas investigadores– acabamos de crear un Magíster en Informática con énfasis en Ciencias de los Datos y Computación de Alto Rendimiento, cuya primera versión se inicia en marzo de 2018 y con el cual esperamos generar un polo de investigación en Aplicaciones de Ciencias de los Datos en el sur de Chile.

### Algunas conclusiones

Haciendo una retrospectiva de mi carrera científica, concluyo que un aspecto primordial ha sido un enfoque orientado hacia la investigación aplicada e interdisciplinaria, que es el ámbito en el cual considero existen los mayores desafíos en la actualidad. Por otra parte, puedo observar que mi carrera ha seguido el ritmo de la crianza de mis hijos y se ha nutrido de un amplio espectro de intereses que me ha llevado a colaborar en equipos de investigación en áreas muy diversas. Es así como actualmente colaboro en dos proyectos de investigación, un proyecto Fondecyt denominado "Redes sociales y medios de comunicación: modelo de análisis basado en minería de datos para la comprensión del ecosistema informativo chileno en Internet y la educomunicación ciudadana en la red", cuyo director es el Dr. Luis Cárcamo; el proyecto Fondef (del subprograma Adulto Mayor) "Vejez emprendedora: modelo dinamizador comunitario interinstitucional para la autovalencia y el bienestar subjetivo de los adultos mayores", liderado por Ester Fecci, Directora del Centro de Emprendizaje de la UACH; y soy coordinadora en la UACH del proyecto Erasmus+ KA2 denominado "LALA: Building Capacity to Use Learning Analytics to Improve Higher Education in Latin America", ejecutado por un consorcio integrado por dos universidades chilenas (PUC y UACH), dos ecuatorianas y tres europeas.

### ¿CREES QUE EL HECHO DE SER MUJER HA REPRESENTADO ALGUNA VENTAJA O DESVENTAJA PARA TU CARRERA CIENTÍFICA?

Creo que para mi carrera científica, el hecho de ser mujer tiene tanto ventajas como desventajas.

Las desventajas están asociadas al rol de mamá que abordé simultáneamente con el desarrollo de mi carrera científica, en una época en que no había ninguna consideración especial por ello. La consecuencia más evidente de ello, es que al regresar de mi doctorado y contar con pocas publicaciones en revistas de corriente principal, quedé fuera del circuito de financiamiento de la investigación que representa Fondecyt. Además en aquella época tampoco existían los Fondecyt de Iniciación.

Como ventaja puedo mencionar que tengo menos presión social por ser exitosa en mi profesión, y eso me ha permitido disfrutar las diferentes etapas de mi vida con autonomía, incluyendo los altibajos en la carrera científica.

### ¿HAY ASPECTOS PARTICULARES DE LA CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN QUE HAGAN A ESTA ÁREA MÁS O MENOS ATRACTIVA QUE OTRAS PARA QUE UNA MUJER DESARROLLE SU CARRERA CIENTÍFICA?

Una particularidad de las ciencias de la computación que la hace atractiva para mí es su vocación interdisciplinaria, pues creo que actualmen-

te los principales nichos de investigación se encuentran en la inter y transdisciplina. Creo también que las mujeres logramos más fácilmente una visión aplicada y holística que se requiere para investigar en la inter y transdisciplina.

### ¿CUÁN IMPORTANTE FUERON PARA TI LOS "MODELOS DE ROL" AL MOMENTO DE ELEGIR LA CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN COMO ÁREA DE INVESTIGACIÓN (ES DECIR, OTRAS MUJERES QUE VISTE DESEMPEÑARSE EN EL ÁREA)?

Los modelos de rol han sido importantes para mí, aunque han sido muy escasos y han estado relacionados sobre todo con la capacidad de trabajo sistemático que he observado en mis pares mujeres en el área.

### ¿CUÁL CREES QUE SERÍA UNA FORMA DE ATRAER A MÁS MUJERES A QUE REALICEN INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE LA CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN?

Creo que lo más importante es mostrar la amplia variedad de áreas de investigación que se pueden abordar dentro de las ciencias de la computación y esta vocación inter y transdisciplina que mencionaba previamente. Sobre todo, porque existe un estereotipo muy fuerte relacionado con las ciencias de la computación asociado a intereses rotulados de masculinos, tales como el mundo de los videojuegos, por dar un ejemplo. ■

## REFERENCIAS

Kausel, E., S. Martínez, V. Salinas, J. San Martín and **E. Scheihing** (1996). On the Interoccurrence Time Distribution of Large Earthquake: A stochastic Time-Predictable Model on the Basis of Simple Physical Considerations; *Revista Geofísica, IPGH*; V.41, pp.59-86.

M. Mouchart, **E. Scheihing** (2004) Bayesian Evaluation of Non-Admissible Conditioning, *Journal of Econometrics* 123 pp 283-306.

Cárcamo, L. **E. Scheihing** y C. Cárdenas (Editores) (2013) *Didáctica 2.0 La Web Social en el Aula. Una minga al sur del mundo*. Ediciones Kelluwen.

**Scheihing**, Eliana, Guerra, Julio, Cárcamo, Luis et al. (2013) La Experiencia Kelluwen: Tres años de desarrollo y puesta en práctica de una propuesta de innovación didáctica con uso de TIC. *Estud. pedagóg.*, 2013, vol.39, No.Especial, p.121-141. ISSN 0718-0705.

Arancibia, M., L. Cárcamo Luis, P. Contreras, **E. Scheihing** y D. Troncoso (2014) Re-pensando el uso de las TIC en educación: reflexiones didácticas del uso de la web 2.0 en el aula escolar, *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, Vol. 190-766, a122 | ISSN-L: 0210-1963

Born, J., **Scheihing**, E., Guerra, J., Cárcamo, L. (2014) Analysing Microblogs of Middle and High School Students Participating in Kelluwen, *Lecture Notes in Computer Science* Vol. 8719 pp 15-28.

M. Vernier, L. Cárcamo, **E. Scheihing** (2016) Diagnosing editorial strategies of Chilean media on Twitter using an automatic news classifier, *Revista Austral de Ciencias Sociales* N°30, 2016.

**Eliana Scheihing**, Matthieu Vernier, Julio Guerra, Javiera Born, Luis Cárcamo (2017) Understanding the Role of Micro-Blogging in b-learning Activities: Kelluwen Experiences in Chilean Public Schools", *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. , no. , pp. 1, 5555, doi:10.1109/TLT.2017.2714163.

M. Vernier, **E. Scheihing**, L. Cárcamo (2018) Critical thinking of young citizens towards news headlines in Chile. *Comunicar*. DOI <https://doi.org/10.3916/CS4-2018-10> E-ISSN: 1988-3293 / ISSN: 1134-3478



## MARÍA CRISTINA RIFF

Soy chilena, casada, madre de dos hijos Francisca y Mathias. Ingeniero Civil en Informática, Doctor en Ciencias mención Informática y Matemáticas de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Francia y con *Habilitación a Dirigir Investigación* de la Université de Paris-Sud (Paris-XI, Francia).

