



**fcfm**

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

**18**

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

# Bits DE CIENCIA

SEGUNDO SEMESTRE 2019

## EFECTOS DE LA DIGITALIZACIÓN EN EL TRABAJO

**LO QUE LA REVOLUCIÓN  
INDUSTRIAL REALMENTE NOS  
DICE SOBRE EL FUTURO DE LA  
AUTOMATIZACIÓN Y EL TRABAJO**

| Moshe Y. Vardi

**PREMIO TURING 2018:  
LA REVOLUCIÓN DE LAS REDES  
NEURONALES ARTIFICIALES**

| Jorge Pérez

**ENTREVISTA A DANIEL  
UNDURRAGA, FUNDADOR DE  
CORNERSHOP**

| Por Federico Olmedo



**COMITÉ EDITORIAL**

Benjamín Bustos

Claudio Gutiérrez

Alejandro Hevia

Jocelyn Simmonds

Sergio Ochoa

**EDITOR GENERAL**

Federico Olmedo

**EDITORIA PERIODÍSTICA**

Ana Gabriela Martínez

**EQUIPO DCC**

Daniela Cid

Paulette Filla

**DISEÑO**

Puracomunicación

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



Revista Bits de Ciencia N°18  
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  
Avda. Beauchef 851, 3º piso,  
edificio norte  
Santiago, Chile  
837-0459 Santiago  
[www.dcc.uchile.cl](http://www.dcc.uchile.cl)  
Fono 56 22 9780652  
Fax 56 22 6895531  
[revista@dcc.uchile.cl](mailto:revista@dcc.uchile.cl)

## CONTENIDOS

### 01 EDITORIAL

| Federico Olmedo

### INVESTIGACIÓN DESTACADA



### 02 EL ROL DE LA VISUALIZACIÓN Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA INGENIERÍA DE SOFTWARE

| Alexandre Bergel

### PREMIO TURING



### 06 PREMIO TURING 2018: LA REVOLUCIÓN DE LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES

| Jorge Pérez

### EFEKTOS DE LA DIGITALIZACIÓN EN EL TRABAJO



### 12 LO QUE LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL REALMENTE NOS DICE SOBRE EL FUTURO DE LA AUTOMATIZACIÓN Y EL TRABAJO

| Moshe Y. Vardi

### 18 AUTOMATIZACIÓN DE LA BANCA CHILENA: TRANSFORMACIÓN TECNOLÓGICA Y CONFLICTOS EN EL TRABAJO

| Giorgio Boccardo

### 24 ASTRONOMÍA Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL: OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO DE CHILE

| Julio Pertuzé  
| Aisén Etcheverry  
| Demián Arancibia  
| Natalia González  
| José Antonio Guridi

### 28 DIGITALIZACIÓN EN SALUD

| Carla Taramasco

### 38 EL ACADÉMICO DIGITAL: ¡LAS REVOLUCIONES QUE ESTÁN POR VENIR!

| Jérémie Barbay  
| Vanessa P. Araya

### CONVERSACIONES



### 44 ENTREVISTA A DANIEL UNDURRAGA

| Por Federico Olmedo

### COMPUTACIÓN Y SOCIEDAD



### 50 SISTEMA DE INFORMACIÓN LEGISLATIVA (SIL)

| Roberto Bustos

### DOCTORADOS DEL DCC

60 | Teresa Bracamonte  
| Javiel Rojas  
| José Miguel Herrera  
| Vanessa P. Araya  
| Carlos Ochoa



**Sobre el contexto social y este número de la Bits.** Como miembros de una universidad pública, no podemos —ni debemos— ignorar la situación que está atravesando nuestro país. Lo que ha ocurrido en estas últimas semanas, entre otras cosas, nos ha hecho a todos y todas replantear el rol de la ciencia, la educación y de los profesionales en nuestra sociedad. Creemos que estos temas, que han sido preocupación de nuestra Revista, hoy día, en vista de la radicalidad con que se han planteado y del proceso constituyente que se ha abierto, merecen ser abordados en una edición especial y nos comprometemos firmemente a ello. Mientras, queremos compartir con ustedes la edición de la Revista Bits que desarrollamos durante este segundo semestre y cuyo lanzamiento se postergó por motivos evidentes.

Comité editorial Revista Bits de Ciencia, noviembre de 2019.

En la actualidad estamos atravesando una revolución tecnológica sin precedentes, caracterizada por el uso de la inteligencia artificial, la robótica, la Internet de las Cosas y otras tecnologías emergentes. Colectivamente, estas tecnologías permiten un acceso mucho más conveniente y eficiente a un sinfín de productos y servicios, y dan origen a oportunidades que hasta hace unos pocos años eran solo ciencia ficción; piense, por ejemplo, todo lo que hoy puede hacer desde un *smart watch*. Sin embargo, el impacto y alcance de esta revolución tecnológica suele presentar posturas encontradas: mientras algunos sostienen que va a mejorar sustancialmente la calidad de vida de las personas, otros temen que genere desigualdad social y exclusión en el mercado laboral, entre otros efectos adversos.

Para tratar de entender mejor esta disyuntiva, elegimos abordar los efectos de la digitalización en el trabajo como tema central de este número de la Revista. Analizaremos cuál ha sido el impacto real que esta revolución ha tenido en algunos ámbitos específicos, concentrándonos principalmente en la realidad chilena:

- Para empezar, Moshe Y. Vardi estudia los efectos de la automatización en el porvenir del trabajo, apelando a la historia, trazando una línea comparativa entre ésta —la llamada Cuarta Revolución Industrial— y la Primera Revolución Industrial de los siglos XVIII y XIX.
- Giorgio Boccardo se centra en el caso de la banca y analiza de qué manera la introducción de nuevas tecnologías ha cambiado el modelo de negocio financiero y qué impacto ha generado este cambio en los trabajadores del rubro, comentando también el rol de las organizaciones sindicales al respecto.
- Por su parte, Julio Pertuzé junto a cuatro integrantes del Ministerio de Economía, nos cuenta cómo el procesamiento y análisis ma-

sivo de datos ha cambiado la forma de hacer ciencia en el ámbito de la astronomía, y cómo a partir de la reciente fundación del Observatorio de Datos (astronómicos), Chile busca posicionarse como un referente mundial en ciencia de datos.

- Carla Taramasco, se centra en la digitalización y uso de nuevas tecnologías en torno a la salud. Hace un excelente recorrido por las distintas iniciativas que el gobierno nacional ha impulsado al respecto, y nos cuenta también sobre su proyecto de Viviendas Sociales Inteligentes para el cuidado de adultos mayores.
- Por último, Jérémie Barbay y Vanessa Araya analizan el uso de nuevas tecnologías en el quehacer académico. Se centran en sus tres labores fundamentales—investigación, docencia y administración— y para cada una de ellas analizan distintas tareas que pueden afrontarse de manera mucho más conveniente con el uso de soluciones tecnológicas.

A partir de este número, la Revista cuenta con la sección *Premio Turing*, donde presentamos la contribución científica detrás de la última entrega de dicho galardón, comúnmente conocido como el Premio Nobel de la Computación. En esta oportunidad, Jorge Pérez nos cuenta sobre el Premio Turing 2019, otorgado a Geoffrey Hinton, Yoshua Bengio y Yann LeCun, por el desarrollo de las redes neuronales y el *deep learning*.

En la sección *Investigación Destacada*, Alexandre Bergel resalta la dificultad que conlleva construir software robusto y confiable, y nos presenta cómo él junto a demás miembros del ISCLab utilizan técnicas de visualización e inteligencia artificial para afrontar este desafío.

En la sección *Computación y Sociedad*, Roberto Bustos hace una excelente reseña sobre el

proceso de modernización del Congreso Nacional de Chile, iniciado en los años noventa.

En la sección *Conversaciones* entrevistamos a Daniel Undurraga, uno de los emprendedores más experimentados y reconocidos de Chile. Daniel fundó Cornershop, una plataforma de compras online, valorada en 225 millones de dólares. En la entrevista, Daniel nos cuenta su visión general del mundo de los emprendimientos y analiza el éxito de Cornershop.

Finalmente cerramos con la sección *Doctorados del DCC*, donde los últimos egresados de nuestro Doctorado nos cuentan su experiencia al respecto.

Esperamos que disfruten este número de la revista. Cualquier comentario o sugerencia, no duden en escribirnos a [revista@dcc.uchile.cl](mailto:revista@dcc.uchile.cl).

## FEDERICO OLMEDO

Editor General  
Revista Bits de Ciencia



# EL ROL DE LA VISUALIZACIÓN Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA INGENIERÍA DE SOFTWARE





**ALEXANDRE  
BERGEL**

Profesor Asociado del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile. Doctor en Ciencias de la Computación por la Universidad de Bern, Suiza. Sus intereses de investigación se centran en ingeniería de software, eficiencia del software, visualización, ambientes de programación y aprendizaje de máquina.  
[abergel@dcc.uchile.cl](mailto:abergel@dcc.uchile.cl)

## DIFICULTAD DE HACER SOFTWARE

*“Los programas informáticos son las construcciones más complejas que el ser humano produce”*, dijo Douglas Crockford, creador del lenguaje de programación JavaScript. Las dificultades de diseñar y construir software son bien conocidas por ambos: desarrolladores y usuarios. Por ejemplo, es frecuente encontrar fallas en el funcionamiento de un sitio web o enfrentar un consumo excesivo de memoria en aplicaciones de dispositivos móviles. Estas malas experiencias que cada uno ve de forma casi cotidiana, reflejan un hecho: la construcción de software puede ser el campo de la ingeniería que el ser humano menos domina. El humano está mejor preparado para construir edificios o barcos que para desarrollar software.

Existen varias causas que explican la pobre calidad del software. En general, un desarrollador de software escribe código usando herramientas muy similares a las que usa un escritor para redactar un documento de texto, como puede ser un libro. Los ambientes de desarrollo de software (IDEs) se parecen mucho a Microsoft Word, excepto que incluyen algunas mejoras. Un desarrollador tiene una visión muy restringida del software, que es lo que muestra la ventana de este “Word”. Para asegurar una buena calidad de software, es importante ofrecer una visión global de éste, la que puede además ser muy grande.

Las dificultades de producir software robusto son bien conocidas y la comunidad científica en ingeniería de software invierte mucha de su energía en mejorar las técnicas y herramientas involucradas en el proceso de construcción de software. Mi esfuerzo personal se distingue del

esfuerzo del resto de la comunidad, en que se basa el uso de técnicas de visualización y de inteligencia artificial.

## VISUALIZACIÓN DE SOFTWARE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

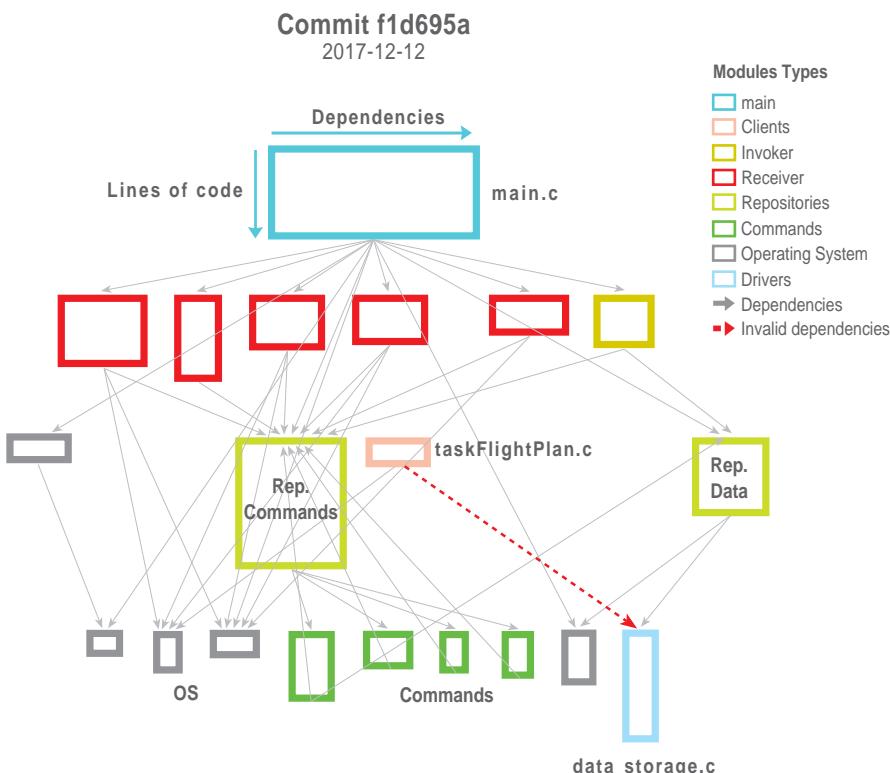
La hipótesis sobre la que se sustenta mi trabajo, sostiene que *las herramientas que se usan para construir software pueden ser mejoradas de forma significativa usando técnicas de visualización y de inteligencia artificial*.

El grupo de investigación ISCLab —que dirijo— nació en 2018 con el objetivo, precisamente, de entregar a ingenieros y desarrolladores técnicas de visualización y de inteligencia artificial, que faciliten la construcción de software.

Las piezas de software están constituidas y caracterizadas por múltiples datos, en diversos formatos. En particular, el código fuente define el software. Una pieza de software tiene la finalidad de ser ejecutada para exhibir sus funcionalidades. La ejecución puede ser medida a través del tiempo de ejecución de cada uno de sus componentes. El punto a tener presente, es que una pieza de software viene acompañada de muchos datos. Y manejar estos datos es complejo. Usamos técnicas de visualización para ver patrones en el código fuente y en la ejecución. Una vez que identificamos estos patrones, los cuales pueden corresponder a anomalías en el funcionamiento de la aplicación, explotamos técnicas de inteligencia artificial para solucionar o caracterizar dicha anomalía.

## VISUALIZACIÓN

Una pieza de software puede ser muy grande. Considere, por ejemplo, el software de vuelo de Suchai, el nanosatélite chileno desarrollado por la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la Universidad de Chile. El tamaño del sistema de vuelo completo es de 40 mil líneas de código, lo que puede considerarse de tamaño mediano. Teniendo en cuenta



**Figura 1.** Indica una dependencia incorrecta entre varios componentes del sistema de vuelo de Suchai (imagen extraída del artículo “An Architecture-Tracking Approach to Evaluate a Modular and Extensible Flight Software for CubeSat Nanosatellites”, publicado en <https://ieeexplore.ieee.org/document/8758807>).



que un libro tiene aproximadamente 35 líneas por página, el sistema de vuelo de Suchai ocuparía 1.142 páginas, lo que corresponde a dos veces el último libro de Harry Potter. Cada palabra y letra de este libro puede ser la fuente de una falla grave, que puede resultar, por ejemplo, en la pérdida del satélite. Una pieza de software de este tamaño tiene que seguir una arquitectura bien definida y documentada. Pero las herramientas de desarrollo de software actualmente usadas, no permiten contrastar la arquitectura deseada del software con la arquitectura realmente implementada. Y no tener claro cuál es la arquitectura de un software, es tan grave como no saber si un edificio responderá o no a un sismo fuerte; cualquier evento no previsto puede tener consecuencias catastróficas.

En ISCLab hemos desarrollado diversos tipos de visualizaciones que permiten apreciar las partes internas de una pieza de software (ver **Figura 1**). Para trazar un paralelismo con, por ejemplo, la medicina, si a una persona le duele una parte de su cuerpo, el médico le indicará tomarse unas radiografías para corroborar los síntomas e indicará así el tratamiento adecuado. En el caso de los sistemas informáticos, estamos siguiendo literalmente la misma metodología.

Hemos desarrollado diversos tipos de visualizaciones que permiten ayudar a los desarrolladores a detectar anomalías en la arquitectura del software. Una pieza de software de gran tamaño, al igual que un edificio, requiere de una arquitectura definida, clara y sin ambigüedades. Verificar en papel que una arquitectura de software se adhiere a lo planificado es, lamentablemente, una tarea sumamente difícil, pero, a su vez, indispensable. Nuestras visualizaciones permiten facilitar de forma significativa esta tarea.

## ALGORITMO GENÉTICO

Desarrollar software es una actividad sumamente compleja. Frecuentemente, un ingeniero tiene que tomar decisiones difíciles. Un ejemplo típico se da en la labor de testing, la que requiere de un conocimiento profundo del software que se

desea testear. Considere, por ejemplo, una pieza de software que tiene como objetivo validar un RUT. Producir un test que sea completo (que no excluya casos probables, pero no previstos por el desarrollador, como dar como *input* un RUT incompleto), es imposible de verificar en general. Para enfrentar estas dificultades en la tarea de testing, usamos técnicas de algoritmos genéticos.

Un algoritmo genético es una metáfora computacional de la evolución biológica de las especies. Considere una población de conejos que viven en un ecosistema con depredadores voraces, como lobos, por ejemplo. Los conejos más rápidos tienen mayor probabilidad de sobrevivir que aquellos más lentos. Al vivir más tiempo, los conejos rápidos tienen, a su vez, mayor probabilidad de reproducirse. Resulta entonces muy probable que la próxima generación de conejos tenga mejores habilidades de supervivencia, al escapar más rápidamente de los depredadores.

Un algoritmo genético opera de forma muy similar. Primero crea una población inicial de individuos, de forma aleatoria. Luego selecciona a los individuos más “fuertes” o “cercanos” a la solución del problema en cuestión. Finalmente crea una nueva generación combinando la información genética de cada individuo, a través de operaciones predefinidas.

Aplicado a la tarea de testing, un individuo puede representar una secuencia de *inputs* que se le dan al programa. Esta secuencia puede ser cualquier valor, elegido de forma aleatoria. Imáginese que al testear el validador de RUT con una secuencia de caracteres aleatoria, éste simplemente se cae. En ese caso hemos detectada una falla grave del programa.

El uso de algoritmos genéticos ayuda a generar tests que permiten identificar fallas que serían significativamente más difíciles de detectar para un humano, debido a los sesgos (*bias*) que tenemos. Por ejemplo, en el caso del validador de RUT sería difícil que un humano generase como *input* un nombre en vez de un RUT. El humano tendería a generar valores que se parecen a un RUT, por ejemplo, números separados mediante un punto. Por el contrario, un algoritmo

genético sí sería capaz de generar los inputs que hagan caer al validador.