A los quince años tenía muy claro que quería estudiar ingeniería, porque me encantaban las

matemáticas y la física. En ese momento fui seleccionada para participar de las jornadas de verano para estudiantes de cuarto medio de la V Región en la Universidad Técnica Federico Santa María, lo que me motivó a elegir esa casa de estudios para seguir una carrera. En ese mismo año (1981) se abrió por primera vez la carrera de Ingeniería Civil en Informática en la Universidad Técnica Federico Santa María, y

decidí matricularme, sin conocer mucho de la especialidad que iba a seguir. Como en todas las carreras de Ingeniería éramos pocas mujeres, pero tuve la ventaja que en mi curso no hacíamos diferencias en cuanto a competencias entre hombres y mujeres.

Un hito importante, dentro de mi carrera como estudiante, fue la propuesta de mi profesora

Pilar Iglesias para realizar ayudantía de cátedra de la asignatura Probabilidades y Estadística. Sin lugar a dudas ella representó para mí un importante modelo de rol. En mi opinión la mejor profesora de Probabilidades y Estadística, con un gran carisma, ella tenía la capacidad de explicar temas complejos con "peras y manzanas" haciéndolos inicialmente comprensibles y abordables, para posteriormente continuar con la formalización. Esa forma de enseñanza es la que he querido incorporar en mi tarea como profesora.

Mi primera publicación en congreso la logré con lo realizado en mi memoria donde, junto a Pilar, propusimos un Sistema Experto basado en Reglas de Clasificación no-paramétricas.

Durante el último año de mi carrera el profesor Lautaro Guerra me propuso dictar la cátedra de Investigación de Operaciones, lo que acepté encantada.

Al terminar mi carrera de Ingeniería decidí ir a trabajar en la empresa e ingresé al Servicio de Informática de la Armada de Chile. Fue un trabajo muy interesante, porque me tocó trabajar en problemas reales de logística, estiba de carga petrolera, entre otros, que mirándolos en perspectiva hoy en día, eran verdaderos temas de investigación propiamente tales. Gracias a una misión en la Aviación Naval conocí el mundo de pilotaje y me apasionaron los aviones, lo que me llevó a obtener mi licencia de piloto privado y luego de Instructor de vuelo.

Trabajé en la Armada durante tres años y posteriormente se abrió un concurso en el Departamento de Informática de la Universidad Técnica Federico Santa María, al cual postulé. Así ingresé a trabajar como académica en 1991. Para realizar una carrera académica era necesario seguir especializándome, así con el apoyo incondicional y motivación del Profesor Horst von Brand comencé a buscar opciones para ir a doctorarme al extranjero. En esa época la comunicación era por carta y muy lejana de lo que es hoy en día. Recuerdo haber enviado veinte cartas y luego de más de un mes, sólo

tuve una respuesta, que felizmente, fue de aceptación. El Dr. Bertrand Neveu me aceptó en su equipo de investigación en el Inria de Sophia-Antipolis en 1993.

Mi experiencia en Inria Sophia-Antipolis fue muy positiva, sin ninguna distinción de género y muy desafiante. Con lo realizado en mi tesis doctoral tuve la oportunidad de ir a presentar mis trabajos en conferencias de gran nivel, en varios países de Europa y también en Estados Unidos y Japón. Mi tesis doctoral fue en el área de Inteligencia Artificial, específicamente en el uso de Algoritmos Evolutivos para la resolución de Problemas de Satisfacción de Restricciones.

Al terminar mi doctorado gané una beca ERCIM (European Research Consortium for Informatics and Mathematics) para hacer un postdoctorado en Helsinki, Finlandia, en la empresa VTT, en la división Information Technology. La investigación que se realiza en VTT es muy aplicada y está financiada por empresas, en mi caso me tocó trabajar en algoritmos para la resolución de problemas de restricciones en logística asociados a la recolección de madera. Fue un problema muy desafiante, por cuanto tiene variables climatológicas muy importantes que deben ser consideradas.

Posterior a mi postdoctorado regresé a trabajar como académica al Departamento de Informática de la Universidad Técnica Federico Santa María, donde me hice cargo de las cátedras de Investigación de Operaciones II y de Inteligencia Artificial. Durante mi primer año de regreso a Chile, postulé para realizar una pasantía en el Centro dirigido por el Profesor Dr. Hans-Paul Schwefel en Alemania, quién fue el creador de Evolutionary Strategies. Mi estadía de dos meses fue muy positiva y me permitió compartir con el Profesor Zbigniew Michalewicz, un referente en algoritmos evolutivos, Kalyanmoy Deb, referente en algoritmos evolutivos para multiobjetivo, y Thomas Bäck, un referente en estrategias evolutivas.

Continuando con la carrera académica en Chile, era el momento de postular a los diferentes concursos ofrecidos en Conicyt. Dentro de los emblemáticos estaba Fondecyt y en esa época solo existía el Fondecyt Regular. Postulé en tres oportunidades sin éxito, seguí intentándolo tratando de ir mejorando, tanto la calidad de mis publicaciones como la elaboración de la propuesta. Finalmente, logré ganar mi primer Fondecyt, lo que me permitió poder contar con estudiantes que se motivaron para hacer investigación en mis temas de interés. Debo hacer notar que mis primeros alumnos fueron hombres. Con el paso del tiempo tuve otros Fondecyt, y nuevos alumnos y muchas más alumnas interesadas.

Actualmente tengo dos exalumnas graduadas de doctorado, más de cinco alumnos graduados de doctorado, algunos trabajando en universidades chilenas y otros en el extranjero, tengo varias alumnas de magíster graduadas y varias memoristas trabajando en mi grupo de investigación. La mayoría de las alumnas que han decidido realizar, ya sea su memoria, tesis de magíster y/o de doctorado, han sido inicialmente excelentes alumnas en la asignatura de Inteligencia Artificial y ayudantes.

En el aspecto personal, tengo la ventaja que estoy casada con Xavier Bonnaire quién está *Habilitado a Dirigir Investigaciones* y es Doctor en Informática, por lo que su apoyo para poder continuar con mi carrera académica ha sido fundamental. En ese sentido, para él es muy fácil entender los momentos en que tenemos un *deadline*, una declaración de gastos que realizar, un informe académico que elaborar, asistir a alguna conferencia o realizar una pasantía. De hecho, los roles en la casa son compartidos.

En conclusión, creo que debemos sacarnos las barreras psicológicas que pueden separar hombres de mujeres. Es importante motivar a más mujeres a proyectarse, a ser perseverantes, a no tener miedo a enfrentar desafíos, ni a seguir carreras que parecen largas, porque gracias a ello se puede lograr una gran realización personal.



**FIGURA 1.**

RECIBIENDO MI *HABILITACIÓN*. DE IZQUIERDA A DERECHA: THOMAS STÜTZLE, WENDY MACKAY, MARÍA CRISTINA RIFF, CHRISTIAN PRINS, PATRICK SIARRY, MARC SCHOENAUER.

**¿CREES QUE EL HECHO DE SER MUJER HA REPRESENTADO ALGUNA VENTAJA O DESVENTAJA PARA TU CARRERA CIENTÍFICA?**

Creo que no hay diferencias en las competencias que pueden tener hombres y mujeres para una carrera científica en informática. En mi caso no ha sido ni una ventaja ni una desventaja. Pensando que ingeniería como tal y específicamente Informática, parecen ser poco atractivas para mujeres a la hora de elegir una carrera, el hecho de ser mujer puede resultar en una ventaja relativa para relacionarse mejor con alumnas de la carrera.

**¿HAY ASPECTOS PARTICULARES DE LA CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN QUE HAGAN A ESTA ÁREA MÁS O MENOS ATRACTIVA QUE OTRAS PARA QUE UNA MUJER DESARROLLE SU CARRERA CIENTÍFICA?**

Dentro de las carreras de ingeniería, la especialidad de informática presenta temas atractivos para mujeres que quieren seguir una carrera científica. En mi experiencia las alumnas se motivan muchísimo cuando logran proponerse desafíos y son capaces de lograrlos.

Les motiva la versatilidad en el tipo de especialización que pueden desarrollar, por ejemplo en los aspectos sociales y estudios psicológicos en informática, así como en temas más complejos como en la resolución de problemas que son muy difíciles y que requieren de imaginación y creatividad para poder enfrentarlos.

**¿CUÁN IMPORTANTE FUERON PARA TI LOS "MODELOS DE ROL" AL MOMENTO DE ELEGIR LA CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN COMO ÁREA DE INVESTIGACIÓN (ES DECIR, OTRAS MUJERES QUE VISTE DESEMPEÑARSE EN EL ÁREA)?**

Puedo señalar que modelos de rol específicamente en el área de ciencia de la computación no tuve. Sin embargo, Pilar Iglesias, quién fue mi profesora guía era especialista en estadística y fue quien me propuso por primera vez una ayudantía para la cátedra de Probabilidades y Estadística, gracias a ella comencé a hacer ayudantía.

Luego, en la memoria de Ingeniería Civil en Informática, logramos hacer una memoria orientada en investigación, con una publicación

en la que propusimos un sistema experto basado en reglas de clasificación estadística no paramétrica.

**¿CUÁL CREES QUE SERÍA UNA FORMA DE ATRAER A MÁS MUJERES A QUE REALICEN INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE LA CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN?**

En mi experiencia con mis alumnas de doctorado y magíster que se han interesado en realizar investigación, ha sido por temas que parecen interesantes y desafiantes. Por otro lado, creo que es fundamental poder guiarlas en la investigación para que vayan logrando avances y vean, con hechos concretos, que sí se puede realizar investigación de buen nivel.

Una forma, que en mi caso ha hecho que cada vez más alumnas se interesen en investigación, ha sido divulgar los resultados de sus pares, haciéndoles ver que investigar es algo realizable, que no es aburrido y que personas sociables también pueden hacerlo. Otro aspecto importante es hacerlas participar e incluirlas como parte de un grupo de investigación mixto sin diferencias entre hombres y mujeres. ■



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

# VALERIA HERSKOVIC

Entré a estudiar Ingeniería Civil en la Universidad de Chile porque, como a muchos, en el colegio me gustaban las matemáticas y sentía que quería aprender más, aunque no tenía tan claro lo que se hacía en Ingeniería. En el primer año, uno de los cuatro cursos que teníamos en ese entonces era Computación, y la verdad es que pese a no haber programado nunca antes, desde un prin-

cipio me gustó mucho: los problemas los sentía como desafíos, y me entretenía haciendo las tareas. Cuando llegó el momento de elegir la especialidad, solo me imaginaba en Computación. En ese entonces, según mis recuerdos, entramos alrededor de sesenta personas a la especialidad, de las cuales solo cuatro éramos mujeres.

Ya terminando la carrera de Ingeniería Civil en Computación, me propusieron la idea de hacer un magíster o doctorado en la misma Universidad. Y la verdad es que, por una parte sentí –quizás erróneamente– que el ambiente laboral era muy individualista, y por otro lado estaba disfrutando tanto mi paso por la Universidad, que pensé que podría alargarlo un poco más.

No fue una decisión tan consciente y a largo plazo, pero postulé a la beca de doctorado de Conicyt y cuando la obtuve, terminé de decidirme por hacer el doctorado.

Los años de estudio de doctorado fueron motivantes y frustrantes a la vez; nunca había sentido tan claramente que el problema al que me enfrentaba era una nebulosa poco definida. De a poco fuimos haciendo avances: entendiendo los procesos de colaboración, observando a personas colaborar, analizando los datos y apoyando el diseño de soluciones para ello. Además, durante el doctorado tuve la oportunidad de viajar bastante, lo que me permitió compartir y hacer contactos con otros investigadores y aprender qué se estaba haciendo en otros lugares.

En 2010 terminé mi doctorado y a fines de ese año me incorporé como Profesora Asistente al Departamento de Ciencia de la Computación de la Universidad Católica. Entonces, empecé a enfocar mi investigación cada vez más en las personas, en entender y estudiar sus necesidades y ver cómo ayudar al uso de tecnología en usuarios que tienen bajas competencias digitales. Así, junto a alumnos de magíster y doctorado, hemos trabajado con madres cuidadoras de niños con cáncer, con cuidadores de enfermos postrados, con adultos mayores con deformidad de columna y dolor, siempre buscando entender las situaciones de estas personas y cómo la tecnología puede ayudar.

La carrera académica es desafiante y nos obliga a actualizarnos y aprender cosas nuevas con frecuencia, enfrentándonos a temas nuevos. Por ejemplo, en 2015 obtuve un proyecto Fondecyt Regular, el que hemos enfocado en entender cómo los grupos de profesionales de la salud colaboran en el tratamiento de pacientes del programa cardiovascular de tres consultorios de la Universidad Católica, mediante el análisis de *logs* de datos, utilizando minería de procesos. Hemos tenido que aprender sobre términos y protocolos médicos para lograr obtener, desde la complejidad que somos las personas, resultados que sean entendibles y utilizables para los profesionales de la salud.

Una de las cosas que más me gusta de la carrera académica es poder dirigirla a los temas que me

motivan, y poder aprender cosas nuevas. Me gusta mucho también la docencia y en especial me gusta dictar el curso de Introducción a la Programación, porque me encantaría motivar a algún alumno/a con la computación, como me pasó a mí cuando entré a Ingeniería. La carrera académica tiene ciertos pasos; al ingresar a la Universidad como académica recién doctorada, se suele ingresar como Profesor Asistente. El siguiente paso es cambiar de categoría a Profesor Asociado, lo que muy recientemente logré, y me pone contenta y entusiasmada para seguir trabajando, haciendo investigación y docencia, espero que cada vez mejor.

#### ¿CREES QUE EL HECHO DE SER MUJER HA REPRESENTADO ALGUNA VENTAJA O DESVENTAJA PARA TU CARRERA CIENTÍFICA?

Es difícil contestar esta pregunta. En algunas cosas es una ventaja de una manera que para mí ha sido sorprendente. Por ejemplo, en una investigación queríamos hablar con mamás cuidadoras de niños enfermos. Fueron tres alumnos de doctorado (una mujer y dos hombres) y las mamás solo quisieron hablar con la alumna, pues la sintieron más cercana a ellas. Por otro lado, el haber sido mamá no lo considero una desventaja, pero no tengo la posibilidad de dedicarme todo el día a la investigación; intento equilibrar mi trabajo con mi vida familiar. Esto también le pasa a muchos hombres, por supuesto. Y en ciertas situaciones puntuales, ser la única (o una de las pocas) mujeres puede ser incómodo, en cuanto a recibir comentarios desafortunados, o enfrentarse al desconocimiento en temas de maternidad, o sentirse fuera de lugar. Pero la verdad es que no hay nada intrínsecamente masculino sobre la carrera científica.