## CHATBOT COMO APOYO

El desarrollo de software requiere de colaboración y discusión entre los distintos individuos involucrados. Por ejemplo, consideremos el desarrollo de un videojuego en 3D. Una situación clásica para un desarrollador es usar una librería que gestione el dibujo 3D. Usar una librería existente permite al desarrollador enfocarse en los aspectos que definen la parte lógica del juego. Una librería 3D, como Unreal o Unity, es compleja de usar. Es muy probable que el desarrollador tenga que buscar documentación en Internet y quizás recurrir a algún chat para obtener respuestas más específicas. En ISCLab hemos desarrollado un chat que responde a preguntas sencillas como “Who is expert in Unity?”. Nuestro chat responde con la lista de expertos, que construye a partir de información recopilada de repositorios de programas, como GitHub.

## TRABAJO FUTURO

Es muy probable que en el futuro las piezas de software sean más grandes que en la actualidad. Siempre ha sido así y al día de hoy no hay ningún indicador en la industria del desarrollo de software que señale que esta dinámica cambiará. Al contrario, esta tendencia acentuará la necesidad de medir la calidad de software y de usar un apoyo artificial por parte de los desarrolladores.

Desde un punto de vista académico, el laboratorio ISCLab ha desarrollado técnicas de visualización y de inteligencia artificial. Ahora hemos entrado en una fase de aplicar nuestros resultados a situaciones reales y comprobar si los beneficios de nuestras técnicas —identificados de forma teórica— se corroboran en la práctica, sobre piezas de software grandes y complejas. Actualmente estamos aplicando nuestras técnicas a diferentes sistemas, como el sistema de vuelo de Suchai y sistemas que controlan el comportamiento de robots. ■

# PREMIO TURING 2018: **LA REVOLUCIÓN DE LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES**

El Premio Turing es entregado año a año por la Association for Computing Machinery (ACM) para reconocer el trabajo científico y práctico que haya tenido una influencia técnica fundamental en el desarrollo de la computación. Este premio es considerado como el “Premio Nobel de Computación”, y su nombre es un homenaje al matemático británico Alan M. Turing, personaje clave en el establecimiento de la computación como una disciplina científica.

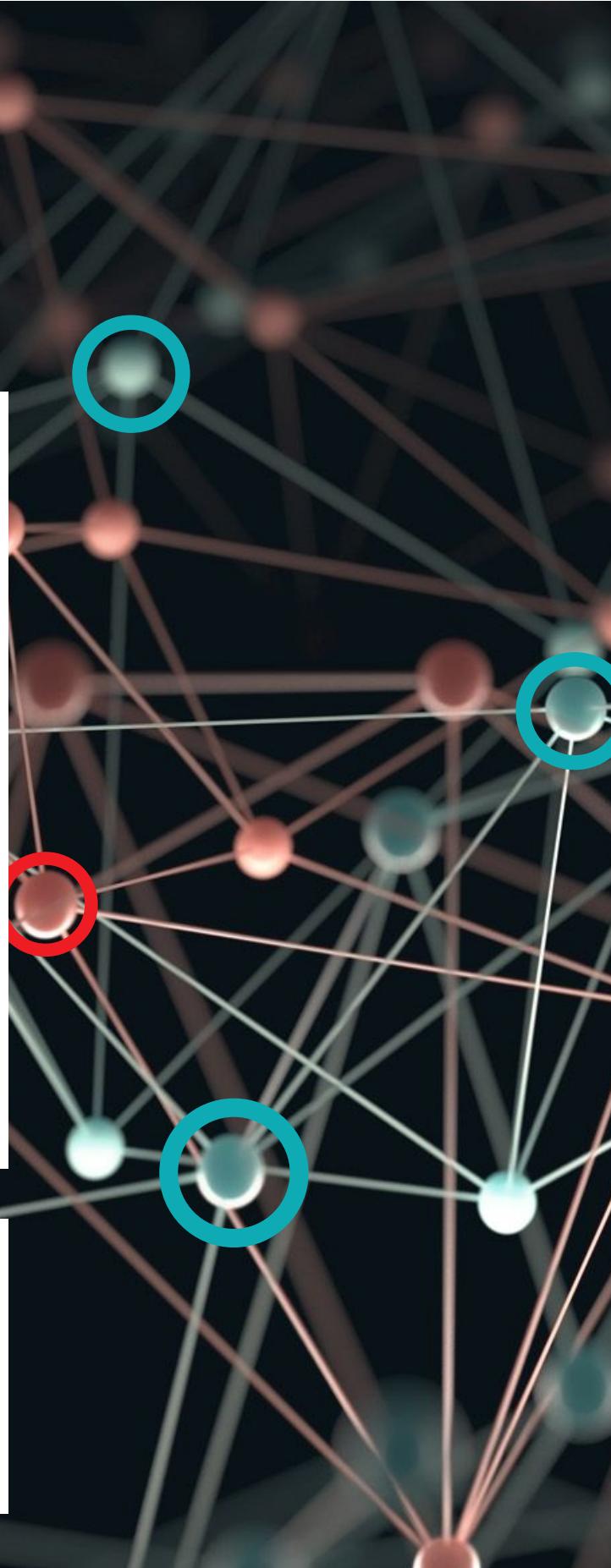




Foto: IMFDF

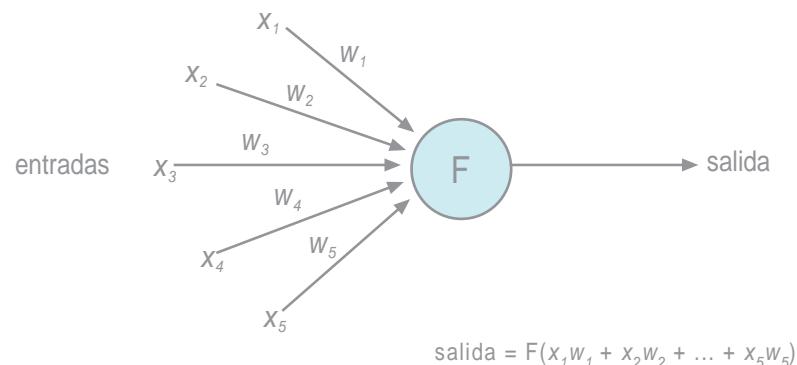
## JORGE PÉREZ

Profesor Asociado del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile e Investigador del Instituto Milenio Fundamentos de los Datos. Sus intereses incluyen datos en la Web, teoría de redes neuronales profundas, análisis de texto en medicina y política, y el impulso de pensamiento computacional a nivel escolar. Ha publicado en eventos como ICLR, WWW, SIGIR, SIGMOD, VLDB y PODS, y su trabajo ha recibido el premio al mejor artículo en cinco conferencias internacionales. En Twitter lo encuentras como @perez.

En 1943 se creó el primer modelo matemático simplificado de una neurona biológica [MP43]. A este trabajo le siguieron varios otros que refinaron el modelo [K56,R58] y mostraron que las llamadas neuronas artificiales podían aprender a resolver tareas complejas. Se empujó entonces la idea de que conectar pequeñas unidades computacionales simples formando grandes redes de neuronas artificiales, sería la clave para construir sistemas computacionales con capacidades similares a las humanas. Respecto de estos modelos, en 1958 el New York Times llegó a escribir que “se ha creado el primer mecanismo no humano capaz de percibir, reconocer e identificar su entorno [...] podrá autoreproducirse y ser consciente de su existencia” [NYT58].

A pesar de que el entusiasmo inicial duró varios años, a inicios de los setenta la idea fue completamente desechada por el mundo académico. Las dos razones principales fueron los estudios que mostraron las limitaciones matemáticas de la neurona artificial [MP69], y, por sobre todo, la promesa incumplida de construir sistemas con comportamiento humano. Esto llevó a la muerte casi total de las redes neuronales artificiales como disciplina científica. Pero hubo un investigador inglés llamado Geoffrey Hinton que, convencido del potencial, continuó desarrollando y avanzando esta área durante los ochenta sin escuchar a sus pares que lo miraban con escepticismo o, a veces, hasta con simple desidia.

En marzo de 2019 se anunció que el Premio Turing 2018, el mayor reconocimiento que se puede otorgar en ciencias de la computación, recaía en Hinton y dos de sus más cercanos colaboradores, Yoshua Bengio y Yann LeCun. El premio lo recibieron “por avances en la teoría y la ingeniería que han hecho de las redes neuronales artificiales un componente fundamental de la computación moderna” [ACM19]. Hinton y sus colaboradores tardaron cuatro décadas en convencer a la comunidad científica de que seguir estudiando redes neuronales artificiales no era una locura. Un poco menos tardaron en convencer al mundo no académico; desde hace ya varios años gran parte de las



**Figura 1.** Neurona artificial con cinco entradas.

empresas de alta tecnología descansan en el uso intensivo de estas redes y las han puesto en diversas aplicaciones que el mundo usa hoy a diario.

En este artículo explicamos el impacto de la investigación de Hinton, Bengio y LeCun, y cómo mantuvieron con vida a las redes neuronales artificiales dando paso al *aprendizaje profundo*, el término moderno que engloba las técnicas de construcción, entrenamiento y aprendizaje de estas redes.

## REDES NEURONALES ARTIFICIALES

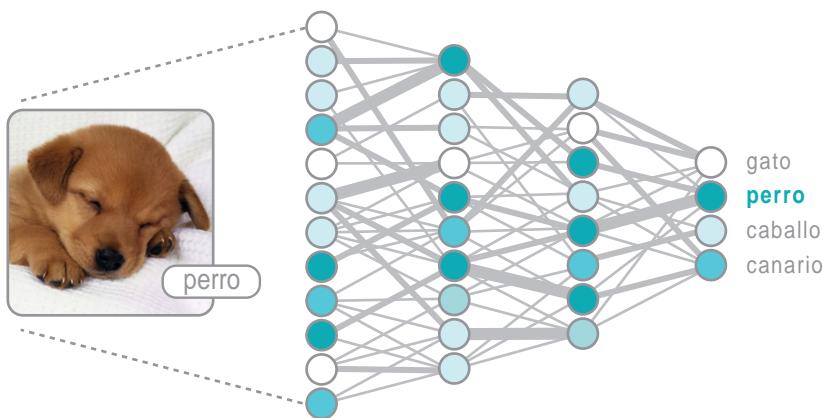
Una neurona artificial, también llamada perceptrón, es un modelo de entrada/salida muy simple compuesto por conexiones y una función de activación (ver **Figura 1**). Cada conexión está asociada a un número real llamado peso de la conexión o parámetro. Dadas entradas  $x_1$ ,  $x_2$ , ...,  $x_n$ , una neurona artificial con pesos  $w_1$ ,  $w_2$ , ...,  $w_n$  y función de activación  $F$ , entrega como salida

$$F(x_1w_1 + x_2w_2 + \dots + x_nw_n)$$

Es decir, la salida es el resultado de aplicar la función de activación a la suma de cada una de las entradas multiplicada por el peso de la

conexión correspondiente. Haciendo el símil con una neurona biológica, las entradas representan los estímulos que recibe la neurona, los pesos representan a las *dendritas* y la función de activación, al *umbral de excitación* de la neurona. Varias neuronas artificiales se pueden conectar para formar redes de neuronas (ver **Figura 2**). Típicamente las neuronas se conectan en capas de manera que las salidas de las neuronas de una capa son las entradas de las neuronas de la capa siguiente. Una *red neuronal profunda* es una que tiene varias de estas capas.

Dado un dato de entrada, por ejemplo una imagen, la red computa por capas los valores de salida de cada neurona. Los valores de la capa final se interpretan dependiendo de cada aplicación. La red de la **Figura 2** es una hipotética red para clasificar imágenes en cuatro clases. El ancho de cada conexión representa la magnitud de los pesos asociados, y el color de cada neurona representa la magnitud de su valor de salida cuando procesa el ejemplo de la figura. En la última capa la clase decidida por la red es la que corresponde a la neurona de valor más alto (en la **Figura 2**, la salida es “perro”). La salida que produce una red neuronal depende de los valores de entrada y de la magnitud de los pesos de cada una de las conexiones. Por lo tanto, si cambiamos los pesos de las conexiones cambiará también el



**Figura 2.** Red neuronal artificial de varias capas.

funcionamiento de la red. Dado un conjunto de datos, podemos ir cambiando los pesos de la red de manera de adaptarla para que clasifique los datos tan bien como sea posible. Este proceso se llama *entrenamiento*.

## HINTON Y EL ALGORITMO DE PROPAGACIÓN HACIA ATRÁS

En el artículo “Learning Internal Representations by Error Propagation” [RHW86a], en conjunto con D. Rumelhart y R. Williams, Hinton utilizó por primera vez la versión moderna del algoritmo de *propagación de errores* hacia atrás para entrenar una red neuronal artificial. Este algoritmo, conocido hoy como *backpropagation*, permite computar eficientemente la incidencia que tiene cada conexión de la red en el error total que la red comete cuando clasifica ejemplos. Usando una elegante combinación entre cálculo diferencial, la regla de la cadena y programación dinámica, *backpropagation* permite determinar cuánto se debe modificar cada conexión para hacer a la red más efectiva. Desde el artículo de Hinton y hasta la fecha, *backpropagation* es el estándar para entrenar redes neuronales. Pero en esta investigación Hinton fue más allá; mostró cómo una red neuronal entrenada con *backpropagation* podía descubrir *representaciones internas* de los datos

de entrada que le permitían resolver problemas que hasta ese momento se creían imposibles de resolver con estas redes [RHW86a, RHW86b].

A pesar de lo promisorio del algoritmo, su aplicación a gran escala no fue inmediata principalmente por la falta de poder computacional y la escasez de datos de entrenamiento. No fue sino hasta el año 2012 cuando Hinton y un grupo de estudiantes [KSH12] usó *backpropagation* más un conjunto de ingeniosas optimizaciones para ganar *ImageNet*<sup>1</sup>, uno de los más importantes desafíos de clasificación de imágenes. Las redes neuronales superaron por amplio margen a los modelos competidores, cambiando de manera radical el área de visión computacional. El triunfo en *ImageNet* es considerado por muchos como el hito que cambió la percepción del mundo científico acerca de las redes neuronales artificiales.

## LECUN Y LAS REDES CONVOLUCIONALES

Lo esencial de la red usada por Hinton y sus estudiantes para ganar *ImageNet* había sido propuesto más de veinte años atrás, en 1989, por Yann LeCun. En el artículo “Generalization and Network Design Strategies” [LeCun89], LeCun se basó en la siguiente observación: las

características distintivas de un objeto pueden aparecer en cualquier lugar de una imagen que contenga a ese objeto. Pensemos por ejemplo en la rueda de una bicicleta; ésta puede aparecer tanto en el extremo izquierdo como en el centro de una imagen, sin dejar de ser la rueda de una bicicleta. LeCun ideó una red neuronal que para procesar imágenes consideraba pequeñas ventanas, también llamadas *filtros*, que podrían usarse para encontrar características específicas dentro de una imagen sin importar dónde éstas aparecieran. Para implementar los filtros, las conexiones de distintas neuronas estaban obligadas a compartir la misma magnitud modelando de esta manera la capacidad de reconocer una misma característica en distintos lugares de la imagen. Si bien la idea de usar filtros para procesar imágenes no era nueva, el cambio que introdujo LeCun fue dejar que la red neuronal aprendiera los filtros necesarios usando *backpropagation* y datos de entrenamiento, en vez de ser diseñados a mano. La red de LeCun, que hoy conocemos como *red convolucional*, tenía otra característica importante: al obligar que conexiones de distintas neuronas tuvieran la misma magnitud, la cantidad total de pesos distintos en la red disminuía de manera sustancial lo que facilitaba considerablemente el entrenamiento.

Las redes de LeCun tuvieron un uso práctico casi inmediato. A finales de los noventa cerca del 20% de todos los cheques de Estados Unidos eran procesados automáticamente por una red neuronal convolucional. Sin embargo, su propuesta no tuvo eco en la comunidad científica que seguía prefiriendo métodos alternativos para procesar imágenes, en parte por la falta del software necesario, y en parte por lo difícil de conseguir datos para entrenamiento. LeCun hizo esfuerzos para mejorar ambos aspectos. Junto a L. Bottou, escribió el primer software para facilitar la implementación de redes neuronales [BL88]. El software llamado SN tenía una sintaxis similar a LISP y corría sobre AmigaOS. También recopiló el conjunto de datos MNIST [MNIST] que contiene 60 mil imágenes de dígitos escritos a mano y que sigue siendo utilizado como conjunto de datos

1. <http://image-net.org/challenges/LSVRC/>



de entrenamiento y prueba de redes neuronales hasta el día de hoy.

## BENGIO Y EL PROCESAMIENTO Y CREACIÓN DE DATOS COMPLEJOS

Tanto las redes neuronales tradicionales como las convolucionales tienen la desventaja de que su entrada debe ser de tamaño fijo. Durante los años noventa Yoshua Bengio hizo aportes cruciales en la teoría y la práctica de redes *neuronales recurrentes* que son capaces de procesar secuencias de largo arbitrario con una cantidad fija de conexiones. El trabajo de Bengio [BSF94], y otros pioneros del área [HS97], mostró que las redes neuronales podían utilizarse para procesar series de tiempo, clasificar texto y reconocer voz.

Bengio ha estado también involucrado en tres de los avances más importantes en redes neuronales del último tiempo: la simplificación de

las funciones de activación [GBB11], el mecanismo de atención [BChB15], y las redes generativas adversarias [G14]. El primer trabajo introdujo la unidad lineal rectificada (ReLU) que simplificó radicalmente el proceso de entrenamiento. ReLU es hoy la función de activación utilizada por defecto en la mayoría de las redes neuronales. El segundo trabajo implicó una contribución fundamental en procesamiento de lenguaje natural que ha permitido el florecimiento de, por ejemplo, sistemas de traducción automática de alta precisión. El tercero es considerado por muchos como la idea más importante acerca de redes neuronales de los últimos veinte años. Es una técnica en la que dos redes se entrena simultáneamente en una *competencia*. Por ejemplo, una red **A** se entrena para producir imágenes de personas, mientras otra red **B** se entrena para identificar si una imagen es de una persona real o si fue producida por **A**. El objetivo de **A** es engañar a **B**, mientras que el objetivo de **B** es no ser engañado por **A**. El entrenamiento conjunto le permite a la red **A** generar objetos nuevos de increíble parecido a la realidad (ver [Figura 3](#)).