#### ¿HAY ASPECTOS PARTICULARES DE LA CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN QUE HAGAN A ESTA ÁREA MÁS O MENOS ATRACTIVA QUE OTRAS PARA QUE UNA MUJER DESARROLLE SU CARRERA CIENTÍFICA?

Uno, es que encuentro que la computación es potencialmente aplicable a cualquier tema que a uno le apasione, porque abarca tópicos muy diversos (astronomía, política, educación, salud y bienestar, etc.). El segundo es que puedes crear algo solo a partir de una idea y un computador.

Una vez leí a una persona que decía que la computación es lo más cercano que tenemos a la magia, porque puedes crear algo con unas líneas de código. Y finalmente, el mismo hecho de que con la tecnología, se pueda trabajar desde cualquier parte, es una gran ayuda cuando una tiene hijos, por ejemplo. Yo siempre salgo de mi oficina a la misma hora, y si tengo mucho trabajo pendiente lo termino cuando mis hijos duermen.

#### ¿CUÁN IMPORTANTE FUERON PARA TI LOS "MODELOS DE ROL" AL MOMENTO DE ELEGIR LA CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN COMO ÁREA DE INVESTIGACIÓN (ES DECIR, OTRAS MUJERES QUE VISTE DESEMPEÑARSE EN EL ÁREA)?

Cuando entré a ingeniería, no estaba para nada decidida a estudiar computación. Me encanté con el primer curso de Programación y me decidí a entrar a computación, pese a que mis amigas en ese momento se iban a otras especialidades. Creo que en ese momento me habría servido tener más modelos de rol, porque la verdad es que no tenía muy claro que había otras mujeres, sino que elegí la especialidad porque directamente era la que más me interesaba. De todas maneras a mí si me parece importante que haya modelos de rol, y más adelante durante mi carrera académica sí lo ha sido para mí.

#### ¿CUÁL CREES QUE SERÍA UNA FORMA DE ATRAER A MÁS MUJERES A QUE REALICEN INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE LA CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN?

La solución de fondo es probablemente cambiar la sociedad completa, mostrando desde pequeñas a las niñas que ellas pueden ser creadoras de tecnología, dejando de pensar que es "normal" que a las niñas no les interesen las matemáticas y la ciencia, criando a los niños para que entiendan que las responsabilidades en el hogar y en la familia son compartidas, y eliminando una larga lista de pequeños y sutiles mensajes que se les dan a las niñas que las alejan de las ciencias. Pero también podemos hacer cambios inmediatos, por ejemplo: ser modelos de rol, el Encuentro de Mujeres en Computación que organizamos en Chile anualmente (Chile WiC - <http://www.chilewic.cl>), mentorías que ayuden a otras mujeres a desarrollar sus carreras en investigación, etc. ■

# LatINiTY: LATIN AMERICAN WOMEN IN TECHNOLOGY

# TEI

# NITUP



## NATALIE GIL

Practice Director, rational7 & MIT Sloan Fellow. Ha liderado iniciativas estratégicas de transformación y nube para clientes de Microsoft América, así como en servicios críticos para Goldman Sachs. Aparte de MIT, Natalie se graduó de Carnegie Mellon University y de la Universidad de Lima. Es miembro vitalicio de Society of Hispanic Engineers, capítulo de Nueva York, miembro del directorio de Latinas in Computing y del consejo directivo de Latin American Women in Technology Conference. Además, cuenta con certificaciones en gestión y gobierno de tecnologías de información.

[ngil@alum.mit.edu](mailto:ngil@alum.mit.edu)



## LUZA JARAMILLO

Senior Program Manager, Electronic Arts, Inc (EA). Master of Science en Information Technology / Information Security de Carnegie Mellon University, Estados Unidos. Especialista en Auditoría de Sistemas de la Universidad EAFIT, Colombia, e Ingeniera de Sistemas de la misma Universidad. Certificaciones CISA, CISM, CIPP/US y CIPT. Actualmente lidera el Programa de Administración de Riesgos de Seguridad Informática de Proveedores de Tecnología para Electronic Arts. Miembro de Society of Hispanic Professional Engineers, capítulo Silicon Valley, miembro Gold de ISACA, miembro del directorio de Latinas in Computing y consejera general de Latin American Women in Technology Conference (LATINiTY).

[ljaramil@alumni.cmu.edu](mailto:ljaramil@alumni.cmu.edu)



## 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. **Líneas de investigación:** 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. Miembro del directorio de Latinas in Computing y del consejo directivo de Latin American Women in Technology Conference.

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

Grace Hopper Celebration of Women in Computing (GHC) es la conferencia más grande para mujeres en computación que se realiza anualmente en Estados Unidos, que recibe asistentes de todo el mundo y está organizada por el Anita

Borg Institute. Esta conferencia ha permitido darle mayor visibilidad al tema de la baja participación de la mujer en computación en ese país, y también ha servido como plataforma para discutir temas atinentes, por ejemplo cómo

mejorar las condiciones de trabajo de la mujer en este campo, donde hay serios problemas de discriminación y acoso [3, 5, 2].

Esta conferencia también ha sido el lugar para grupos más específicos de mujeres en computación, como Latinas in Computing (LiC). Reconociendo el estatus de las latinas como una doble minoría en América del Norte, LiC es una comunidad que define e implementa estrategias para mejorar la participación de las generaciones actuales y futuras de latinas en tecnología. Estas estrategias y acciones buscan complementar el trabajo realizado por la Coalition to Diversify Computing (CDC), que se enfoca en el reclutamiento y retención de estudiantes de grupos

minoritarios en la computación en Norteamérica, y el trabajo realizado por la Computing Research Association Women (CRA-W) para incrementar el número de investigadoras en el campo de la computación.

Dado esto, casi todas las acciones llevadas a cabo por la comunidad LiC se concentran en Estados Unidos, donde la mayoría de sus casi 650 miembros vive, estudia y trabaja. ¿Pero qué pasa con la participación latina en la computación fuera de Norteamérica? Las cifras recientes muestran un aumento general de la participación femenina en la fuerza laboral latinoamericana, alcanzando el 52,6% en 2015 [1]. Sin embargo, los estereotipos de género existentes en

la Región, como la expectativa de que las mujeres sean las principales cuidadoras en la familia, así como la falta de oportunidades de desarrollo profesional, significa que las mujeres latinoamericanas no están entrando a carreras STEM como computación [4].

Surge entonces la pregunta: ¿qué puede hacer LiC, una organización con sede en los Estados Unidos, para mejorar la participación femenina en la computación en América Latina? Al igual que muchos miembros de LiC, las autoras de este artículo se conocieron en la conferencia Grace Hopper (**Imagen 1**). En 2013 surgió la idea de extender el campo de acción de LiC hacia Latinoamérica, organizando una conferencia



**IMAGEN 1:**  
LUZA JARAMILLO (A LA DERECHA) CON TELLE WHITNEY, EX CEO DE ANITA BORG INSTITUTE.

como un espacio donde mujeres líderes en la computación y tecnología de Latinoamérica pudieran conocerse y establecer redes de contacto. Tras dos años de preparación, con Natalie Gil y Jocelyn Simmonds de General Co-Chairs, Luza Jaramillo como Conference General Advisor y Alejandra Acuña como Local Chair,

nació la conferencia Latin American Women in Technology (LATiNiTY) que se realizó en 2015 en Santiago, Chile.