## EPÍLOGO: LA REVOLUCIÓN ACTUAL Y FUTURA

Hace diez años, muy pocos se hubieran imaginado que el premio Turing sería entregado a científicos trabajando en redes neuronales artificiales. Hoy usamos redes neuronales sin darnos cuenta en muchas tareas, como cuando usamos un traductor automático o mejoramos la calidad de una foto tomada con poca luz. También se usan en el área de la salud, planificación urbana, conducción asistida de automóviles e incluso composición musical. Las aplicaciones de hoy se deben, en gran parte, a tres científicos que vaticinaron que era solo cuestión de tiempo para que la *revolución ocurriera*. Visualizaron que con el software y hardware necesarios, solo habría que esperar a que los datos estuvieran disponibles para lograr la eficacia requerida para superar a la mayoría de los métodos tradicionales.



**Figura 3.** Imágenes de caras generadas por una red adversa generativa.

Los tres científicos advierten que el siguiente paso en la revolución de la inteligencia artificial vendrá de ideas radicalmente distintas a las que hoy se utilizan. LeCun, en su ya famosa frase “*la revolución de las máquinas no será supervisada*”, nos invita a diseñar sistemas que puedan aprender sin supervisión, a diferencia de la tendencia predominante de aprendizaje desde datos etiquetados. Por su parte, Bengio ha sido uno de los impulsores de la combinación entre redes neuronales y razonamiento lógico simbólico, dos áreas que históricamente se han

considerado como antagonistas. Los tres observan que una característica de la que hoy carecen las redes neuronales es de la capacidad para construir modelos del mundo, algo como *sentido común*. Por ejemplo, desde imágenes las redes no son capaces de aprender que un gato no puede volar, o que la gravedad siempre apunta hacia abajo. Para construir sistemas con inteligencia general éstos deben ser capaces de entender el mundo más allá de lo que se necesita para resolver una tarea específica.

Hinton nos deja con el siguiente mensaje: “*Si tienes una idea y el convencimiento absoluto de que la idea es correcta, no permitas que la gente te convenza de que es una estupidez, simplemente ignóralos*”. A la obstinación de Hinton, Bengio y LeCun le debemos la actual revolución en inteligencia artificial. Tendremos que esperar por nuevos obstinados y obstinadas que guíen la próxima revolución. ■

## REFERENCIAS

- [MP43] W. McCulloch and W. Pitts. A logical calculus of ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5:127–147, 1943.
- [K56] S. C. Kleene. Representation of events in nerve nets and finite automata. In *Automata Studies*, pp. 3-41. Princeton University Press, 1956.
- [R58] F. Rosenblatt. The Perceptron: A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain, *Psychological Review*, vol. 65, 6:386–408, 1958.
- [NYT58] Electronic Brain Teaches Itself. *The New York Times*, July 13, Page 9, 1958.
- [MP69] M. Minsky, S. A. Papert. *Perceptrons*, MIT press, 1969.
- [ACM19] ACM Announces 2018 Turing Award Recipients, March 27, 2019, <https://awards.acm.org/about/2018-turing>
- [RHW86a] D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, R. J. Williams. Learning Internal Representations by Error Propagation, *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition. Vol. 1: Foundations*, 318–362, 1986.
- [RHW86b] D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, R. J. Williams. Learning representations by back-propagating errors, *Nature*, 323:533–536, 1986.
- [KSH12] A. Krizhevsky, I. Sutskever, G. E. Hinton. ImageNet classification with deep convolutional neural networks, *Advances in Neural Information Processing Systems*, 1106-1114, 2012.
- [LeCun89] Y. LeCun. Generalization and Network Design Strategies. *Tech Report*, U. of Toronto, 1989.
- [BL88] L. Bottou, Y. LeCun. SN: A simulator for connectionist models. *NeuroNimes*, 1988.
- [MNIST] Y. LeCun, C. Cortes, C. Burges. MNIST handwritten digit database, <http://yann.lecun.com/exdb/mnist/>
- [BSF94] Y. Bengio, P. Simard, P. Frasconi. Learning long-term dependencies with gradient descent is difficult, *IEEE transactions on neural networks* 5 (2), 157-166.
- [HS97] S. Hochreiter, J. Schmidhuber. Long Short-Term Memory, *Neural computation* 9(8), 1735-1780, 1997.
- [GBB11] X. Glorot, A. Bordes, Y. Bengio. Deep sparse rectifier neural networks. *AISTATS* 2011.
- [BChB15] D. Bahdanau, K. Cho, Y. Bengio. Neural Machine Translation by Jointly Learning to Align and Translate. *International Conference on Learning Representations*, 2015.
- [G14] I. Goodfellow et. al. Generative Adversarial Nets, *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2672-2680, 2014.



# LO QUE LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL REALMENTE NOS DICE SOBRE EL FUTURO DE LA AUTOMATIZACIÓN Y EL TRABAJO

Traducción al español por Federico Olmedo de la obra “What the Industrial Revolution really tells us about the future of automation and work” por Moshe Y. Vardi, publicada en The Conversation bajo la licencia Creative Commons Atribución - No Derivada (CC BY – ND).



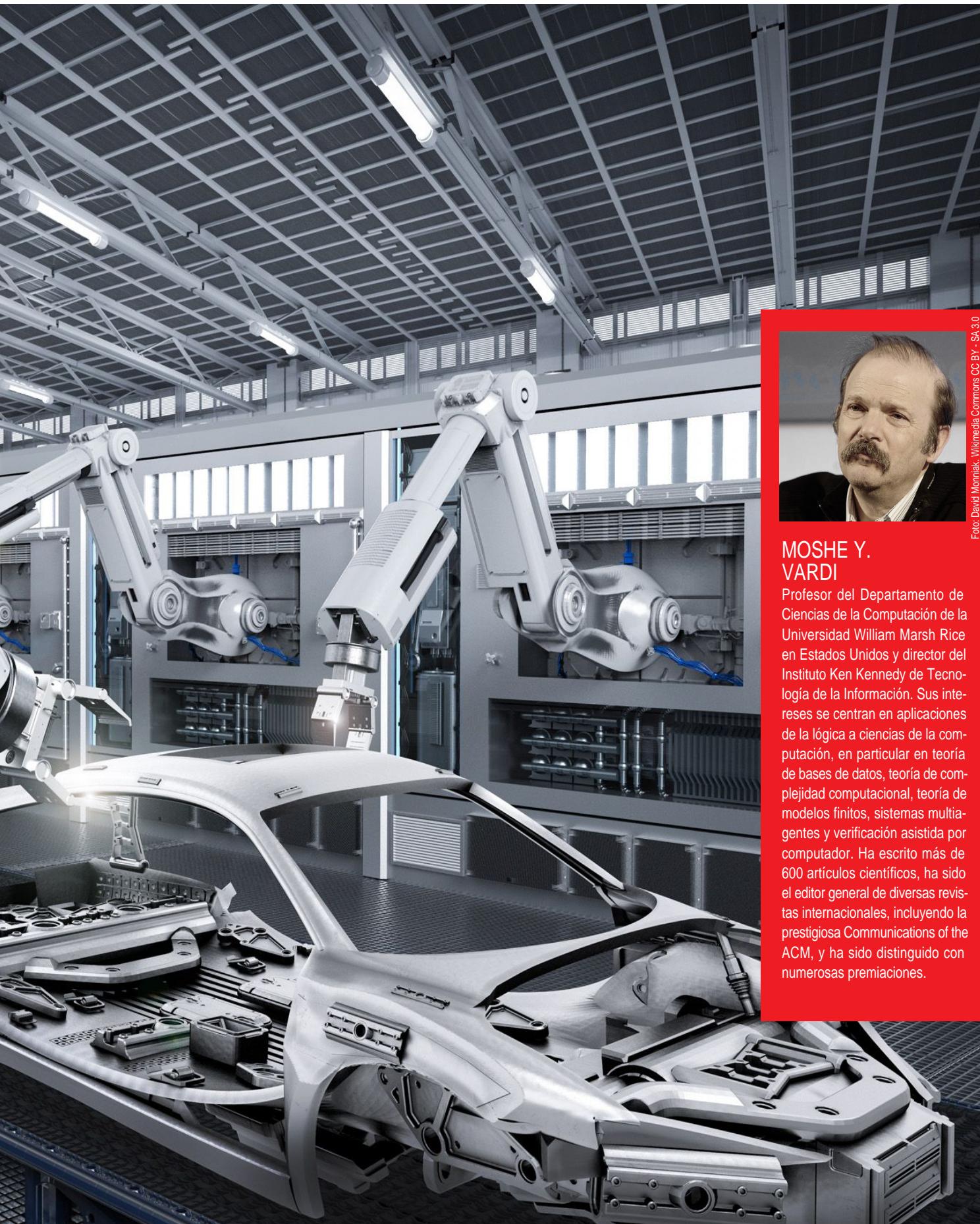
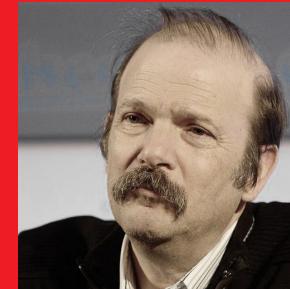


Foto: David Morniak, Wikimedia Commons CC BY · SA 3.0



### MOSHE Y. VARDI

Profesor del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad William Marsh Rice en Estados Unidos y director del Instituto Ken Kennedy de Tecnología de la Información. Sus intereses se centran en aplicaciones de la lógica a ciencias de la computación, en particular en teoría de bases de datos, teoría de complejidad computacional, teoría de modelos finitos, sistemas multagentes y verificación asistida por computador. Ha escrito más de 600 artículos científicos, ha sido el editor general de diversas revistas internacionales, incluyendo la prestigiosa Communications of the ACM, y ha sido distinguido con numerosas premiaciones.



Con el avance de la automatización y la inteligencia artificial ha surgido una preocupación generalizada sobre cuál va a ser el porvenir del trabajo. Imagínese que millones de personas perdamos nuestra fuente de trabajo. ¿Cómo sostendremos nuestras familias? ¿Qué cambios serán necesarios para que la sociedad se readapte?

Al respecto, muchos economistas afirman que no hay motivos para preocuparnos. Nos recuerdan que las mayores transformaciones en la forma y mercado laboral ocurridas en el pasado —especialmente en la (Primera) Revolución Industrial del siglo XVIII y XIX— no acabaron en ningún desajuste social o padecimiento generalizado. Esos economistas afirman que si la llegada de nuevas tecnologías destruyera el trabajo, la gente simplemente

encontraría nuevos trabajos [1]. Como sostiene Kenneth Rogoff [2], economista de la Universidad de Harvard:

*"Desde el comienzo de la era industrial ha habido un miedo recurrente de que los cambios tecnológicos generaran un desempleo masivo. Los economistas neoclásicos predijeron que esto no ocurriría, arguyendo que las personas encontrarían otros trabajos aunque, posiblemente, luego de un largo y penoso periodo de reajuste".*

Sin duda tienen razón con respecto al —largo y penoso— periodo de reajuste (ver [Figura 1](#)). La Revolución Industrial trajo consigo dos grandes revoluciones comunitarias que conjuntamente acabaron con la vida de 30 millones de personas [3]. El estado del bienestar actual y

su influencia estabilizadora no surgieron hasta después de la Segunda Guerra Mundial, es decir, 200 años después del comienzo de la Revolución Industrial [4].

En la actualidad, mientras la globalización y la automatización aumentan la productividad de las empresas de manera no menor, un gran número de sus trabajadores ven sus salarios completamente estancados. El creciente poder de la automatización y la inteligencia artificial vaticinan la llegada de una época de adversidad y crisis social. La pregunta que como sociedad estamos obligados a hacernos es si los economistas no están minimizando el alcance de sus previsiones al decírnos que la situación se va volver a normalizar ¡en uno o dos siglos!



**Figura 1.** Revuelta social originada por la Primera Revolución Industrial. En la foto se observa una protesta del sindicato Industrial Workers of the World (IWW) en Nueva York, 1914. Fuente: Library of Congress.

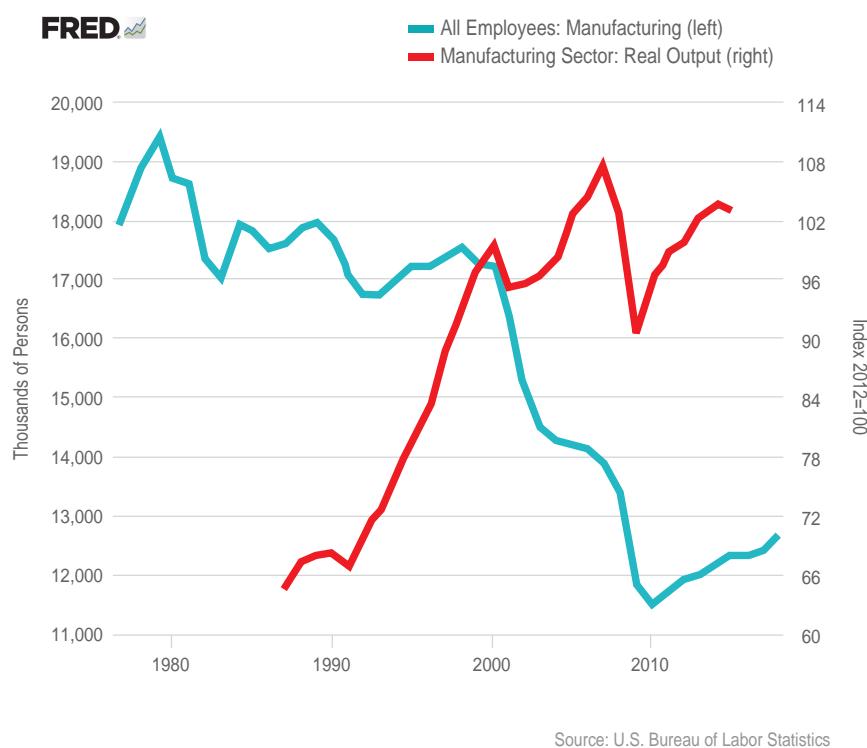
## ALCANZANDO UN PUNTO DE INFLEXIÓN

Para aprovechar las enseñanzas que nos dejó la Revolución Industrial, debemos situarla en un contexto histórico adecuado. La Revolución Industrial, fue un punto de inflexión [5]. Durante varios miles de años previos a la Revolución Industrial, el crecimiento económico fue muy moderado y estuvo marcado principalmente por el crecimiento de la población: los agricultores cultivaban algo más de alimentos y los herreros construían algunas herramientas más, pero los habitantes de las primeras sociedades agrarias de la Mesopotamia, Egipto, China e India sin duda hubieran reconocido la Europa del siglo XVII.

Sin embargo, con la llegada de la máquina de vapor y demás maquinaria industrial de mediados del siglo XVIII, la actividad económica despegó [6]; el crecimiento que se dio en los siguientes 100 o 200 años alcanzó una escala nunca antes vista. Notablemente, en la actualidad podemos estar alcanzando un punto de inflexión similar debido a la llegada de la Cuarta Revolución Industrial<sup>1</sup> [7], donde todo lo ocurrido hasta ahora sería insignificante en comparación con la productividad y rentabilidad que se vendría en los próximos siglos.

## ERRANDO LAS PREDICIONES

Es muy fácil subestimar el potencial impacto de la globalización y automatización. ¡Yo mismo lo he hecho! En marzo del 2000 el índice bursátil de la bolsa de valores NASDAQ, la segunda más grande de Estados Unidos, alcanzó un máximo histórico para colapsar inmediatamente, produciendo una desvalorización de activos de más de 8 trillones de dólares [8]. Al mismo tiempo, la expansión global de Internet permitió externalizar hacia el extranjero gran parte de la producción



**Figura 2.** Evolución del empleo (línea azul) y productividad (línea roja) en Estados Unidos durante los últimos cuarenta años.

nacional de software, llevando a un temor generalizado de que los empleos en TI desaparecieran en masa [9]<sup>2</sup>.

Preocupada por el efecto que esto podría generar sobre la educación y empleo en el sector, la Association for Computing Machinery (ACM) tomó cartas en el asunto. En 2006 su grupo de estudio, que codirijo, concluyó que no existía ninguna evidencia contundente para creer que la industria del software fuese a migrar fuera de los países desarrollados [10]. La última década no hizo más que confirmar esa predicción.

Sin embargo, el informe también reconocía que *“las ganancias comerciales podrían distribuirse de manera diferente”*, lo que básicamente significaba que algunos individuos y regiones iban a ganar y otros iban a perder.

## ALCANCE Y EFECTOS SOBRE LA PRODUCTIVIDAD

Tanto en la (Primera) Revolución Industrial del siglo XVIII como en la actual (Cuarta), los primeros efectos se observaron en la producción de los países desarrollados. Sin ir muy lejos, al reemplazar trabajadores por tecnología la productividad de Estados Unidos en el periodo 1995-2015 se duplicó [11]. El nivel de producción actual está en su máximo histórico; sin embargo, la tasa de empleo alcanzó su máximo histórico en 1980 y desde 1995 viene cayendo abruptamente [12] (ver Figura 2).

A diferencia de lo ocurrido en el siglo XVIII y XIX, actualmente los efectos de la globalización y automatización se están extendiendo hacia

1. N. del T.: Hasta ahora con Revolución Industrial nos referímos a la también llamada Primera Revolución Industrial ocurrida entre mediados del siglo XVIII y XIX.

2. N. del T.: Con “nacional” el autor se refiere a estadounidense.

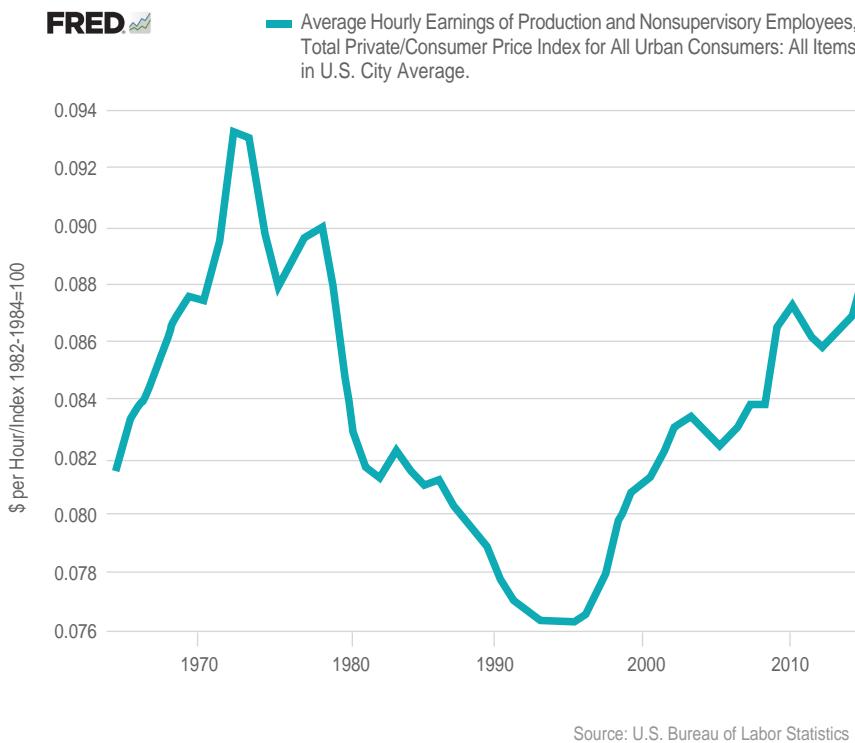


Figura 3. Evolución de los ingresos en Estados Unidos durante los últimos cincuenta años.

los países en vía de desarrollo. La llamada *curva del elefante* de Branko Milanovic [13] muestra cómo los ingresos a nivel mundial incrementaron desde 1998 a 2008. Mientras los ingresos de los “muy pobres” se estancaron, los ingresos de las economías emergentes incrementaron, sacando de la pobreza a ciento de millones de personas [14]. Las personas en la escala más alta de ingresos también se vieron beneficiadas por la globalización y automatización.

Desafortunadamente, también los ingresos de la clase trabajadora de los países desarrollados se han estancado. En Estados Unidos, por ejemplo, los ingresos del obrero medio, ajustados por la inflación, son esencialmente los mismos que en 1970 [15] (ver Figura 3).

Hoy en día la automatización está alcanzando también a las economías de los países en vía

de desarrollo. Un estudio reciente de la International Labor Organization concluyó que más de dos tercios de los 9.2 millones de puestos de trabajo textiles y del calzado del sudeste asiático corren peligro de desaparecer por la amenaza de la automatización [16].

## RECONOCIENDO QUE EL PROBLEMA EXISTE

Además de diseminarse a lo largo y ancho del planeta, la automatización y la inteligencia artificial están penetrando economías enteras. Contadores, abogados, camioneros e incluso trabajadores de la construcción —cuyos trabajos no se vieron afectados por la Primera Revolución Industrial— van a sufrir un cambio sustancial de su forma de trabajo, si es que

no son directamente reemplazados por computadoras [17].

Los resultados van a ser asombrosos, pero a la vez pueden traer consecuencias muy negativas. Acontecimientos políticos recientes sugieren que los deseos de prosperidad económica juegan un rol fundamental en este contexto. De hecho, el Brexit en el Reino Unido y la elección de Trump en Estados Unidos fueron motivados en gran medida por reivindicaciones económicas [18].

Nuestra economía y sociedad se van a transformar de manera nada despreciable, sin presentar ningún mecanismo que compense o amortigüe dichos cambios. Al augurar predicciones económicas como ésta, vale la pena recordar el aviso del reconocido economista israelí Ariel Rubinstein al respecto [19]:

*“Estoy sumamente empeñado en rechazar cualquier interpretación que sostenga que los modelos económicos llevan a conclusiones de valor real”.*

Rubinstein aduce que la teoría económica nos dice más sobre los modelos económicos que sobre la economía real. Deberíamos considerar su aviso como una advertencia: cuando se trate de predecir el futuro del trabajo es necesario escuchar no solo a los economistas sino también a los historiadores, quienes para desarrollar sus predicciones tienen en cuenta una perspectiva histórica mucho más profunda [20]. La automatización va a cambiar significativamente la vida de muchas personas, posiblemente de forma penosa y duradera. ■

## REFERENCIAS

- [1] V. Giang, "Robots Might Take your Job, but here's Why You Shouldn't Worry", *Fast Company*, 28-jul-2015.
- [2] K. Rogoff, "King Ludd is Still Dead", Project Syndicate, 01-oct-2012.
- [3] M. White y S. Pinker, *Atrocities: The 100 Deadliest Episodes in Human History*. W.W. Norton, 2013.
- [4] D. Brown, "1945-51: Labour and the Creation of the Welfare State", *The Guardian*, 14-mar-2001.
- [5] M. Gladwell, *The tipping point: How Little Things Can Make a Big Difference*. Little, Brown, 2006.
- [6] D. Thompson, "The Economic History of the Last 2,000 Years in 1 Little Graph", *The Atlantic*, 19-jun-2012.
- [7] K. Schwab, "The Fourth Industrial Revolution", *World Economic Forum*.
- [8] J. Cassidy, "The Next Crash", *The New Yorker*, 04-nov-2002.
- [9] R. Weisman, "At the Center of a Culture Shift", *The Boston Globe*, 25-may-2004.
- [10] W. Aspray, F. Mayadas, M. Y. Vardi et al, "Globalization and Offshoring of Software", *Report of the ACM Job Migration Task Force*, ACM, 2006.
- [11] M. J. Perry, "Phenomenal Gains in Manufacturing Productivity", American Enterprise Institute, 27-abr-2012.
- [12] U.S. Bureau of Labor Statistics, "All Employees: Manufacturing [MANEMP]", jun. 2019.
- [13] M. Corak, "Worlds of Inequality", *The American Prospect*, 28-may-2016.
- [14] A. Corlett, "Examining an Elephant", *Globalisation and the Lower Middle Class of the Rich World, Resolution Foundation Report*, 2016.
- [15] U.S. Bureau of Labor Statistics, "Average Hourly Earnings of Production and Nonsupervisory Employees: Total Private [AHEPPI]", jun. 2019.
- [16] A2 Global Risk, "Impact of Automation on Asia's Textile & Clothing Industries", 16-mar-2017.
- [17] M. Grothaus, "Bet You Didn't See This Coming: 10 Jobs That Will Be Replaced By Robots", *Fast Company*, 19-ene-2017.
- [18] M. Jacobs y M. Mazzucato "The Brexit-Trump Syndrome: It's the Economics, Stupid", *British Politics and Policy at LSE*, 21-nov-2016.
- [19] A. Rubinstein, "Economic Fables", Open Book Publishers, 2012.
- [20] Y. N. Harari, "The meaning of life in a world without work", *The Guardian*, 08-may-2017.

# AUTOMATIZACIÓN DE LA BANCA CHILENA: TRANSFORMACIÓN TECNOLÓGICA Y CONFLICTOS EN EL TRABAJO





**GIORGIO  
BOCCARDO**

Sociólogo y Profesor Asistente del Departamento de Sociología de la Universidad de Chile. Sus intereses en investigación incluyen trabajo, clases y conflicto social en Chile y América Latina. Es director de la Fundación Nodo XXI. En Twitter lo encuentras como @gboccardobosoni.



En los últimos años asistimos a una profunda reestructuración de los servicios de intermediación financiera en Chile y el mundo. Conceptos como *plataformas digitales, inteligencia de negocios, apps telefónicas, banca digital u oficina virtual* se han vuelto recurrentes en la industria bancaria. Para los defensores del cambio tecnológico se trata de una adaptación chilena a los mercados financieros globales, mayores posibilidades de innovación y la creación de empleos más calificados; para sus detractores, implica la destrucción masiva de puestos de trabajo, menor seguridad social y mayor incertidumbre laboral. Pero más allá de la veracidad de estas proyecciones, el hecho indesmentible es que el trabajo bancario se está transformando a pasos agigantados.

¿Es inevitable la automatización? ¿Implica necesariamente el fin de las ocupaciones bancarias? ¿Estamos en los inicios de una banca completamente digital? ¿Qué consecuencias tiene para trabajadores y trabajadoras, y qué pueden hacer sus sindicatos?

El presente artículo explora la introducción de nuevas tecnologías en el proceso de trabajo bancario; examina las nuevas formas de control, de descalificación laboral y las resistencias que emergen ante las nuevas tecnologías; y,

finalmente, reflexiona sobre los límites y posibilidades de la automatización bancaria<sup>1</sup>.

## LA BANCA CHILENA: UNA INDUSTRIA EN PERMANENTE TRANSFORMACIÓN

Históricamente, la banca ha incorporado tecnologías para organizar su proceso de trabajo, siendo pionera en relación con otros sectores productivos [Sadovska, K. & Kamola, 2017]. Los primeros antecedentes para el caso chileno se remontan a la década del sesenta del siglo XX con el arribo de computadores para gestionar centralizadamente cuentas bancarias de clientes, cobranzas de deudas, sistemas de contabilidad y estadística financiera [Mella & Parra, 1990]. A fines de los años setenta se interconectó el sistema bancario nacional y extranjero mediante la *Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication (SWIFT)*, y se introdujeron dispositivos de respuesta automatizada y centros de llamado para la atención telefónica de clientes. Durante los ochenta e inicios de los noventa se inició la automatización de las oficinas por medio de las transacciones 24/7, transferencias de fondos entre sucursales y diversos bancos, y la

introducción de cajeros automáticos. A comienzos del siglo XXI se crearon páginas web institucionales con diversos servicios en línea y se expandió la cobertura y los servicios prestados por la banca telefónica.

Todas estas transformaciones tecnológicas suprimieron ocupaciones calificadas y no calificadas, o bien, tareas específicas; no obstante, la aguda financiarización que ha experimentado nuestra sociedad en las últimas décadas, con la expansión de los créditos de consumo o la mercantilización de la educación y la salud [Moulian, 1997; Ruiz & Boccardo, 2014], han demandado sistemáticamente una mayor cantidad de trabajos bancarios en relación con aquel que quedaba obsoleto [Mauro, 2004].

Tras la crisis económica de 2008, la industria bancaria introdujo nuevamente tecnologías para reorganizar su proceso de trabajo y, con ello, aumentar la intensidad de éste. Por medio de la extracción y explotación de grandes volúmenes de datos de clientes, así como una mayor informatización de procesos administrativos, de oficinas físicas y de la banca telefónica, se comenzó a articular un entramado bancario orientado cada vez más a la producción de servicios financieros ajustados a necesidades específicas de sus clientes.

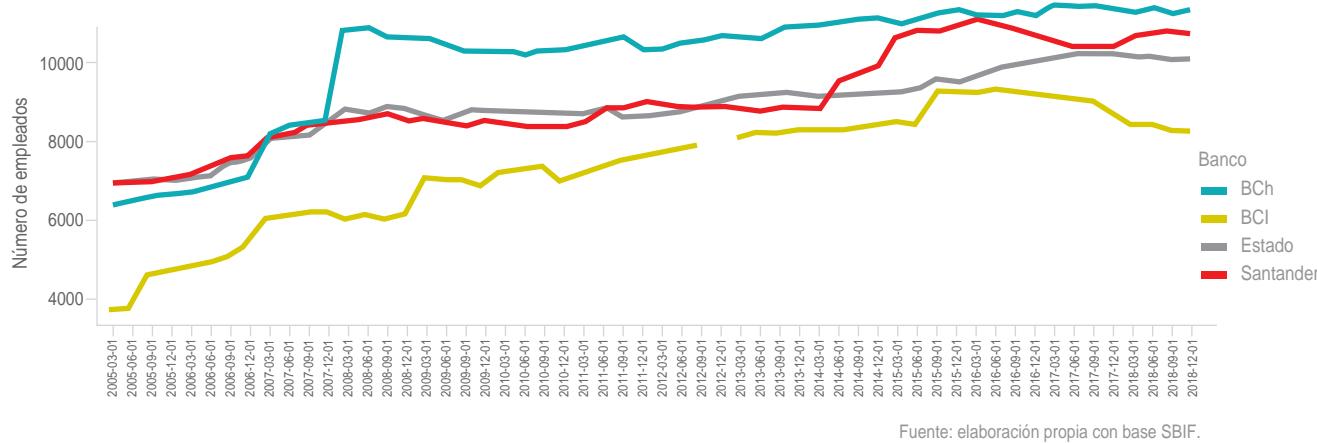
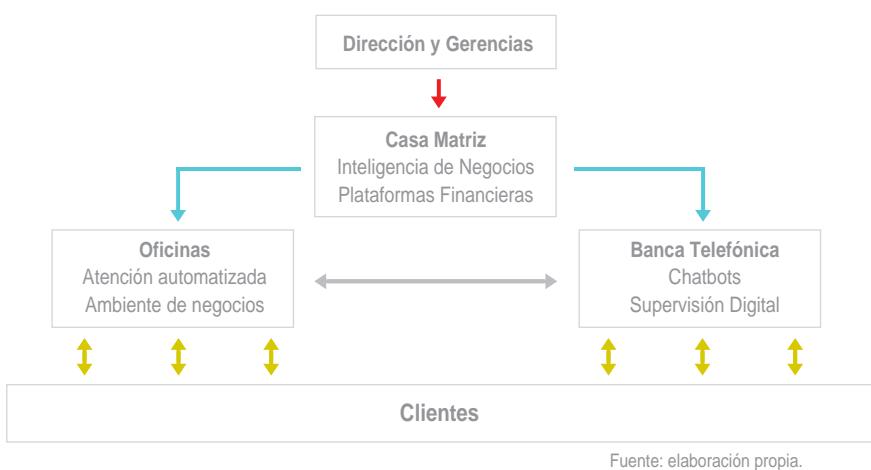


Figura 1. Empleados bancarios, cuatro mayores bancos (2005 - 2018)<sup>2</sup>.

1. Los resultados que acá se presentan se basan en un análisis de tendencias del mercado de trabajo de servicios de intermediación bancaria (1988-2017) a partir de la Encuesta Nacional de Empleo (ENE); la revisión y análisis de documentos de la Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras (SBIF); 36 entrevistas en profundidad a trabajadores, supervisores y dirigentes sindicales –según género y experiencia– en un gran banco chileno; y ocho años de trabajo etnográfico con un sindicato bancario. Esta investigación es financiada por la Beca de Doctorado Nacional (CONICYT) N° 21161233.  
 2. Para diciembre de 2012 el BCI presentaba errores en el número de empleados reportados por lo que se eliminó el dato para dicho periodo. Se considera como empleados al personal contratado directamente en las Casas Matrices, Sucursales, Cajas Auxiliares y Oficinas de Apoyo.



**Figura 2.** Organización del proceso de trabajo bancario y automatización.

En ese sentido, la automatización del trabajo bancario así como la “destrucción creativa” de ocupaciones han sido una constante en los servicios de intermediación financiera [Frías, 1990]. Entonces, ¿qué sería lo novedoso de esta última oleada de automatizaciones? Y, ¿quiénes y cómo están siendo afectados por estas transformaciones?

Desde el 2015 diversos indicadores muestran una reducción absoluta de la fuerza de trabajo bancaria. Es decir, la tasa de destrucción es mayor a la creación de nuevas ocupaciones. Sin embargo, a diferencia de 1997 o 2008, este cambio no puede asociarse directamente a una crisis económica.

La **Figura 1** muestra que en los últimos años los cuatro mayores bancos detuvieron o disminuyeron el peso de su fuerza de trabajo en términos absolutos. En particular, el Banco de Crédito e Inversiones (BCI) fue el primero en introducir nuevas tecnologías de manera intensiva, pero su principal competencia, el Banco de Chile (BCH) y el Santander han replicado esta fórmula, sobre todo ahora que inician proyectos de automatización de sus oficinas. En tanto, el Banco Estado mantiene un comportamiento más próximo al del resto del empleo público aunque en el último año también comenzó a replicar esta tendencia. A nivel agregado, en el periodo 2017-2018 se perdieron 807 empleos directamente vinculados a instituciones financieras (SBIF) lo

que puede resultar indicativo de una tendencia mayor del mercado de trabajo bancario.

Reducir los cambios en la industria bancaria a la automatización no permite entender el problema en su total complejidad. Primero, porque sus rasgos más característicos resultan de una combinación de nuevas tecnologías, con dinámicas de flexibilidad organizacional y una creciente feminización de las ocupaciones, pero también de una activa participación de sus organizaciones sindicales [Mauro, 2004; Narbona, 2012; Riquelme, 2013]. Segundo, porque la evidencia reciente indica que las nuevas tecnologías están eliminando una proporción acotada de ocupaciones y/o tareas, en paralelo a un aumento de la descalificación laboral y un mayor control sobre los que sí se mantienen empleados en la industria bancaria.

## EL PROCESO DE TRABAJO BANCARIO: AUTOMATIZACIÓN, NUEVAS FORMAS DE CONTROL Y DE RESISTENCIA

La banca siempre ha tenido como principal objetivo la obtención de rentas mediante la prestación de servicios de intermediación financiera. A través del uso intensivo de sus principales activos, a saber, el dinero y la

información, se ha organizado un complejo proceso de trabajo que busca convertirlos en productos bancarios tales como custodia de dinero, entrega de créditos, seguros y asesorías financieras de todo tipo [Frías, 1990]. Para ello, la dirección y las gerencias tienen que articular tres procesos diferentes que sostienen la “producción bancaria”: la casa matriz y oficinas administrativas, las sucursales físicas u oficinas, y la banca telefónica (ver **Figura 2**). Sin embargo, los tres procesos tienen un denominador común: orientar su labor a la producción y reproducción de la confianza de los clientes con la institución bancaria.