Este evento de dos días fue muy bien recibido por la comunidad, con más de 100 participantes de 14 países de todo el continente, y casi 70

charlas, paneles y plenarias. Se llevaron a cabo charlas académicas y de industria, donde mujeres tuvieron la oportunidad de presentar sus proyectos de investigación o de tecnologías que lideraron o ayudaron a construir, respectivamente. También se presentaron trabajos realizados para promover la participación de mujeres en computación en América Latina. Todo esto no hubiera sido posible sin el generoso auspicio de instituciones como Microsoft (Bing y Azure), Google, Anita Borg Institute, Women Techmakers, ThoughtWorks, Institute for Advanced Analytics y ACM-W, entre otros, lo que además permitió hacer entrega de becas para asistir a la conferencia.

El desafío inmediato para nuestra conferencia era como hacerla crecer y llegar a más mujeres en computación en Latinoamérica. Para lograr esto, definimos un proceso de postulación de sedes, buscando voluntarias comprometidas que pudieran llevar a cabo la organización de un evento como éste en su comunidad. Fue una agradable sorpresa recibir varias postulaciones: entre ellas una de Arequipa, Perú, y otra de Bogotá, Colombia, las cuales cumplían con los requisitos planteados por la comunidad de LiC para garantizar una conferencia de excelente calidad. Tomamos la decisión de realizar LATiNiTY 2017 en Perú, con las académicas Eveling Castro y Elizabeth Vidal liderando la organización como General Co-Chairs (**Imágenes 2 y 3**). En 2018 estaremos en Colombia, donde lideran el esfuerzo Camila Gaitán, Stella Miranda y Elba Sánchez, en representación de Codies.org, una organización para mujeres en tecnología en Colombia.

LATiNiTY 2017 se realizó el 24 y 25 de agosto en la Universidad Católica de Santa María de Arequipa. Con María Victoria Vallejos, Nancy Hirschfeld y Camila Gaitán a cargo de la selección de charlas en los temas principales de la conferencia: Academia, Sociedad e Industria, logramos doblar la participación en este LATiNiTY, con cerca de 300 asistentes de 13 países. También contamos con charlas invitadas de destacadas mujeres latinas en tecnología, como la Dra. Patty López, quien actualmente se desempeña como Senior Platform Applications Engineer en Intel (**Imagen 4**). Patty es cofundadora de Latinas in



**IMAGEN 2:**  
EQUIPO ORGANIZADOR DE LATiNiTY 2017, DE IZQUIERDA A DERECHA: LUZA JARAMILLO, JOCELYN SIMMONDS, NATALIE GIL, ELIZABETH VIDAL Y EVELING CASTRO.



**IMAGEN 3:**  
EQUIPO ORGANIZADOR DE LATiNiTY 2017 CON LAS VOLUNTARIAS DE LA CONFERENCIA.



**IMAGEN 4:**  
DE IZQUIERDA A DERECHA: PATTY LÓPEZ, PAOLA MARISELLI, ELIZABETH VIDAL, EVELING CASTRO, LUZA JARAMILLO Y ANNE HESTER.

Computing y ha sido General Co-Chair de Grace Hopper Celebration of Women in Computing. Mariana Costa, cofundadora de Laboratoria y su actual CEO, también dio una charla invitada. Nuestra última charlista invitada fue Alicia Chong, cofundadora de Bloomer HealthTech, empresa que desarrolla ropa con sensores para medir actividad cardíaca y respiratoria ( **Imagen 5**).

Microsoft trajo a LATiNiTY 2017 un equipo de reclutadoras en busca de talentos locales, y realizaron dos workshops de empleabilidad: uno de creación de hojas de vida técnicas, y otro acerca de entrevistas técnicas para desarrolladores de software. Estos workshops se complementaron con uno de empleabilidad que realizaron Andrea Villanes y Stephanie Frias, de parte de la organización MentorMe. Alicia Chong y Mónica Abarca realizaron un taller de diseño UX, pensado en el diseño de soluciones de

software para enfermedades cardiovasculares. Esta vez contamos con el auspicio de Microsoft, Anita Borg Institute, el Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Católica de Santa María, MIT Legatum, Facebook, Wayra, Equipu, Arequipa Valley, Yolo Media, El Pueblo y MicroData. Todo esto significó que nuevamente pudimos ofrecer becas de asistencia a la conferencia.

Ahora concluido LATiNiTY 2017, podemos decir que la estrategia de seleccionar sedes para ampliar el campo de acción de LATiNiTY ha sido todo un éxito. El equipo de LATiNiTY 2018 ya está trabajando para levantar la siguiente edición de la conferencia, que se realizará en la Pontificia Universidad Javeriana, sede Bogotá. Las General Co-Chairs de LATiNiTY 2017 ahora se incorporan como parte del equipo de consejeras de LATiNiTY 2018, para aprovechar mejor el conocimiento

adquirido durante la organización de la conferencia. De esta manera esperamos darle largo aliento a esta iniciativa, que es organizada por completo por voluntarias.

LATiNiTY 2018 se realizará en agosto de 2018, y esperamos contar nuevamente con charlistas invitados de alto nivel, como también más espacios de participación para nuestras asistentes.

**¡Esperamos verlos en Bogotá!**

El Comité Organizador de LATiNiTY puede ser contactado en [www.latinity.info](http://www.latinity.info) y [latinity@latinity.info](mailto:latinity@latinity.info) ■





**IMAGEN 5:**  
ALICIA CHONG HABLANDO ACERCA DE LA MISIÓN DE BLOOMER HEALTHTECH.

## REFERENCIAS

[1] Alina Selyukh. Why Some Diversity Thinkers Aren't Buying The Tech Industry's Excuses. <http://www.npr.org/sections/alltechconsidered/2016/07/19/486511816/why-some-diversity-thinkers-arent-buying-the-tech-industrys-excuses>, 2016. En línea, publicado el 19 de julio de 2016.

[2] M. Molteni and A. Rogers. The Actual Science of James Damore's Google Memo. [https://www.wired.com/story/the-pernicious-](https://www.wired.com/story/the-pernicious-science-of-james-damores-google-memo/)

[science-of-james-damores-google-memo/](https://www.wired.com/story/the-pernicious-science-of-james-damores-google-memo/), 2016. En línea, publicado el 15 de agosto de 2017.

[3] National Center for Women and Information Technology (NCWIT). Women in IT: By the Numbers. <https://www.ncwit.org/resources/numbers>, 2017. En línea, publicado el 23 de marzo de 2017.

[4] OECD. Oecd labour force statistics 2016. <http://www.oecd-ilibrary.org/employment/>

[oecd-labour-force-statistics\\_23083387](http://www.oecd-ilibrary.org/employment/), 2017. En línea, publicado el 29 de junio de 2017.

[5] J. Terrell, A. Kofink, J. Middleton, C. Rainear, E. R. Murphy-Hill, C. Parnin, and J. Stallings. Gender differences and bias in open source: pull request acceptance of women versus men. *PeerJ Computer Science*, 3:e111, 2017.