En la casa matriz y las oficinas administrativas se desenvuelven trabajos calificados y semi-calificados como directores, gerentes de divisiones, supervisores de procesos internos, programadores, analistas de datos, diseñadores de productos y personal administrativo. Su propósito general es administrar y reproducir la confianza de los clientes institucionales y mercados financieros, recolectar y explotar datos de clientes particulares, diseñar productos y servicios financieros, y asegurar los sistemas de contraloría interna. No obstante, en los últimos años, la creación de unidades de inteligencia de negocios han transformado radicalmente el negocio financiero. Precisamente, la nueva banca se orienta a extraer mediante plataformas digitales y explotar con inteligencia artificial datos de clientes actuales y futuros. Estas unidades elaboran conocimiento sobre su comportamiento hasta comprender mejor sus necesidades que los propios ejecutivos comerciales. También se crean herramientas de hipersegmentación de mercado para asesorías financieras a clientes institucionales y grandes patrimonios familiares. Estas nuevas unidades reemplazan paulatinamente ocupaciones calificadas como programadores y analistas de datos, por otras similares cuyas habilidades se ajustan mejor al nuevo proceso productivo. De tal forma, los nuevos servicios financieros “contienen” cada vez más valor a partir de trabajo humano combinado con tecnologías, y no tanto, por la potencial renta que generan.

En las oficinas bancarias se emplean trabajadores semicalificados, mayoritariamente mu-



jerés, como ejecutivos comerciales, cajeros, personal dedicado a la atención de público y guardias de seguridad. Su propósito fundamental es producir y reproducir relaciones de confianza cara a cara entre los clientes con la institución bancaria, administrar carteras de clientes, vender y asistir necesidades del público general, y acompañar con asesoría financiera a clientes particulares y empresas de distintos tamaños. En los últimos años, las oficinas han experimentado importantes procesos de automatización, o bien, se les están dando nuevos usos. Las nuevas sucursales reducen ocupaciones como cajeros y atención a clientes —ahora, automáticos—, controladores de procesos internos —software— y ejecutivos dedicados a operaciones financieras simples —páginas web o apps telefónicas—. En particular, los ejecutivos comerciales pierden autonomía y poder en relación con el manejo de clientes ya que las nuevas unidades de inteligencia de negocios les entregan listados de potenciales consumidores con sus características específicas. En otros casos, la sucursal bancaria se torna un espacio en que pequeños y medianos emprendedores encuentran una “oficina” —Work Cafés—, reciben una evaluación, asesoría financiera y financiamiento para sus proyectos —el ejecutivo se transforma en consejero comercial— o les da acceso a redes de negocios.

La **Figura 3** muestra una reducción del número de sucursales de los tres principales bancos privados desde 2013. De hecho, solo en el

periodo 2017-2018 se perdieron 87 oficinas bancarias directamente vinculadas a instituciones financieras (SBIF). De momento, son cambios graduales que aún no decantan en un proceso masivo de informatización pero que marcan una tendencia relevante que, sumada al cambio cualitativo, están transformando las tradicionales oficinas en espacios de encuentro para emprendedores de todo tipo.

La banca telefónica atiende clientes, contiene reclamos, y presta servicios de cobranza y venta de productos, y se desempeñan trabajadores de baja calificación que son mayoritariamente mujeres. En los últimos años, la banca telefónica ha introducido dispositivos de respuesta automatizados —chatbots— y fortalecido mecanismos de autoatención vía plataformas digitales como forma de reducir su tamaño y costo [Jacobs et al, 2017]. En otros casos, se han sofisticado los mecanismos de control automatizados desde los tradicionales controladores de tráfico y pantallas digitales —que mediante colores manejan el ritmo de trabajo— hasta software que con inteligencia artificial dirigen en tiempo real las tonalidades y emociones utilizadas por las ejecutivas con los clientes. Una suerte de “control algorítmico” [Wood et al, 2019] que está reemplazando la supervisión humana directa en algunos procesos bancarios.

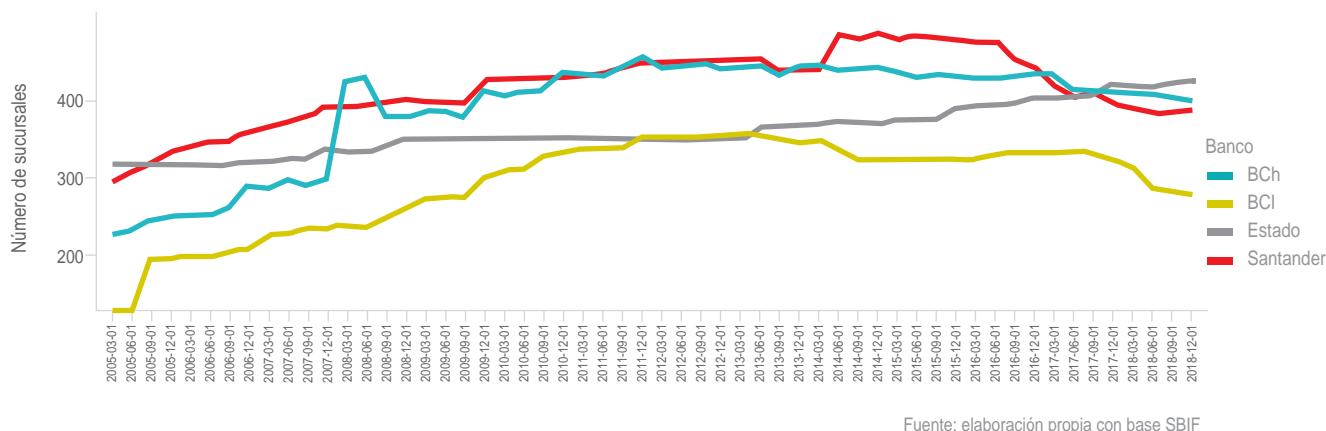
En suma, la introducción de nuevas tecnologías en el proceso de trabajo bancario ha desarrollado en paralelo dos dinámicas de reorgani-

zación productiva: por un lado, procesos de descalificación y mayor control que están aumentando la intensidad del trabajo y, por otro, el reemplazo directo de ocupaciones. Éstos han sido resistidos de diversas formas según el proceso de trabajo en que se encuentren: en la casa matriz y oficinas se registran mayores resistencias individuales —sobre todo de trabajadores calificados— o reclamos a las jefaturas directas; en las oficinas bancarias, se producen resistencias a la mayor intensidad de trabajo, al cambio de reglas burocráticas y a la creciente flexibilidad salarial, lo cual se ha traducido en un aumento de la sindicalización; finalmente, en la banca telefónica se observan conflictos por la intensidad del trabajo y el mayor control técnico de éste, lo cual también ha significado aumentos en la sindicalización y presiones por mejoras en las condiciones de trabajo.

## ESCENARIOS POSIBLES ANTE LA TRANSFORMACIÓN BANCARIA

La automatización no es un proceso lineal ni inevitable. De momento, nada indica que la utopía —o distopía, dependiendo desde donde se observe— de una banca sin fuerza de trabajo humana esté a la vuelta de la esquina.

Cuatro son las principales limitaciones a una automatización mayor: primero, los costos ope-



**Figura 3.** Oficinas, cuatro mayores bancos (2005 – 2018)<sup>3</sup>.

3. Se consideran como oficinas las Casas Matrices, Sucursales, Cajas Auxiliares y Oficinas de Apoyo.



racionales que implica su introducción intensiva a nivel organizacional y productivos, y el relativo bajo costo de la fuerza de trabajo femenina que allí se emplea; segundo, por disposiciones legales que regulan a la industria bancaria como, por ejemplo, la obligatoriedad de tener guardias; tercero, la resistencia de algunas de sus organizaciones sindicales; finalmente, por el fundamento que sostiene toda la industria bancaria, a saber, la reproducción de las relaciones de confianza entre la institución y sus clientes.

De hecho, uno de los principales límites para seguir profundizando este proceso son la automatización de tareas y ocupaciones relacionadas directamente con la interacción humana. En particular, aquellas ocupaciones bancarias orientadas a producir confianza entre los clientes y la institución. En algunos casos, debido a limitaciones generacionales de los clientes,

por las preocupaciones relacionadas con la seguridad de las transacciones o por el mal funcionamiento de las recientes aplicaciones virtuales [Sathy, 1999]. De todas formas, la evidencia indica que es una cuestión de tiempo para que solo las grandes empresas y patrimonios familiares tengan reservada una atención totalmente humana, en tanto, para el resto de los clientes el acceso a una interacción cara a cara se va a estratificar según la relevancia que tengan éstos para el banco.

Pese a las distopías que prefiguran un mundo sin trabajo, el escenario más probable es el reemplazo de viejas por nuevas ocupaciones, y una mayor intensidad con base en el control algorítmico. Sin embargo, de momento, la fuerza sindical ha dificultado procesos de automatización acelerados, lo que todavía abre espacios para que sus organizaciones lideren una agenda que enfrente la mayor intensidad del trabajo,

promueva la recalificación laboral o el establecimiento de compensaciones para quienes se verán afectados por el paro tecnológico.

En definitiva, el resultado de la automatización no es un proceso inevitable o determinado *a priori*. Que sea positivo o negativo para trabajadores y trabajadoras dependerá principalmente de sus organizaciones sindicales. Entonces, más que oponerse a las nuevas tecnologías, el problema fundamental es cuestionar el uso concreto que actualmente se les da en la producción: aumentar la intensidad y el control de la fuerza de trabajo. No obstante, son relaciones de poder específicas las que impiden hacer de estas nuevas tecnologías una poderosa herramienta de organización, mayor autonomía y de creación de bienestar. Es el momento de tomar la iniciativa. ■

## REFERENCIAS

- [Frías, P., 1990] *El trabajo bancario: liberalización, modernización y lucha por la democracia*. Santiago, Chile: Programa de Economía del Trabajo.
- [Jacobs, I. et al, 2017] The top 10 Chatbots for enterprise customer service. *Forrester Report*.
- [Mauro, A., 2004] *Trayectorias laborales en el sector financiero. Recorrido de las mujeres*. Santiago, Chile: CEPAL.
- [Mella, O. & Parra, M., 1990] Condiciones de trabajo en el sector bancario chileno. En Frías, P. (1990). *El trabajo bancario: liberalización, modernización y lucha por la democracia*. Santiago, Chile: Programa de Economía del Trabajo.
- [Moulian, T., 1997] Chile actual: anatomía de un mito. Santiago: Lom-ARCIS.
- [Narbona, K., 2012] *La producción de compromiso en la empresa flexible. Significados que los trabajadores dan al compromiso subjetivo con el trabajo, ante las nuevas técnicas de gestión de recursos humanos. Estudio de caso de un banco multinacional en Santiago de Chile* (Tesis). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- [Riquelme, V., 2013] *Actuaciones y políticas de género en empresas del sector bancario. Departamento de Estudios de la Dirección del Trabajo*. Santiago, Chile: Departamento de Estudios, Dirección del Trabajo.
- [Ruiz, C., & Boccardo, G., 2014] Los chilenos bajo el neoliberalismo. Clases y conflicto social. *Santiago: El Desconcierto*.
- [Sadovska, K. & Kamola, L., 2017] Change management in operations in banking sector during 4th industrial revolution. *Contemporary Challenges in Management and Economics*, 43.
- [Sathy, M., 1999] Adoption of Internet banking by Australian consumers: an empirical investigation. *International Journal of bank marketing*, 17(7), 324-334.
- [Wood, A. et al, 2019] Good gig, bad gig: autonomy and algorithmic control in the global gig economy. *Work, Employment and Society*, 33(1), 56-75.



# ASTRONOMÍA Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL: OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO DE CHILE



Unidad Economía del Futuro  
Ministerio de Economía.



**JULIO PERTUZÉ**  
PhD - Asesor Ministerio de  
Economía



**AISÉN ETCHEVERRY**  
Abogada, LLM  
Directora Ejecutiva CONICYT



**DEMIÁN ARANCIBIA**  
MSc. - Asesor Ministerio  
de Ciencia, Tecnología,  
Conocimiento e Innovación



**NATALIA GONZÁLEZ**  
Abogada - Asesora Ministerio  
de Ciencia, Tecnología,  
Conocimiento e Innovación



**JOSÉ ANTONIO GURIDI**  
MSc. - Asesor Ministerio de  
Ciencia, Tecnología, Conocimiento  
e Innovación

## LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA ASTRONOMÍA

La tecnología y la astronomía han evolucionado en forma interconectada. Podemos describir su transformación hacia la digitalización, a grandes rasgos, en tres etapas y un nuevo desafío: su cuarta revolución. La primera fase incorporó detectores digitales (CCD) como mecanismo para la adquisición de imágenes, acelerando el proceso de replicarlas y compartir las. La segunda, digitalizó la astronomía integralmente, imponiendo tareas de procesamiento a los investigadores. La tercera, desarrolló estándares de interoperabilidad con la creación del International Virtual Observatory y, con ellos y las nuevas tecnologías y necesidades de producción científica, la posibilidad de combinar datos de diferentes fuentes. Finalmente, hoy la astronomía enfrenta el nuevo desafío planteado por grandes volúmenes de datos producidos a una velocidad nunca vista antes. A modo de ejemplo, el LSST (Large Synoptic Survey Telescope) bajo construcción en la Región de Coquimbo —que sondeará el cielo completo cada tres noches— producirá, más que imágenes, una película captada con la cámara digital de mayor combinación entre resolución y campo visual en la historia, generando cerca de 20 TB/día, que necesitan ser adquiridos, procesados y compartidos en tiempo real.

El creciente volumen de datos producido por los nuevos instrumentos, especialmente los telescopios de sondeo y el desarrollo de la astronomía multimedios que comprenden datos fuera del espectro electromagnético, como ondas gravitacionales o lluvias de partículas, están cambiando la forma en que se hace astronomía. Hoy, el conocimiento que antes surgió de mentes individuales, proviene de equipos multidisciplinarios que utilizan herramientas centradas en los datos, provenientes tanto de observatorios como de simulaciones cosmológicas en clústeres de computación de alto rendimiento. De hecho, es resultado de esta combinación la reciente fotografía del agujero negro hecha por el consorcio Event Horizon Telescope. La revolución tecnológica y de los datos, no obstante, no es exclusiva de la astronomía sino un fenómeno transversal. Si analizamos el ejemplo del LSST, independiente

de la finalidad específica de este instrumento astronómico, ¿acaso no es el mismo el que podría tener como objetivo un sistema que utilice la gran cantidad de cámaras que existen en las ciudades u otro que utilice los sensores instalados para detectar terremotos o erupciones volcánicas? De ahí las oportunidades que se abren en el ámbito de transferencia tecnológica desde la astronomía a otras ciencias y el desarrollo productivo.

## OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO DE CHILE

Los avances tecnológicos en sensores y capacidades para adquirir, procesar y compartir los datos están haciendo posible la Cuarta Revolución Industrial. Por lo mismo, distintas naciones, desde Estados Unidos hasta China, reconocen los datos —y las capacidades para adquirirlos, procesarlos y compartirlos— como recursos críticos para el mantenimiento de su posición en cuanto a tecnología y comercio. De hecho, las cinco empresas más valiosas según Forbes (2019), Apple, Google, Microsoft, Facebook y Amazon, basan su valor en ellos. Como bien enunció The Economist (2017), los datos han reemplazado al petróleo como el recurso más valioso del mundo.

Chile, por su parte, ha sido protagonista en el proceso de transformación de la astronomía, y puede aprovecharlo para su desarrollo. Desde los años sesenta, se reconoció el valor del norte de Chile como un laboratorio natural para la astronomía. Así, el Desierto de Atacama ha motivado un esfuerzo sostenido del conjunto de la comunidad científica y el gobierno por atraer los telescopios más avanzados del mundo. Según se calcula, en la próxima década concentrará cerca del 60% de la capacidad de observación astronómica del mundo y el 96% del hemisferio sur (Unda-Sanzana, 2018)<sup>1</sup>, lo que se traduce a una producción anual de 16,5 PB al 2021 (EY, 2018).

Ante esta oportunidad, y en el marco de una política global de promoción de Chile como un *hub* global de datos, la unidad de Economía del Futuro (EdF) del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (MINECON) decidió abordar los desafíos en torno a los datos con una

metodología innovadora y práctica: la creación del Data Observatory (DO). Se tratará de una fundación de derecho privado, con la misión de adquirir y administrar *datasets* de valor global, facilitando su disponibilidad, acceso, análisis y exploración, que cooperará con diversos actores bajo la lógica de ser un espacio y articulador neutral de la academia, el Estado y el sector privado, en constante conexión con los ciudadanos.

La iniciativa del DO, liderada por el MINECON y construida en conjunto con los Ministerios de Relaciones Exteriores y de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, empresas del sector privado y actores clave de la academia global, busca además habilitar la generación de soluciones tecnológicas, mejorar la infraestructura tecnológica, fomentar la formación de capital humano, atraer inversión extranjera, fortalecer el ecosistema de innovación de base científico-tecnológica y potenciar la transferencia tecnológica. En suma, el DO busca posicionar a Chile como un referente en la ciencia de datos a nivel mundial, aprovechando especialmente sus laboratorios naturales como generadores de *datasets* de valor global.

## ¿QUÉ SON LOS DATASETS DE VALOR GLOBAL?

Basada en la experiencia en el desarrollo del DO, EdF los define como aquellos que presentan un alto valor intrínseco y que pueden extraer un gran valor agregado de los desafíos que presentan para su explotación, en sentido amplio.

Por una parte, el valor intrínseco de un *dataset*, que no depende de las capacidades del ente que lo explota, sería determinado a partir de tres variables: (1) su *mérito científico*, que indicaría cómo contribuye al avance del conocimiento de frontera en el campo del que proviene; (2) su *mérito social*, que indicaría cómo puede aportar en ámbitos como la educación o la superación de la pobreza y cómo puede informar y contribuir a la generación de políticas públicas; y (3) su *mérito tecnológico*, que sería indicado por su capacidad de generar aplicaciones que impacten en campos distintos al de origen.

Por otra parte, su valor agregado —y, como contrapartida, su dificultad— estará dado por otras tres variables: (1) la capacidad de extraer valor de la complejidad del *dataset*, lo que considera el volumen, variedad o heterogeneidad de los datos, estructura, complejidad computacional de las preguntas a contestar y su nivel de abstracción; (2) la capacidad de extraer valor atendiendo la falta de calidad que presenten los datos o la facilidad de usarlos asegurando un buen resultado; y (3) la capacidad de usar los datos desde el punto de vista de su gobernanza y/o de generar valor con desarrollos que aseguren un buen trato de datos en términos de anonimización, seguridad, etc.

Así, un *dataset* de valor global será aquel que tenga un alto valor intrínseco y del que se pueda extraer un alto valor agregado de las dificultades que presenta su uso y explotación. De acuerdo a este análisis, la información obtenida de la astronomía se puede considerar como un *dataset* de valor global, que se produce en gran medida en Chile y que ha estado esperando explotar al máximo su potencial.

Desde una perspectiva técnica, los datos astronómicos adquiridos en Chile no solo son grandes sino también complejos y, en muchos casos, requieren análisis en tiempo real. En cuanto a su volumen, no hay un campo en la región latinoamericana que se compare con los 16,5 PB/año pronosticados para el 2021 (EY, 2017). Este volumen no solo es grande hoy (ALMA, por ejemplo, produce 1 TB/día), pues se proyecta que su crecimiento será explosivo (el LSST generará 20 TB/día y el SKA 170 PB/día).

Respecto a su complejidad y variabilidad, comprende datos de diversos instrumentos que observan nuestro universo en diferentes longitudes de onda, que van desde rayos gamma al extremo milimétrico y submilimétrico del espectro, incluidos los anchos de banda visibles e infrarrojos.

Finalmente, con respecto a la velocidad de análisis, la señal capturada por los observatorios se digitaliza y debe procesarse en tiempo real para eliminar los artefactos del instrumento y los sistemas de observación y para calibrar los instrumentos para diversos modos de observación, con el objetivo de que los datos

1. Esta cifra considera los instrumentos que observan en el espectro visible e infrarrojo.

estén en las unidades físicas apropiadas para análisis científico. Además, en la era de la astronomía de múltiples mensajeros, los datos astronómicos producidos en Chile requieren técnicas de aprendizaje de máquina (*machine learning*) de última generación para permitir, de manera coordinada, el seguimiento de fenómenos astronómicos relevantes en Chile y en otros lugares.

En términos de gobernanza, los datos de astronomía presentan desafíos abordables, que los hacen fáciles de disponibilizar y trabajar. Desde el punto de vista de la propiedad intelectual, si bien la mayoría de los observatorios tienen políticas de embargo de 18 meses para los datos, éstos luego quedan abiertos bajo licencias de *Creative Commons*. En lo relativo a normas de privacidad, no aplican las exigencias ni limitaciones propias de esta materia considerando que no tienen la naturaleza de datos personales.

Además, los sensores utilizados para capturar los datos astronómicos son grandes instrumentos científicos que están en la frontera del desarrollo tecnológico. En esta línea, la calidad de los datos es altísima, dado que una de las principales preocupaciones de las millonarias inversiones en astronomía es asegurarla para los investigadores.

Con respecto a su valor, la astronomía tiene un gran valor científico ya que, junto a otras

ciencias, permite que los científicos expliquen cómo funciona el universo. Además, como se ha mencionado, las capacidades para trabajar con estos datos pueden ser transferidas a otras áreas, por ejemplo, algoritmos de reconocimiento de elementos en imágenes astronómicas que han sido usados para trabajar en reconocimiento de evasión en el transporte público (innovacion.cl, 2017) o reconocimiento de tumores cancerígenos (Rosenberg *et al.*, 2014).

Por último, la astronomía tiene un gran potencial de impacto social como una herramienta para atraer jóvenes a la educación en ciencia, tecnología y matemáticas. Esto es especialmente relevante en Chile, donde la gente tiene una percepción muy positiva del campo (Imagen de Chile, 2016). Iniciativas como el DO trabajando con este dataset pueden contribuir al Estado en la generación de políticas públicas en torno a los datos.

## TRANSFORMANDO LA ASTRONOMÍA, TRANSFORMANDO CHILE

La revolución tecnológica no solo implica la aparición de nuevas tecnologías, sino que cambia la sociedad en forma transversal. Así, los astrónomos cuentan con nuevas herra-

mientas con las que pueden contestar preguntas que los acercan cada vez más a explicar cómo funciona nuestro universo, sin embargo, la forma en que se relacionan y hacen ciencia también cambia.

En una sociedad hiperconectada, la ciencia no puede disociarse de la sociedad. Los científicos y su infraestructura deben conectarse con la economía y la comunidad que los rodea. Hoy fotografiar un hoyo negro no es suficiente, la ciencia debe aprovechar los esfuerzos invertidos en esta hazaña para fomentar la innovación de base científico-tecnológica y disminuir las fricciones sociales.

Chile tiene una oportunidad única gracias a sus laboratorios naturales. Debemos aprovechar nuestro desierto, nuestro océano y nuestra antártica para subirnos al carro de la revolución tecnológica, no como un mero productor de datos, sino que con una posición relevante en todas las actividades asociadas. El desafío de la economía del futuro y la astronomía no se queda en descubrimientos y ciencia, sino que pasa por su capacidad de transformar Chile. ■

## REFERENCIAS

- Forbes (2019). *The World's Most Valuable Brands*. Visto el 3 julio de 2019.  
<https://www.forbes.com/powerful-brands/list/#tab:rank>
- Imagen de Chile. (2016). *Estudio Astronomía y Marca País: Principales Resultados*. Santiago.
- The Economist (2017). The world's most valuable resource is no longer oil, but data. Visto el 3 de julio de 2019.  
<https://www.economist.com/leaders/2017/05/06/the-worlds-most-valuable-resource-is-no-longer-oil-but-data>
- Innovacion.cl (2017). *Empresa chilena MetricArts presenta su tecnología en importante evento internacional*. Visto el 8 de julio de 2019.  
<http://www.innovacion.cl/2017/11/empresa-chilena-metric-arts-presenta-su-tecnologia-en-importante-evento-internacional/>
- Rosenberg, M. *et al.* (2014). *Astronomy in Everyday Life*. International Astronomical Union. Visto el 8 de julio de 2019.  
[https://www.iau.org/public/themes/astronomy\\_in\\_everyday\\_life/](https://www.iau.org/public/themes/astronomy_in_everyday_life/)
- Unda-Sanzana, E. (2018). *Collecting Area of Telescopes*. Visto el 21 de mayo de 2019.  
<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1wyPYqqQHv-v6lIMNmBRGW9m9vfX99B2-F7p2i50I-hU/edit?usp=sharing>

# DIGITALIZACIÓN EN SALUD





**CARLA  
TARAMASCO**

Profesora Titular de la Escuela de Ingeniería Civil Informática de la Universidad de Valparaíso y asociada al Centro Nacional en Sistemas de Información en Salud (CENS). Sus intereses de investigación incluyen informática para la salud, IoT y análisis de datos. Ha trabajado en desarrollo de soluciones tecnológicas que integren SW y HW enfocadas en mejorar la calidad de vida de las personas.  
[carla.taramasco@uv.cl](mailto:carla.taramasco@uv.cl)

Desde la tercera revolución digital hasta la fecha hemos visto un aumento explosivo en el avance tecnológico que ha impactado transversalmente todas las áreas en que se desenvuelve la humanidad. Poder acceder a nuestra información en cualquier lugar del globo, disponer de mensajería instantánea en nuestro teléfono, monitorear nuestro ritmo cardíaco, entre otras aplicaciones son solo un par de ejemplos de lo mucho que se ha avanzado gracias a la era de la información e Internet. Hoy nos encontramos frente a una revolución tecnológica que ha sido bautizada como la Cuarta Revolución Industrial, término acuñado por Klaus Schwab el año 2016 y que hace referencia a los nuevos avances en inteligencia artificial, robótica, Internet de las Cosas, computación cuántica, nanotecnología, entre otras áreas [1].

Los diferentes actores que intervienen en la salud a nivel país no han estado ajenos a los beneficios de esta tendencia, que ha sido catalogada como irreversible por la exdirectora de Fonasa, Jeanette Vega. Es así como se comienza a hacer más conocido el término *eHealth*, el cual es definido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como el apoyo que

la utilización eficaz y segura de las tecnologías de la información y las comunicaciones, ofrece a la salud y a los ámbitos relacionados con ella, con inclusión de los servicios de atención de salud, la vigilancia y la documentación sanitaria, así como la educación, los conocimientos y las investigaciones en materia de salud [2]. La **Figura 1** muestra los componentes y aplicaciones fundamentales en *eHealth*.

Con el pasar de los años comienza a nacer la necesidad de estandarización de procesos y datos para compartir información entre los centros asistenciales.

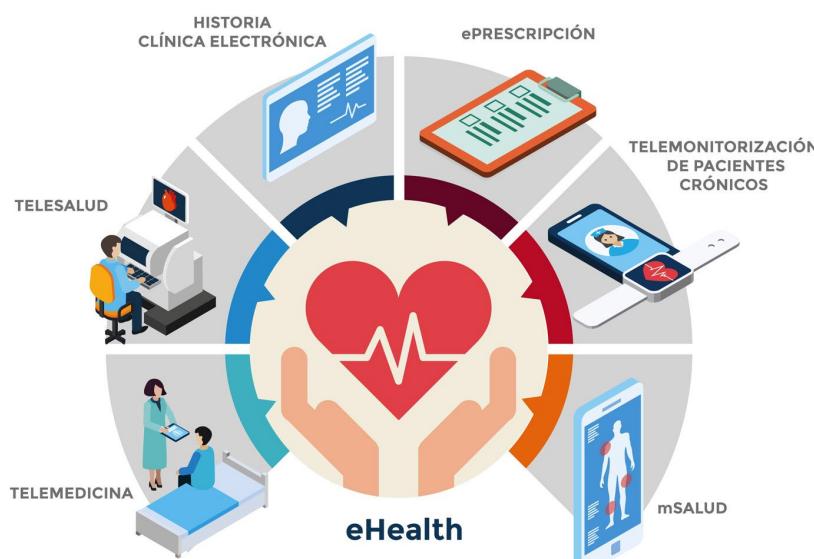
Para ello se creó la estrategia de Sistemas Información de la Red Asistencial (SIDRA) que buscó impulsar un plan de acción para digitalizar los establecimientos que conforman la red asistencial de salud. En el año 2008 se licitó el Convenio Marco CM-06-2008 de Software de Salud y Servicios Informáticos Asociados, enfocado principalmente en la informatización de procesos que apuntaban a la integración de redes asistenciales. Sus componentes principales fueron: derivación de pacientes entre instituciones médicas (referencia y contrareferencia), agenda, registro de pacientes en control, urgencia, y dispensación de fármacos.

La estrategia SIDRA proyectaba ahorrar \$294 mil millones al año, lo que fue de la mano con sus primeros resultados de implementación, calificados como muy positivos de acuerdo a actores de la industria que dan soporte tecnológico al Ministerio de Salud (MINSAL) [3].

Si bien la implementación de tecnología en salud puede derivar en múltiples beneficios tanto para los centros asistenciales como para la población, no se debe descuidar la seguridad e integridad de información sensible de los pacientes, lo cual es tanto o más importante que las mismas mejoras implementadas. Por este motivo, en el año 2016 el MINSAL optó por suspender SIDRA debido a una posible filtración de datos sensibles producto de fallas informáticas [3].

## EVOLUCIÓN HACIA UN HOSPITAL DIGITAL

Siguiendo la trayectoria hacia un entorno digitalizado en los centros de salud, en el año 2018 se dio inicio a la iniciativa Hospital Digital (HD), cuyo objetivo es digitalizar el sistema público de salud mediante el almacenamiento de datos de pacientes en la nube, implemen-



**Figura 1.** Componentes y aplicaciones de *eHealth*.

tando atención médica a distancia y creando un ecosistema que optimiza la atención de salud (ver [Figura 2](#)). Los pilares que sustentan este ecosistema son inteligencia artificial, analítica y gestión de información.

Las primeras estimaciones sobre el impacto en la implementación de HD hace nueve meses indicaban que se podrían realizar cerca de 1,9 millones de atenciones anuales, lo que equivale a casi cinco veces el número de atenciones en el Hospital Barros Luco, junto con reducir los 184 días de espera en diabetología a 20 días [4].

Hasta el momento, y a través de la plataforma web de HD, la población puede acceder a los siguientes servicios 24/7:

- Agenda de horas en Atención Primaria de Salud (APS).
- Ir a mis vacunas.
- Ir a mis listas de espera.

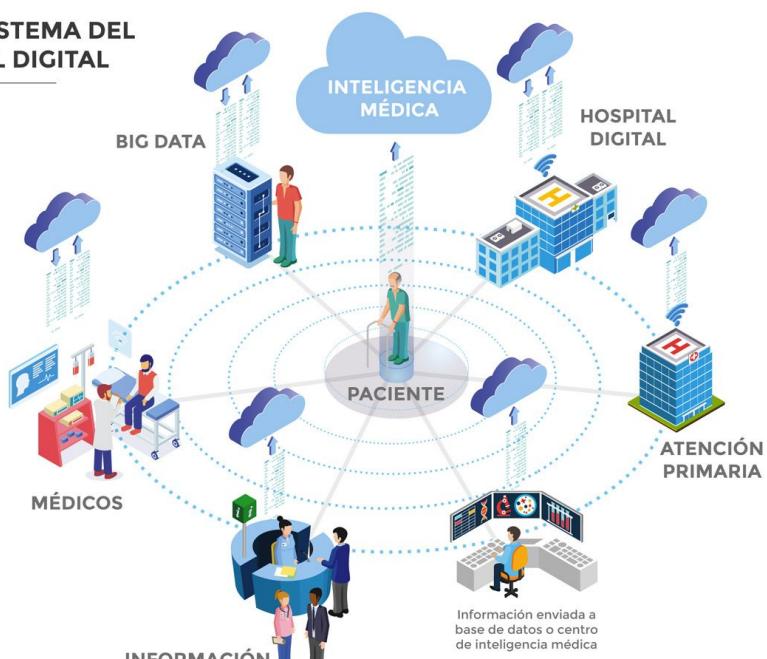
Los servicios que están a la espera de ser implementados para la población y que han sido ya publicados en la página web de Hospital Digital son:

- Mi historia clínica.
- Mis licencias médicas.
- Mis recetas electrónicas.
- Mis medicamentos crónicos.
- Mi consulta Garantías Explícitas en Salud (GES).

El balance de los primeros meses desde la puesta en marcha de HD muestra que, desde fines de octubre de 2018 hasta fines de mayo de 2019, se han resuelto 10.923 consultas derivadas desde la atención primaria. Esta cifra representa menos del 1% de los 1,9 millones de atenciones que se esperaban cubrir al año, sin embargo, en HD esperan que esa cifra se alcance en el plazo de un año. Un punto importante a destacar es que, en los primeros meses de funcionamiento, del total de consultas realizadas, un 79% fueron resueltas en línea, mientras que un 21% fueron derivadas a consulta presencial [4].

## EL ECOSISTEMA DEL HOSPITAL DIGITAL

Fuente: Minsal



[Figura 2.](#) Plataforma de Hospital Digital.

## DEPARTAMENTO DE SALUD DIGITAL COMO PARTE DE LAS REDES ASISTENCIALES

Las nuevas medidas impulsadas actualmente por el MINSA, el 2 de julio del presente año en el Decreto Exento 595, llevan los desarrollos tecnológicos implementados en los centros asistenciales a un nuevo esquema organizacional llamado Departamento de Salud Digital, integrando las herramientas tecnológicas y de comunicación, junto con una unidad especializada para la implementación y gestión del hospital digital.

De acuerdo a la Subsecretaría de Redes Asistenciales, el nuevo Departamento de Salud Digital apunta a mejorar la calidad de atención de los pacientes, a generar una integración

entre los diferentes softwares presentes en cada establecimiento de salud y, no menos importante, a brindar seguridad en la información. De esta forma sus principales objetivos son:

- Integrar y coordinar las diferentes redes asistenciales.
- Continuar con los desarrollos de software locales hasta poder integrarlos a la red.
- Integrar desarrollos tecnológicos ya existentes o por implementar en los centros asistenciales.
- Fortalecer la red de Telemedicina a nivel de Servicios de Salud, Macroregional, Redes Complejas y Garantías Explícitas en Salud (GES).

El Departamento de Salud Digital tiene como misión fomentar la provisión de servicios de salud a distancia desde la promoción, preventión, diagnóstico, tratamiento y cuidados paliati-



**Figura 3.** Estructura organizacional del nuevo Departamento de Salud Pública.

tivos. Las personas serán consideradas en su propio contexto sociocultural a lo largo de su vida manteniendo un buen estado de salud y sus cuidados. De esta forma se espera mejorar la equidad, oportunidad y calidad de atención en la salud.

Este nuevo departamento aún está en proceso de diseño, pero como se puede ver en la **Figura 3** integrará cuatro unidades: Hospital Digital, Administración Interna y Presupuesto, Estadística y Control de Gestión, y Estrategia Digital [5].

Con esta nueva implementación se han podido identificar ciertos nodos críticos que deben ser resueltos por el Departamento de Salud, como los horarios de funcionamiento del personal, el pago por prestaciones, los sistemas de registro, la integración de la Salud Digital a las Redes Asistenciales en todos los procesos clínicos y un respaldo jurídico que garantice un marco legal para los pacientes, médicos y empresas que intervienen [6].

La implementación de este nuevo esquema de Salud Digital no ha estado exenta de críticas.

Por una parte, el exministro de Salud, Emilio Santelices, considera que el cambio de organización no priorizará todas las funcionalidades de HD, quitándole el sentido a esta nueva forma de entregar salud y dejándolo solo como un instrumento de telemedicina [7]. Por otra parte, el jefe de la División de Gestión de Redes Asistenciales, Héctor Fuenzalida, asegura que el objetivo de este nuevo departamento será la entrega de una mejor calidad de atención, contribuir a la integración y supervisar la seguridad en la información.

## INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN SALUD

Uno de los objetivos de la digitalización en salud es poder almacenar gran cantidad de información en la nube para su posterior análisis, pero dado el gran volumen de información disponible, ¿cómo podemos extraer información de forma eficiente que sea de utilidad para los centros de salud y las personas?

Es aquí precisamente donde toma protagonismo la inteligencia artificial, ya que mediante la

implementación de algoritmos, es capaz de describir e interpretar una gran cantidad de datos, perfeccionar los diagnósticos, optimizar los recursos, controlar robots a distancia, entre muchas aplicaciones que van en directo beneficio de la salud de las personas. Dos ejemplos de sistemas desarrollados e implementados en Chile que utilizan inteligencia artificial son DART y SIGICAM, descritos a continuación.

### DART

El Sistema de Diagnóstico Automatizado de Retinografías Telemáticas (DART) analiza los exámenes de retinopatía diabética (RD) automáticamente, utilizando para ello inteligencia artificial basada en el concepto de aprendizaje profundo mediante redes neuronales convolucionales.