CELEBRANDO A  
LAS MUJERES EN  
COMPUTACIÓN  
EN CHILE:  
**CHILE WIC  
2017**



### BÁRBARA POBLETE

Profesora Asistente, Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile. Fundadora y co-organizadora del encuentro Chile WiC. PhD en Computación, Universitat Pompeu Fabra (2009); Magíster en Ciencias mención Computación, Universidad de Chile (2004); Ingeniero Civil en Computación, Universidad de Chile (2004). **Líneas de investigación:** Minería de grandes volúmenes de datos; Minería de Logs de Buscadores; Privacidad de Datos en la Web; Análisis de Redes Sociales en línea.  
**bpoblete@dcc.uchile.cl**



### VALERIA HERSKOVIC

Profesora Asociada, Departamento de Ciencia de la Computación, Pontificia Universidad Católica de Chile. Co-organizadora del encuentro Chile WiC, integrante de la organización Latinas in Computing. Doctorado en Ciencias, mención Computación, Universidad de Chile (2010). Ingeniero Civil en Computación, Universidad de Chile (2005). **Líneas de investigación:** Interfaces Humano-Computador, Sistemas de Información, Sistemas Colaborativos, E-Health.  
**vherskov@ing.puc.cl**



### CLAUDIA LÓPEZ

Profesora Asistente del Departamento de Informática, Universidad Técnica Federico Santa María en Valparaíso. Obtuvo el grado de Ph.D. in Information Sciences en University of Pittsburgh en 2015. Su investigación se enfoca en el diseño y evaluación de sistemas socio-técnicos usando métodos mixtos, las dinámicas de uso y producción de información en contextos urbanos, y las implicancias de éstas en la participación cívica de la ciudadanía. Participa activamente en iniciativas de equidad de género en la ingeniería, tales como Chile WiC y el Observatorio de Género en Ciencia e Ingeniería de la UTFSM.  
**claudia@inf.utfsm.cl**

Chile WiC surge en 2011 gracias a tres jóvenes académicas chilenas que habían participado en el evento mundial de mujeres en computación, *Grace Hopper Celebration of Women in Computing*<sup>1</sup>. Con la convicción de que eventos de este tipo ayudan a combatir las brechas de género en nuestra área tanto en el corto como

en el largo plazo; Bárbara Poblete, Jocelyn Simmonds y Valeria Herskovic decidieron dar inicio al Primer Encuentro de Mujeres en Computación del país como una sesión dentro de las Jornadas Chilenas de Computación. Desde entonces el evento se ha realizado anualmente en diferentes partes del país, creciendo hasta convertirse en

<sup>1</sup> <https://ghc.anitaborg.org/>



un evento de día completo con más de un centenar de asistentes de todo Chile (ver datos en **Tabla 1**).

El objetivo de Chile WiC es visibilizar el trabajo que hacen las mujeres en disciplinas vinculadas a la computación y la tecnología, tanto en industria como en academia, y fomentar la creación de redes de apoyo entre mujeres en todos los niveles de desarrollo de sus carreras profesionales. El encuentro busca además propiciar la reflexión en comunidad sobre problemáticas de género, tales como la promoción de una imagen positiva de la computación entre las niñas y la

Año	Lugar	Duración	Asistentes (aprox.)
2011	Curicó	2 horas	30
2012	Valparaíso	Medio día	80
2013	Temuco	1 día	120
2014	Talca	1 día	120
2015	Organizado en conjunto a LATiNiTY 2015		
2016	Santiago, PUC	1 día	250
2017	Santiago, UChile	1 día	200

**TABLA 1.**  
HISTORIA DEL EVENTO.



**IMAGEN 1:**  
ORGANIZADORAS DE CHILE WIC 2017, DE IZQUIERDA A DERECHA, PROFESORAS:  
CARLA VAIRETTI (UANDES), ROMINA TORRES (UNAB), BÁRBARA POBLETE (UCHILE),  
VALERIA HERSKOVIC (PUC) Y CLAUDIA LÓPEZ (UTFSM).



mejora de las condiciones laborales de las actuales profesionales en computación.

En su sexta versión, realizada el 13 de Octubre de 2017, la organización de Chile WiC estuvo constituida por cinco académicas de las Universidades de Chile, Pontificia Universidad Católica, Universidad Técnica Federico Santa María, Universidad de los Andes y Universidad Andrés Bello (Imagen 1), y de estudiantes voluntarios. El evento contó por segunda vez con el patrocinio correspondiente a una "celebración oficial de la ACM"<sup>2</sup>. Este año, se incluyeron ponencias de

destacadas mujeres de las Ciencias y la Tecnología, además de charlas que visibilizan el trabajo hecho por mujeres en Computación. Chile WiC también contó con una competencia de trabajos de estudiantes, la cual culminó con una premiación de los trabajos más destacados. Dentro del evento, se realizó además un taller de liderazgo femenino y un panel de conversación sobre iniciativas para atraer más mujeres a ingeniería.

Como otras iniciativas a favor de la equidad de género, el gran desafío de Chile WiC es ayudar a generar los cambios necesarios para aumentar

la participación y permanencia de las mujeres en el campo de la computación y la tecnología. Dentro de esto la creación de una gran red de personas conscientes de los desafíos que implica es un paso crucial al cual contribuye este evento. ■

Para más información sobre Chile WiC 2017, una celebración ACM, por favor visitar:  
<http://chilewic.cl>

<sup>2</sup> <https://women.acm.org/celebrations>

# DOCTORADOS DEL DCC



## ALONSO GONZÁLEZ



El título de mi tesis es "Efficient Non-Interactive Zero-Knowledge Proofs". Las Zero-Knowledge proofs (ZKP) son protocolos que permiten demostrar que cierta proposición es verdadera sin revelar más información que el hecho que es verdadera. Un buen ejemplo de su utilidad puede ser el siguiente: una súper matemática, Peggy, demuestra que la Hipótesis de Riemann es verdadera y quiere contarle su hallazgo a su amigo Víctor, pero tiene miedo de que éste le robe la idea. Para eso hace una ZKP de la proposición "la Hipótesis de Riemann es verdadera" que tiene las siguientes garantías:

- Víctor sabe que con muy alta probabilidad Peggy no está mintiendo.
- Víctor sabe que la Hipótesis de Riemann es cierta, pero nada más. Es decir no sabe qué técnica ocupó Peggy para demostrarla, ni ninguna otra información no trivial.

Las ZKP han sido fundamentales en Criptografía y en otras áreas de ciencia de la computación.

Existen distintos tipos de ZKP, por ejemplo hay pruebas interactivas –donde Peggy y Víctor intercambian muchos mensajes– y no interactivas,

donde Peggy envía un único mensaje a Víctor. En mi tesis nos preocupamos de este tipo de ZKPs, que es muy útil para construir otros esquemas criptográficos inherentemente no interactivos (como firmas o encriptación).

Nuestros principales aportes son mejoras en la eficiencia de estas pruebas, enfocándonos principalmente en el tamaño de la prueba. Con estas mejoras logramos construir pruebas más eficientes de:

- **Correctitud de shuffles**, que son muy útiles en votación electrónica y en redes anónimas como Tor.
- **Range proofs**, también útiles en votación electrónica y comercio electrónico.
- **Firmas de anillo**, que permiten firmar a nombre de un grupo de usuarios sin revelar quién de los miembros del grupo fue el que firmó.