La retinopatía diabética es una enfermedad frecuente causada por diabetes mellitus, la cual genera un daño progresivo en la retina del ojo producto de un deterioro en los vasos sanguíneos que irrigan la retina, siendo la principal causa de ceguera en personas que



**Figura 4.** Examen de fondo de ojo, Dr. Rodrigo Donoso y tecnóloga médica Angélica Cárdenas.

se encuentran en edad productiva. En Chile un 12,5% de la población padece diabetes y, de ellos, al menos un 20% podría padecer alguna afeción a la retina como la mencionada RD, pudiendo ser detectada con un examen de fondo de ojo (ver **Figura 4**). Considerando el escenario actual, es posible cubrir un 30% de los exámenes que se debieran realizar al año, es decir, solo una de cada tres personas puede acceder al diagnóstico [8], incluso en países desarrollados la cobertura solo alcanza al 50% [9]. Consciente de estas cifras, el Ministerio de Salud desde el año 2018, de la mano con la Agenda de Transformación Digital,

comenzó a implementar en los exámenes de consulta oftalmológica el Sistema DART.

A través de un estudio observacional con el MINSAL, se midió la precisión del sistema DART en comparación con la evaluación de oftalmólogos para 1.123 casos de pacientes diabéticos. El sistema DART arrojó una sensibilidad de 94,9% (IC 95%; 91,4%-97,1%) y una especificidad de 75,5% (IC 95%; 96,8%-98,9%) para un punto escogido en la curva ROC con un área bajo la curva de 0,912. El valor predictivo positivo fue 53,2% (IC 95%; 51,3%-54,5%) y el valor predictivo negativo fue 98,1% (IC 95%; 96,8%-98,9%) [10]. En resumen, estos resultados sobre una población estadísticamente representativa de la realidad latinoamericana y que además está a la altura de los niveles del estado del arte internacional, derivan en la validación del sistema DART estando en condiciones de ser implementado en los centros de salud a lo largo del país.

Hasta la fecha el sistema DART ha sido implementado en 127 Unidades de Atención Primaria en Oftalmología (UAPO) en las 16 regiones del país. De un total de 140.194 exámenes realizados a diferentes pacientes, 76.261 (54,4%) no presentaron RD. El resto, 63.933 (45,6%) fueron clasificados como positivos

pasando a teleinforme por oftalmólogo. De los exámenes clasificados como positivos, un 31,4% fueron clasificados como no evaluables debido a la calidad de imagen insuficiente u opacidad de medios (p.ej. cataratas), los cuales deben pasar a atención oftalmológica presencial, mientras que el resto de exámenes presentó RD no proliferativa (NP) leve (12,6%), RDNP moderada (35,4%), RDNP severa (8,8%), RD proliferativa (1,9%) y edema macular clínicamente significativo (9,9%) [11].

Con estos resultados, DART es uno de los primeros sistemas implementado en centros de salud en Chile que aplica inteligencia artificial, y cuyos resultados validados permiten poner a disposición de las personas y oftalmólogos una herramienta para mitigar un problema que afecta a países de todo el mundo.

## SIGICAM

El Sistema Inteligente para la Gestión y Análisis de la Dotación de Camas (SIGICAM) [12] apoya la gestión de camas hospitalarias básicas, intermedias y críticas utilizando inteligencia computacional, para mejorar los procesos de asignación de camas, traslado, derivación y rescate de pacientes (ver **Figura 5**).



**Figura 5.** Entorno del Sistema Inteligente para la Gestión y Análisis de la Dotación de Camas.

En Chile, gestionar de manera eficiente la demanda de camas hospitalarias es un desafío dado que las atenciones hospitalarias han aumentado en un 17% entre los años 2010-2015 [13] y la infraestructura hospitalaria no ha crecido a la misma velocidad. Dicho aumento es producto de los cambios demográficos, el aumento de la esperanza de vida, el aumento de enfermedades crónicas y el surgimiento de nuevos tratamientos [14]. Por otra parte, la falta de información dada la carencia de sistemas informáticos, dificulta la toma de decisiones informadas y oportunas. Estas problemáticas, empeorarán en los próximos años, donde se proyecta un aumento de la población adulto mayor en un 45% para el año 2020 [15].

Para abordar esta problemática, el MINSAL desarrolló la Unidad de Gestión Centralizada de Camas (UGCC, 2012), una aplicación web

que funciona en los Servicios de Salud del país y cuyo objetivo es “Fortalecer la gestión de camas hospitalarias dentro de la red público-privada de salud en todo el país”.

Esta plataforma depende, en gran medida, de la experiencia del encargado de la gestión de las camas. Para disminuir esta dependencia y mantener o aumentar la eficiencia en el proceso de asignación de camas, es necesario aumentar la inteligencia de la plataforma, desarrollando modelos que contribuyan a mejorar el uso de las camas hospitalarias, a reducir la espera por camas y disminuir la compra de camas para el sector, al disponer de un sistema eficiente.

SIGICAM está basado en una arquitectura web que permite al personal clínico tener una visión individual y global de la ocupación de camas, tiempos de espera, derivación, traslado, rescate

y estada en tiempo real. También permite la generación de reportes y la visualización de información relevante para apoyar la toma de decisiones, con el objetivo de maximizar los beneficios clínicos y sociales, y minimizando los costos asociados.

Desde noviembre de 2018 este sistema se encuentra operativo en el Hospital San José del Carmen en la ciudad de Copiapó, con 22 unidades funcionales, 251 usuarios y 352 camas.

El impacto generado por el sistema SIGICAM ha sido significativo: ha logrado reducir el tiempo inicial de espera de cama en un 17%, el tiempo de tránsito intrahospitalario fue reducido en un 12% y el tiempo de hospitalización/ estada ha descendido en un 20%. Además, la información que antes se encontraba



**Figura 6.** Sistemas desarrollados por LABITEC. SIGICAM, viviendas sociales inteligentes, corazón contento, RAVENO y registro nacional del cáncer.



en fichas de papel y que complicaba la toma de decisiones, ahora se encuentra visible en tiempo real, lo que permite tener certeza del tiempo de espera de los pacientes, los diagnósticos más comunes, cuántas camas se encuentran actualmente en uso, entre otros [16].

## EL AVANCE TECNOLOGICO NO SOLO SE HACE PRESENTE EN LOS CENTROS DE SALUD

Es sabido hoy en día que los centros de salud públicos presentan una saturación en la demanda por parte de la población. Los recursos como la capacidad de camas disponibles, son limitados y muchas veces los servicios de urgencia colapsan por atenciones que no presentan mayor riesgo para el paciente. Debido a este problema están surgiendo alternativas para evitar colapsar los servicios de urgencia, pero sin afectar el bienestar de los pacientes. Por ejemplo, una atención virtual desde su hogar podría indicarle al paciente si es realmente necesario asistir a algún centro asistencial o, en caso contrario, se le podrían entregar recomendaciones para aliviar sus síntomas. Otro ejemplo es la telerehabilitación o monitoreo de pacientes en sus domicilios, lo que permite derivarlos a centros asistenciales solo cuando exista una emergencia.

En Pucón ya se ha lanzado un programa de monitoreo a distancia para pacientes crónicos el año 2018 [17], el cual busca mejorar la calidad de vida de los usuarios de los programas de diabetes, hipertensión y enfermedad pulmonar obstructiva crónica del Departamento de Salud Municipal de dicha comuna. La iniciativa se basa en el uso de tecnología de última generación que incluye la entrega de un kit completo de monitoreo, capacitación personalizada a cada persona en el uso del dispositivo de monitoreo, asistencia telefónica las 24 horas, reporte mensual de cada usuario al equipo profesional del CESFAM, un telemonitor que transmite hacia la plataforma central, dispositivos de monitoreo según la patología, además de

sistemas de evaluación de impacto del programa para el establecimiento de salud. Con este programa se busca entregar mejores herramientas a los pacientes para que tomen mayor conciencia de su salud y aumentar la adherencia a programas de rehabilitación y control de tratamientos.

## NUESTROS PROYECTOS COMO APORTE A ESTA ERA DIGITAL

Analizando las necesidades actuales tanto de los pacientes como de actores que intervienen en los centros de salud, con el laboratorio Labitec ([www.labitec.cl](http://www.labitec.cl)) hemos desarrollado diversos sistemas enfocados en mejorar la calidad de vida de pacientes crónicos o adultos mayores. La **Figura 6** muestra un resumen de los sistemas recientemente desarrollados en nuestro laboratorio.

Actualmente en San Antonio y Valparaíso, junto a un equipo de especialistas de salud e ingenieros, estamos desarrollando el programa llamado "Viviendas Sociales Inteligentes", el cual tiene como objetivo generar un entorno que mejore la calidad de vida de los adultos mayores a través de la implementación de tecnología en sus hogares para acompañarlos, cuidarlos y apoyar su autonomía [18]. Este programa consiste en la definición de un nuevo modelo de atención para el adulto mayor que integra datos recolectados en su hogar a las decisiones de salud, para lo cual hemos desarrollado cuatro sistemas (ver **Figura 7**):

**1. Sistema de detección de caídas:** El sistema detecta posibles eventos que pudieran estar relacionados a una caída, enviando una alerta hacia la plataforma web y móvil. Una red neuronal analiza los datos desde sensores térmicos de baja resolución y, mediante un modelo ya entrenado previamente con caídas, determina si los datos recibidos concuerdan con un evento de este tipo. El modelo de red neuronal implementado es llamado "Bidirectional Long Short Term Memory" (BLSTM) [19].

### 2. Sistema de detección de signos clínicos anormales:

A partir de los datos captados por sensores térmicos y sensores de movimiento, se busca identificar las actividades básicas e instrumentales de la vida diaria para detectar posibles comportamientos anormales tales como, deambular, cambio en los patrones de sueño, u otros.

También buscamos detectar otros signos clínicos que pudieran ser relevantes para el cuidado del adulto mayor, como por ejemplo nicturia, que hace referencia al incremento en la producción de orina, provocando la necesidad de orinar varias veces durante la noche. Implementamos un sensor de conductividad en el agua del retrete, detectando variaciones relacionadas a los eventos de micción [20].

### 3. Sistema de monitoreo de niveles gas, humedad y temperatura:

Para prevenir accidentes por fugas de gas o emanaciones de monóxido de carbono se instala este dispositivo cerca de las posibles fuentes de riesgo. Cada cinco minutos se envía a una plataforma web los datos de los sensores, siendo posible ver los datos históricos registrados. En caso de detectarse alguna emanación se envía una alerta al celular del paciente y a su entorno social.

**4. Sistema de alerta:** Se le entrega al paciente un botón de alerta con GPS, el cual al ser presionado envía una alerta a la plataforma web y móvil del sistema para gestionar el envío de ayuda. Paralelamente, con este sistema se detectan las trayectorias del adulto mayor identificando la pérdida de la noción del espacio-tiempo en el exterior del hogar. La complejidad de cada trayectoria es posible cuantificarla usando un modelo matemático basado en el cálculo de la curva de entropía [21]. Recorridos con entropía baja podrían indicar que el adulto mayor tiene claro los lugares que visita, mientras recorridos con valores altos de entropía indicarán que el adulto mayor no tiene claro en qué lugar está y por tanto se podría encontrar perdido, alertando a su entorno cercano.



**Figura 7.** Plataforma de monitoreo de "Viviendas Sociales Inteligentes" implementada en San Antonio y Valparaíso.

## CONCLUSIONES

Hoy nos encontramos viviendo una revolución digital en todos los ámbitos y su integración en la salud no se encuentra exenta de desafíos y oportunidades. Tanto los especialistas como los usuarios deben adaptarse a esta nueva realidad, en este nuevo mundo conectado, significando un cambio en la forma en que se hacían regularmente las cosas. La tecnología trae consigo una mejor calidad de vida, mejores diagnósticos y mejor optimización de los recursos, pero debemos estar preparados tanto en infraestructura como en seguridad para garantizar la entrega de un servicio confiable a la comunidad.

Chile no se está quedando atrás en esta nueva revolución. Las políticas de estado a través de la "Agenda de Transformación Digital" y el nuevo Departamento de Salud Digital allanan el camino para una informatización de los servicios públicos que traerá consigo desafíos de interoperabilidad entre los sistemas, estandarización de los procesos, seguridad en el control de datos y una coordinación masiva entre las diferentes instituciones. ■



## REFERENCIAS

- [1] La cuarta revolución industrial, Klaus Schwab, 2016.
- [2] Estrategia y plan de acción sobre eSalud, Organización Panamericana de la Salud Organización Mundial de la Salud, 2011.
- [3] "SIDRA II, el plan tecnológico que el MINSAL desechó y que, en su primera etapa, generaba ahorros por \$294 mil millones", Economía y Negocios, 16 de julio de 2017. Disponible en <http://www.economianegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=379327>
- [4] "Hospital Digital enfrenta difícil puesta en marcha con menos consultas de las esperadas", El Mercurio, 29 de mayo de 2019. Disponible en <https://digital.elmercurio.com/2019/05/29/C/8V3JT9M8>
- [5] "MINSAL crea departamento de salud digital", Trendtic, 12 de julio de 2019. Disponible en <https://www.trendtic.cl/2019/07/minsal-crea-departamento-de-salud-digital/>
- [6] Dr. Héctor Fuenzalida Cruz, Subsecretaría de Redes Asistenciales, MINSAL.
- [7] "Nueva Administración del Ministerio de Salud instruyó reorganización del Hospital Digital", El Mercurio, 15 de julio de 2019. Disponible en: <https://digital.elmercurio.com/2019/07/15/C/JC3KIMVG#zoom=page-width>
- [8] Ministerio de Salud, 23 de mayo de 2018. Disponible en <https://www.minsal.cl/ministro-de-salud-presenta-software-que-permitira-triplicar-la-cantidad-de-examenes-para-prevenir-la-ceguera-diabetica/>
- [9] Flores, Ricardo, Donoso, Rodrigo, & Anguita, Rodrigo. (2019). Modelo de manejo en red y por telemedicina de la retinopatía diabética en dos comunas del Servicio de Salud Metropolitano Oriente. Revista Médica de Chile, 147(4), 444-450. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872019000400444>
- [10] Un método accesible y eficaz, en implementación en Chile para optimizar el tamizaje de Retinopatía Diabética y otras patologías, 15 de mayo de 2018. Disponible en <https://www.iapb.org/news/un-metodo-accesible-y-eficaz-en-implementacion-en-chile-para-optimizar-el-tamizaje-de-retinopatia-diabetica-y-otras-patologias/>
- [11] DART: impacto de tamizaje nacional con inteligencia artificial, 28 de junio de 2019. Disponible en <https://www.iapb.org/news/dart-impacto-de-tamizaje-nacional-con-inteligencia-artificial/>
- [12] Carla Taramasco, Rodrigo Olivares, Roberto Muñoz, Ricardo Soto, Matías Villar, Víctor Hugo C. de Albuquerque, The patient bed assignment problem solved by autonomous bat algorithm, Applied Soft Computing, Volume 81, 2019, 105484, ISSN 15684946, <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105484>.
- [13] Atenciones de la Red Asistencial Pública. <http://www.deis.cl/estadisticas-redpublica/>. Accedido por última vez octubre de 2018.
- [14] Martí Josep. Las largas esperas en la atención sanitaria pública, un problema de pérdida de calidad. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona. ISSN: 1138-9788. Vol. XII, núm. 270 (102). 2008.
- [15] INE. Población adulta mayor en el bicentenario. 2010.
- [16] Con inteligencia artificial buscan mejorar gestión de camas hospitalarias, 11 de febrero de 2019. Disponible en <http://www.mercuriovalpo.cl/impresa/2019/02/11/full/cuerpo-principal/18/>
- [17] CESFAM de Pucón lanza programa de monitoreo a distancia de pacientes crónicos, 25 de julio de 2018, Minsal. Disponible en <https://www.minsal.cl/cesfam-de-pucon-lanza-programa-de-monitoreo-a-distancia-de-monitoreo-de-pacientes-cronicos/>
- [18] Adultos mayores de San Antonio ya cuentan con hogares inteligentes, 24 de abril de 2019, Labitec. Disponible en <http://www.labitec.cl/detalleNoticia.html?id=202>
- [19] C. Taramasco et al., "A Novel Monitoring System for Fall Detection in Older People," in IEEE Access, vol. 6, pp. 43563-43574, 2018. doi: 10.1109/ACCESS.2018.2861331.
- [20] C. Taramasco et al., "A Novel Low-Cost Sensor Prototype for Nocturia Monitoring in Older People," in IEEE Access, vol. 6, pp. 52500-52509, 2018. doi: 10.1109/ACCESS.2018.2868607.
- [21] M. Mendès-France, Chaotic Curves. CIRM Colloquium on Rhythms in biology and other fields of applications, Demongeot J. et al. eds. Lecture Notes in Biomath 49, 344-357 (1983).



# EL ACADÉMICO DIGITAL: ¡LAS REVOLUCIONES QUE ESTÁN POR VENIR!



**JÉRÉMY  
BARBAY**

Profesor Asistente del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile. Doctor en Computación por la Universidad de Paris XI, Orsay, Francia. Sus intereses de investigación incluyen el análisis adaptativo de algoritmos y estructuras de datos, sistemas de control de calidad colectivos y evaluación de técnicas pedagógicas. Ha liderado iniciativas dirigidas a la implementación de nuevas técnicas pedagógicas como el proyecto [teachingislearning.cl](http://teachingislearning.cl)  
[jeremy@barbay.cl](mailto:jeremy@barbay.cl)



**VANESSA  
P. ARAYA**

Investigadora de Postdoctorado en el equipo ILDA del centro de Inria Saclay, Francia. Sus intereses de investigación están principalmente centrados en el área de visualización de la información y procesamiento de datos, con especial énfasis en datos geotemporales. Terminó su Doctorado en Computación el año 2018 en la Universidad de Chile.  
[vnaraya@protonmail.com](mailto:vnaraya@protonmail.com)



Cada área de investigación tiene sus necesidades y herramientas, pero cualquier resultado de investigación tiene que ser *comunicado* al resto de la comunidad, para ser *validado*, ojalá *reproducido*, y ulteriormente *mejorado* y *aplicado*. La comunicación entre personas partió desde tradiciones orales, pasando por manuscritos y libros impresos hasta llegar a los medios digitales de la actualidad (incluyendo textos, pero también videos y software interactivo). En este artículo describiremos cómo la evolución de los medios que almacenan y transmiten información ha permitido cambios que nos parecen interesantes sobre la *comunicación y reproducción* de resultados, además de su validación.