Antes de iniciar el doctorado obtuve la Ingeniería en Computación en el DCC de la Universidad de Chile, aunque también pasé por Ingeniería Eléctrica. De hecho, por esas cosas del destino empecé a tomar ramos de Computación, y cuando tomé Fundamentos de Ciencias de la Computación me di cuenta que esto era lo mío.

Después pasé casi dos años en el Centro de Modelamiento Matemático (CMM) trabajando en modelamiento geomecánico aplicado a minería. Aunque siempre mi objetivo era cursar el doctorado.

Hacer un doctorado es una experiencia difícil pero también bastante reconfortante. Lo más difícil es encontrar los problemas relevantes, lo que tiene que ver con entender qué es lo que le llama la atención a los científicos de tu área y qué es lo que te llama la atención a ti. Después viene la solución del problema en sí, que es cuando estás frente a la pizarra tratando de demostrar algo. Esta parte es difícil, pero súper entretenida. Lo mejor es cuando puedes gritar **¡Eureka!** Finalmente está el problema de cómo escribir un artículo, que es lo que más me cuesta. Es un desafío técnico –explicar de forma muy simple tus resultados– pero al mismo tiempo comunicacional, porque tienes que mostrar que tus resultados son útiles y relevantes.

Con mi profesor guía, Alejandro Hevia, tuvimos una relación bien horizontal y de buena onda. Con él empecé a trabajar en criptografía y aprendí lo fundamental. De todas formas, el doctorado tuvo sus partes difíciles y en algún momento incluso pensé en retirarme (aunque según me han contado, a todos les pasa). Durante estos momentos difíciles conocí a Carla Ràfols, mi coaguía, que por coincidencia estaba haciendo una visita en el CMM. Con Carla tuvimos afinidad desde el principio, y también nos entendimos bien a nivel técnico. Ella me dio el empujón que necesitaba, y con ayuda de Alejandro sacamos adelante el doctorado.

Actualmente me encuentro realizando un postdoc en el "Laboratoire de l'Informatique du Parallélisme" de la ENS de Lyon.

## MAÍRAMARQUES



Llegué a Chile hace nueve años para volver a estudiar, para cambiar mi mirada de cómo funciona la computación en teoría, y cómo hacer mejor las cosas. En esos nueve años logré finalizar mi magíster y ahora mi doctorado en el DCC de la Universidad de Chile. Mi tema de magíster y doctorado tuvo que ver con ingeniería de software, en particular, cómo enseñarla de una manera más cercana a la realidad de esta industria, algo que tengo muy presente después de haber trabajado ocho años en ella.

Tradicionalmente, la ingeniería de software se ha enseñado con clases expositivas. Sin embargo, esta disciplina requiere mucho más que sólo teoría. Con el fin de tratar de entender el estado del arte en este ámbito, en mi tesis de doctorado realicé una extensa revisión bibliográfica. Además, se llevó a cabo un estudio de la enseñanza de ingeniería de software en las principales universidades de Chile. Los resultados obtenidos indican que hace poco tiempo que estas instituciones han comenzado a enseñar ingeniería de software de una manera teórico-práctica, involucrando a los estudiantes en experiencias de desarrollo de software ya sea en cursos

basados en proyectos, como en cursos prácticos de fin de carrera (*capstone*). Ambos tipos de cursos tienen objetivos distintos; los primeros son generalmente apoyados por procesos más rigurosos, mientras que los últimos son frecuentemente abordados con estrategias de desarrollo ágiles.

Se han propuesto varias estrategias de instrucción y de uso de procesos de ingeniería de software para cursos *capstone*, pero muy pocos están disponibles para cursos basados en proyectos. Además, aún los procesos más rigurosamente reportados en la literatura no incluyen suficiente detalle para que instructores y estudiantes involucrados puedan reproducirlos en cursos basados en proyectos. Es con el objetivo de llenar este vacío que mi tesis concibe y propone EduProcess: un proceso de desarrollo de software prescriptivo que puede ser utilizado en los cursos de ingeniería de software basados en proyectos que toman parte de programas de computación de pregrado.

Con relación al uso de este proceso, mi tesis de doctorado mostró que EduProcess permite que las experiencias prácticas pueden ser reproducidas sin demandar un esfuerzo adicional considerable, y además que permite ayudar a producir resultados positivos en proyectos de software. Todo eso con vista a que el método fuera usado para apoyar a pequeños equipos de software que trabajan de manera distribuida la mayor parte del tiempo y tienen instancias esporádicas de sincronización de sus trabajos. EduProcess incluye dos subprocesos: uno principalmente a cargo de los estudiantes (e involucra a los usuarios y clientes), y el otro a cargo del equipo instruccional del curso y sirve de apoyo a la experiencia de enseñanza-aprendizaje.

La validación del proceso se realizó con un estudio de caso, y los resultados obtenidos indican que EduProcess ayuda a aumentar la coordinación de los equipos, el sentido de pertenencia al equipo de los estudiantes y su efectividad, pero no necesariamente aumenta su productividad. Además, permite a los equipos hacer un diagnóstico más preciso de su proyecto y priorizar mejor las tareas de modo de maximizar su tasa de éxito. EduProcess hace una contribución al avance del estado del arte en el dominio de la educación de ingeniería de software, y específicamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje de ingeniería de software en cursos basados en proyectos.

Durante el doctorado en el DCC tuve la oportunidad de participar en importantes conferencias internacionales de mi área: ICER, FIE, SIGCSE, ICSE y ITICSE, y además participar en conferencias de mujeres que trabajan en computación como Grace Hopper Conference y LATiNiTY. En SIGCSE pude representar al DCC en el Graduate Student Research Competition y gané el primer premio. El DCC me dió la oportunidad de conocer a las personas más importantes dentro de mi área, me mostró la cercanía que un profesor puede tener con sus alumnos, además de los importantes lazos de amistad que se pueden formar durante los años del doctorado. El DCC para mí es mi casa, es donde aprendí a mirar las cosas con otros ojos, con ojos de curiosidad, con ojos de querer saber más. En este momento estoy dictando clases para primer año en la Universidad de Chile,

la Universidad de O'Higgins, y la Universidad de los Andes. Me encanta dictar clases, pero la investigación de cómo podemos enseñar mejor computación y de cómo mejorar los procesos de desarrollo de software es lo que más me apasiona y lo que quiero seguir haciendo. En este

momento estoy buscando alguna parte donde pueda seguir haciendo ese trabajo, donde pueda contribuir con mi granito de arena a mejorar la enseñanza de computación en Chile y quién sabe en el mundo.

## JUANPABLOSANDOVAL



Durante mi doctorado me dediqué a investigar a fondo los cambios de código fuente que afectan el rendimiento de un programa. Hoy en día, los desarrolladores de software están sacando constantemente nuevas versiones de sus programas. Sin embargo, los cambios que realizan en estas nuevas versiones pueden afectar negativamente su rendimiento. Por ejemplo, una nueva versión puede ser mucho más lenta que versiones anteriores. Probar si una nueva versión afectará el rendimiento es una tarea muy costosa que normalmente requiere ejecutar varios puntos de referencia (lo cual puede tardar horas, incluso días).

Junto a mi profesor guía Alexandre Bergel, realizamos un estudio empírico sobre una variedad de programas, con el fin de evaluar cómo el rendimiento de un programa evoluciona en el tiempo, a medida que es modificado. Guiados por este estudio, propusimos "Horizontal Profiling", una técnica de muestreo que permite inferir si una nueva versión afectará negativamente el rendimiento del programa. El objetivo de Horizontal Profiling es reducir la sobrecarga que requiere monitorear el rendimiento de cada versión, ejecutando los puntos de referencia solo en las versiones que contengan cambios costosos de código fuente.

Determinar cuándo una versión podría afectar el rendimiento sin ejecutar el programa, no fue una tarea fácil. Pero después de muchos intentos pudimos diseñar un modelo de costo adecuado para predecir una posible falla en el rendimiento. Gracias a "Horizontal Profiling" los desarrolladores pueden identificar una gran porción de las regresiones de rendimiento, sin tener que ejecutar costosos puntos de referencia en todas las versiones.

Mi experiencia en el DCC, fue muy buena. Estoy muy agradecido con el DCC, la Universidad de Chile, CONICYT y el Gobierno chileno por darme la oportunidad de realizar mis estudios de doctorado. Todo este tiempo he sentido el apoyo de todos: los compañeros de clase, los profesores, las diferentes autoridades del Departamento de Ciencias de la Computación y la Facultad. Siento que el DCC no solo me ayudó a crecer académicamente sino también como persona. También pude disfrutar de muchas actividades extracurriculares que me permitieron aprender mucho de la cultura chilena.

Después de finalizar mi doctorado, realicé un postdoc en LAM-Research, California, Estados Unidos. Donde fui invitado principalmente para evaluar las técnicas y herramientas que desarrollé durante mi doctorado en un entorno industrial. Esto representó una excelente oportunidad para aplicar los resultados de investigación en una empresa donde el rendimiento y la calidad del software son muy importantes.

Actualmente, estoy dictando clases en la Universidad Mayor de San Simón, Bolivia, donde realice mis estudios de pregrado. Así mismo, continúo trabajando en varios proyectos de investigación con mi profesor guía Alexandre Bergel. Por otro lado, junto con una fundación sin fines de lucro, también me dedico a dar clases de robótica y computación a estudiantes de colegio. Mi objetivo siempre fue volver a mi país Bolivia y poder contribuir en diferentes áreas, sobre todo en investigación. ■

# Postgrado y Educación Continua en el DCC

**Doctorado en Computación**  
Acreditado hasta septiembre de 2024.

**Magíster en Ciencias mención Computación**  
Acreditado hasta mayo de 2023.

estudios@dcc.uchile.cl  
Tel.: 22 978 4891

**Magíster en Tecnologías de la Información (vespertino)**  
Acreditado hasta diciembre de 2022.

pec@dcc.uchile.cl  
Tel.: 22 978 4965 - 22 978 4976  
Whatsapp: +56 9 6406 4274

## Diplomas de Postítulo

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

pec@dcc.uchile.cl  
Tel.: 22 978 4965 - 22 978 4976  
Whatsapp: +56 9 6406 4274

## Programas Corporativos

Cursos que se adaptan a las necesidades de su empresa.

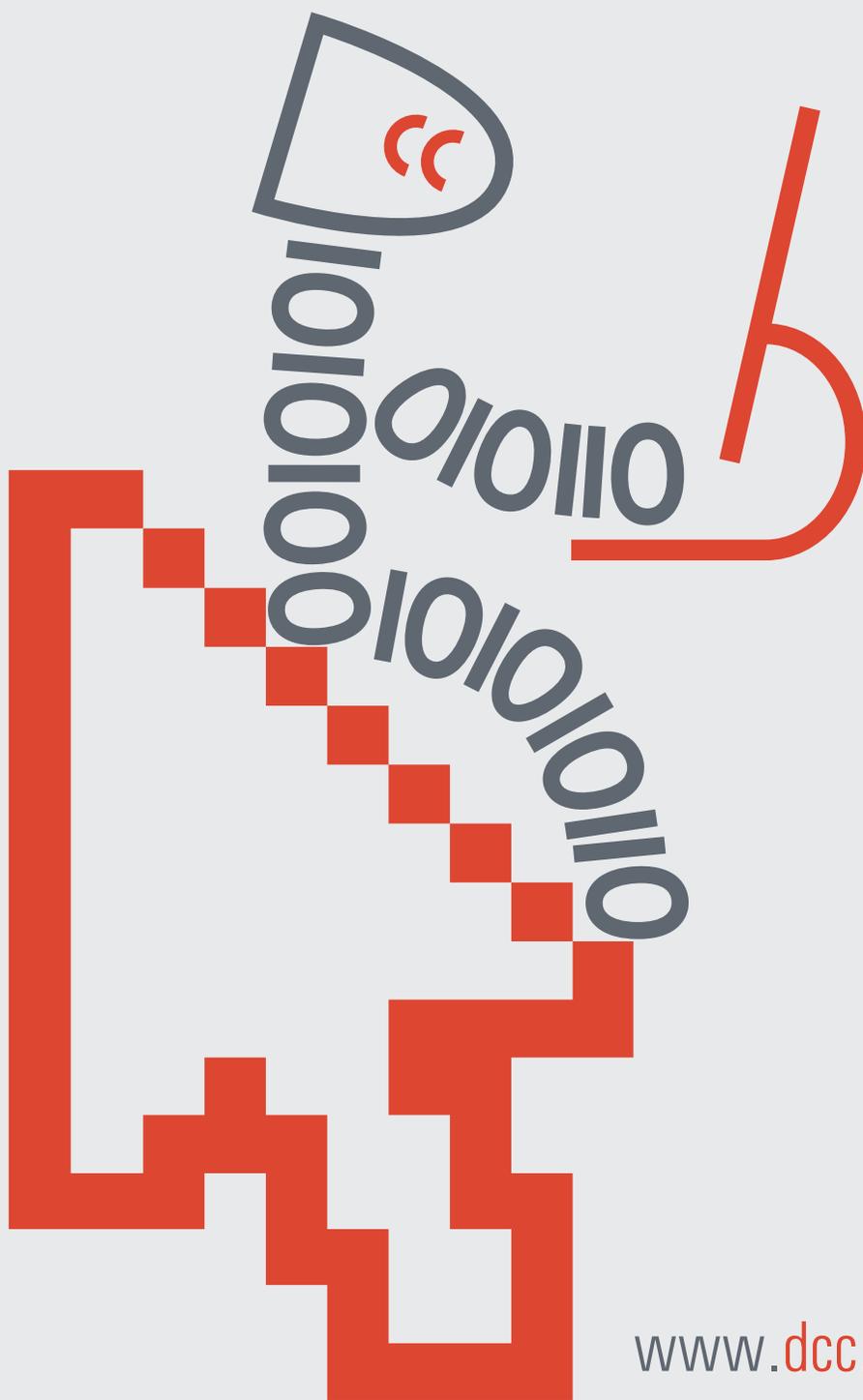


DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN  
UNIVERSIDAD DE CHILE



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

Sigue avanzando



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



# 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