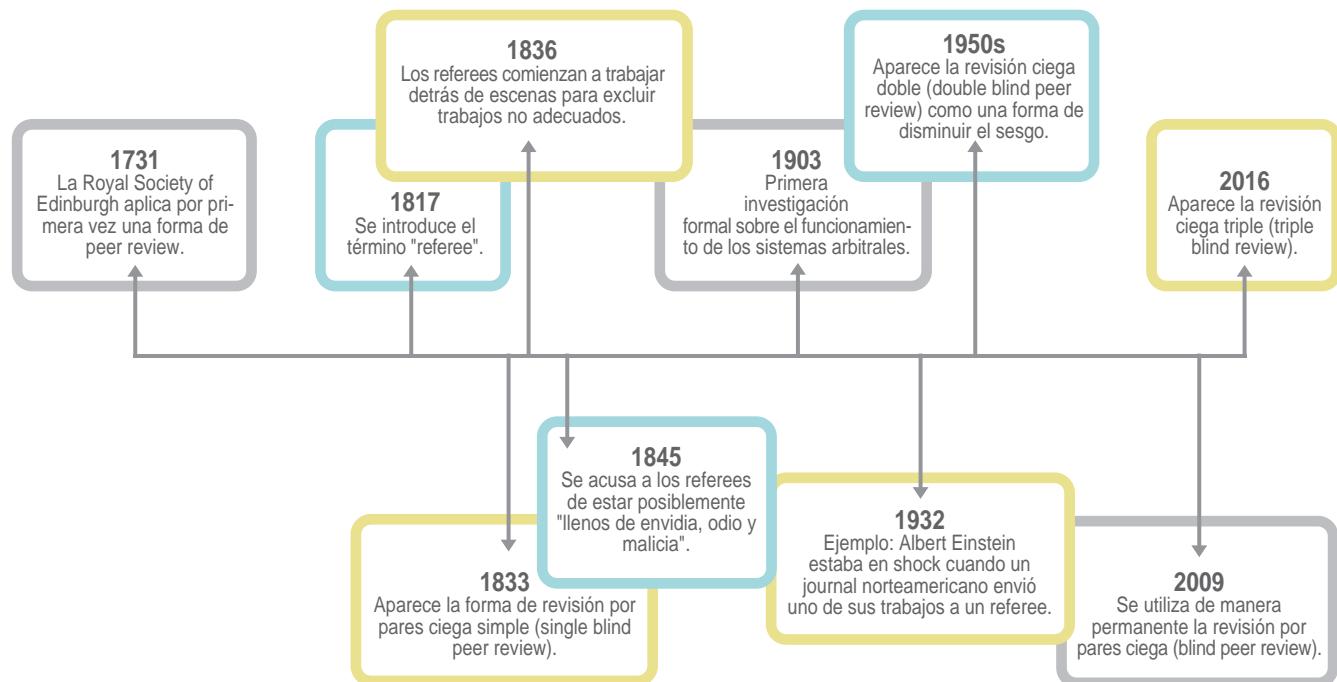
La docencia trata de comunicar conocimientos y permitir a los estudiantes *reproducir* los procesos enseñados. Tales tareas son similares a las descritas para la investigación pero a escala completamente distinta (e.g. la cantidad de estudiantes tomando cursos del mismo

docente, y la cantidad de profesores enseñando el mismo tema). En este artículo, describiremos cómo la digitalización de los medios docentes permite una *colaboración* entre éstos a escalas inimaginables con documentos impresos y, en particular, cómo esta colaboración permite mejorar la enseñanza a través de la comparación científica entre técnicas pedagógicas. Finalmente, nos referiremos a cómo la digitalización del material docente facilita la *personalización* de la docencia.

Aunque muchas veces ignoradas, las tareas administrativas de un profesor universitario llevan una alta carga de trabajo cuyo potencial de automatización ha sido mayormente ignorado. Con tecnologías de base de datos y de firmas electrónicas ya disponibles, la digitalización de los medios de publicación permite una generación automatizada de los reportes de "productividad", permitiendo que sean más fiables y mejor distribuidos. A su vez, el análisis de tales reportes permitirá medir y *comparar*

*el impacto de incentivos* y otras medidas administrativas, permitiendo la detección de incentivos defectuosos, ya sea por mal diseño, corrupción o baja escalabilidad.

La aparición de una nueva tecnología raramente genera una revolución inmediata. En el mejor caso, las nuevas tecnologías se acumulan hasta que un conjunto de ellas permiten cambios mayores, mientras que en el peor caso sociedades enteras se quedan bloqueadas en una vía sin salida y son derrotadas por otras sociedades [1]. La evolución del libro es un buen ejemplo de esta demora: los primeros libros transcribieron relatos orales, y los primeros libros impresos replicaron biblia que habían sido copiadas a mano por siglos [2], inicialmente sin hacer cambios significativos en su contenido. Las tecnologías digitales no están exentas de tal retraso y bloqueo, pero con este artículo esperamos comunicar a profesores universitarios acerca de los cambios que de a poco van permeando la sociedad y así reducir la latencia



**Figura 1.** Algunos eventos relevantes en la historia de los sistemas de revisión por pares.



de su adopción, ya que procesos de investigación, docencia y administración más eficientes pueden tener un impacto importante en el trabajo diario de un profesor universitario y, aún más, sobre la sociedad.

## INVESTIGACIÓN

Para aportar en algún área de la ciencia, primero que nada es necesario conocer el estado del arte, es decir, leer los reportes temáticamente relacionados, realizados por otros científicos. Un investigador que busca un artículo científico de otro académico, puede encontrarse con dos problemas principales. El primero, es que la cantidad de publicaciones está en crecimiento constante, por lo que encontrar y filtrar publicaciones relevantes puede ser difícil en un volumen tan grande de artículos. En esta misma línea, cada vez se hace más difícil para un investigador (yo docente!) estar al día con los últimos resultados de su área. La era digital ha sido buena para reducir este problema: sitios como Research Gate [11] o Google Scholar [8] automatizan muchas tareas, como notificar sobre nuevas publicaciones, citando artículos de interés o sugiriendo publicaciones previas relacionadas con un tema de interés. El segundo problema, es que el monopolio de los editores de revistas y los altos costos económicos que exigen para

acceder a sus publicaciones, hacen que la ciencia se vea restringida a unos pocos. En respuesta a este problema han surgido varias iniciativas alternativas de publicaciones científicas, yendo desde Scientific Research Open Access [13] hasta el proyecto Sci-Hub [12], más controversial.

Una vez decidida la idea a seguir, la tarea de realización y comunicación de un trabajo científico puede dividirse en dos etapas: pre y post realización de una investigación. Para la primera etapa, se está volviendo común en muchas áreas de la ciencia el proceso de preregistro a través de sitios como Center for Open Science [3]. Tal proceso consiste en dejar registrado el diseño de un estudio o experimento, incluyendo el análisis que se pretende llevar a cabo, *antes* de iniciar el experimento. Además de ser más riguroso (e.g. prohíbe realizar análisis adicionales si los primeros no dieron los resultados esperados, una práctica de riesgos científicos), el proceso tiene la ventaja de motivar al investigador a pensar detalladamente su investigación. En la postrealización de una investigación, sus resultados, procesos y datos deben quedar accesibles a otros investigadores, de manera de facilitar su reproducción, confirmación (y mejora) por pares. Herramientas de *literate programming* como Jupyter Notebooks [10], que permiten mezclar código ejecutable (en varios lenguajes de programación o scripts analizando

datos y generando gráficos) en el mismo texto de un reporte científico, deberían facilitar tal reproducción en el futuro.

Finalmente, un trabajo científico debe ser evaluado por otros pares para ser publicado. Aunque los procesos de revisión por pares se consideran esenciales para una investigación científica de calidad, éstos no son tan antiguos como la investigación misma: mientras una forma de revisión por pares apareció por primera vez en 1731, el protocolo de revisión por pares con anonimato de los revisores llegó en 1833, y los mayores problemas asociados ya estaban identificados en 1845 (ver **Figura 1**), tales como el sesgo de género, de raza, falta de control de la calidad, y variaciones sobre la manera de hacer revisión por pares (ver **Figura 2**). Tecnologías existentes pueden apoyar estos procesos como, por ejemplo, el alto nivel de anonimato que permiten los nuevos métodos de certificados encriptados. Este anonimato podría expandirse a los reportes publicados a través de un sistema de certificados firmado, con lo que los investigadores podrían elegir con quién compartir (y certificar) su autoría de cada reporte, resolviendo el problema presente de sesgo (*bias*) de género y raza, y potencialmente problemas futuros de sesgo en las citaciones.



**Figura 2.** Tipos de revisión por pares.



## EDUCACIÓN

Tradicionalmente, las tareas y exámenes son generados localmente en cada universidad, a veces con el apoyo de libros de referencia, pero en la mayoría de los casos con un "toque" personal del equipo docente. Mientras este enfoque se justificaba en la era de papel, en la era digital no tiene mucho sentido: las diferencias de currículum entre universidades no son muy grandes, y una buena tarea o un ejercicio de examen puede ser usado por varias instituciones. Herramientas como EasyExam [5], EasyProgramChecking [6] o Jutge [9] inician un movimiento para hacer comunitarios los recursos de varias universidades para diseñar currículums, tareas y exámenes, y la colaboración docente entre instituciones del futuro.

Con la reducción de los costos de producción de material docente digital, queda la oportunidad de resolver un problema antiguo de la docencia: el alto costo de la docencia personalizada hace que quede accesible a una minoría de élite. Aunque los cursos masivos ("Massive Online Open Courses" en inglés, identificados por el acrónimo MOOCs) han intentado resolver este problema, los resultados muestran que no han sido realmente efectivos. Así, al tener una capacidad de producción (y de reuso) más grande, podemos esperar la aparición de sistemas de educación más especializados para diversas características de estudiantes como por ejemplo, edad, cultura o nivel educacional. En una era donde se espera que los trabajadores renueven constantemente sus conocimientos después de salir del sistema escolar, el rol de dichos sistemas personalizados puede solamente crecer: los conocimientos adquiridos mientras se trabaja en varias empresas ("hacer es aprender") después de salir del ámbito académico, pueden solamente hacer crecer la diversidad de "background" de alumnos-trabajadores comparado con "alumnos académicos".

Las iniciativas mencionadas anteriormente permitirán una diversificación del material docente que requerirán de metodologías do-

centes distintas a las que usamos actualmente, y, por lo tanto, de investigación que las diseñe y evalúe. La simplicidad inicial de los cursos masivos en línea (MOOCs) ofrecidos por empresas como Coursera [4] y Edx [7] permitió explorar (validando algunas, e invalidando otras) hipótesis básicas de docencia a través de "A/B testing" que posibilitaron estructuras y herramientas más complejas. Desde su creación, dichos proyectos han sido regularmente presentados como competidores de las universidades (y, por tanto, como una amenaza al trabajo del profesor digital). En los hechos, dichos cursos sufren de problemas importantes en términos de retención de alumnos y de calidad del material docente, por una mezcla de causas psicológicas (e.g. la experiencia universitaria es también una experiencia social) y económicas (e.g. problemas con los derechos de autores del material producido). El futuro de los MOOCs es aún incierto, pero parece previsible que la formalización de la investigación en docencia que iniciaron estos proyectos seguirá desarrollándose.

## ADMINISTRACIÓN

La generación de los reportes, cualquiera sea su tipo, conlleva un alto costo, pero puede ser automatizada mucho más de lo que está en la actualidad. Es más costoso aún en el caso de las instituciones académicas, las cuales persiguen objetivos múltiples como investigación y educación, además de otras actividades como, por ejemplo, consultorías sobre políticas públicas. Anteriormente, en la era en que los reportes eran escritos y las instituciones eran más pequeñas, dichos reportes o no existían o eran muy limitados. Hasta ahora los reportes de la era digital son equivalentes a los reportes en papel, pero en volúmenes más grandes y más redundantes. La revolución en este aspecto será un acto político ya que no se necesita nueva tecnología. Establecer un estándar universal para la generación de tal información permitirá que cada académico pueda tener la información de su trabajo de manera centralizada, de tal manera que la institución a la que pertenece pueda acceder a ellos para generar

reportes de manera automática, reduciendo así el costo de trabajo de los académicos.

El costo de verificar la información entregada en tales reportes ya es un problema. Éste crecerá más aún con el desarrollo de la academia (en tamaño, en complejidad y en competitividad), mientras estándares digitales permitirán más y mejor comunicación, a menor costo. Técnicas para que un investigador certifique una publicación en una revista prestigiosa, o para que un docente certifique un premio docente, son similares en esencia a las técnicas ya usadas para que un vendedor de software certifique el origen legal de su producto, o para que un servidor DNS certifique sus respuestas a consultas DNSSec. Tales soluciones están basadas en técnicas criptográficas bien establecidas como pares de claves pública/privada (RSA) por lo que será "solamente" una decisión política por parte de las instituciones el usar tales certificados para entregar certificados automáticamente verificables a agentes (e.g. investigador, docente), quienes a su vez entregarán tales certificados a las instituciones solicitantes (e.g. empleador a la fecha, o empleador potencial). La evaluación humana seguirá siendo necesaria para evaluar la calidad de las contribuciones científicas de un candidato, pero revisar si tal candidato no ha puesto dos veces la misma publicación, si no ha "inventado" una publicación o ha declarado una publicación que no es suya, debería hacerlo un computador, no un humano.

Más allá de la rutina diaria de los reportes y de su verificación, una administración eficiente tiene que poder evaluar situaciones pasadas y presentes, a fin de poder planificar el futuro. El almacenamiento de grandes volúmenes de datos confiables de instituciones académicas con distintos incentivos y políticas permitirá comparar experimentalmente el impacto de tales incentivos y políticas con un nivel de detalle nunca realizado hasta ahora. Con tales herramientas se podrán identificar incentivos con efectos perversos, o comportamientos ilegales o poco éticos que se aprovechan de algunas políticas, y remediar tales situaciones con los cambios apropiados.

## CONCLUSIONES

Las tecnologías digitales, aunque en gran parte desarrolladas por académicos, no se han aplicado a las tareas de éstos con la misma extensión que en la industria.

Hemos descrito varios aspectos (educativo, investigativo y administrativo) de la revolución digital por venir en la carrera de un profesor, basados tanto en el bajo costo y en el potencial para masificar las tecnologías de tratamiento digital de la información, como en las técnicas que impactan tal trabajo de manera más indirecta, como protocolos de control de calidad colectivos (e.g. ReCaptcha, Calibrated Peer Review), técnicas criptográficas (e.g. claves asimétricas, firmas electrónicas) y personalización (e.g. big data).

Deliberadamente, hemos dejado de lado técnicas con impacto que nos parecen menos específicas a la carrera académica, como *machine learning* e inteligencia artificial, enfocándonos en tecnologías digitales maduras, y dejando la descripción del impacto esperado de tecnologías más nuevas a sus expertos respectivos.

Sin pretender ser expertos en todos los temas descritos en este reporte, esperamos que tal descripción de técnicas bien establecidas para solucionar —de manera completa o parcial— problemáticas existentes en el mundo académico permita a profesores universitarios jóvenes orientar algunas de su decisiones al punto de organizar su carrera y su entorno de trabajo, y a instancias universitarias orientar algunas de sus inversiones tecnológicas tanto en la administración como en la investigación y la docencia. ■

## REFERENCIAS

- [1] G. Berns, *Iconoclast*. Harvard Business Review Press (March 17, 2010), 2010. ISBN: 978-1422133309.
- [2] J. Diamond, *Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societies*. W. W. Norton Company; 1st edition (April 1, 1999), 1999. ISBN-10: 0393317552, ISBN-13: 978-0393317558.
- [3] “Center for open science: Preregistration”. <https://cos.io/prereg/>
- [4] “Coursera”. <https://www.coursera.org/>
- [5] “Easy exam”. <https://easyexam.repository.cl>
- [6] “Easy program checking”. <https://easyprogramchecking.repository.cl>
- [7] “Edx”. <https://www.edx.org/>
- [8] “Google scholar”. <https://scholar.google.cl/>
- [9] “Jutge”. <https://jutge.org>
- [10] “Project Jupyter Notebook”. <https://jupyter.org>
- [11] “Research gate”. <https://www.researchgate.net>
- [12] “Sci-hub”. <http://scihub.org>
- [13] “Scientific research open access”. <https://www.scirp.org/journal/OpenAccess.aspx>



ENTREVISTA A  
**DANIEL  
UNDURRAGA**  
COFUNDADOR Y  
DIRECTOR DE  
TECNOLOGÍA  
DE CORNERSHOP

Por Federico Olmedo





## DANIEL UNDURRAGA

Ingeniero Civil en Computación de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Es uno de los emprendedores más experimentados y exitosos de Chile. Junto a Juan Pablo Cuevas y el sueco Oskar Hjertonsson, es fundador de Cornershop. Actualmente vive en San Francisco, California, desde donde se desempeña como director de tecnología (CTO) de Cornershop.

## ACERCA DE CORNERSHOP

Cornershop está presente en cinco ciudades chilenas y nueve mexicanas, y acaba de abrir el servicio en Canadá y Perú. Toda su plataforma está ideada con un fuerte componente tecnológico. En 2018 fue valorada por Walmart en 225 millones de dólares, la cifra más alta el día de hoy ofrecida a una start-up chilena<sup>1</sup>.

## ORÍGENES Y ÉXITO DE CORNERSHOP

**Daniel, cuéntanos sobre tus comienzos en el mundo de los emprendimientos. ¿Comenzaste inmediatamente al terminar la carrera? ¿Cuáles fueron tus experiencias previas a Cornershop?**

Efectivamente, siempre me dediqué a emprender. Mi primera start-up fue Needish, que partió en 2007. Era un sitio donde la gente publicaba sus necesidades y otra gente respondía ofreciendo sus soluciones. Eso tomó bastante vida propia: había personas publicando desde “necesito una mudanza” y pidiendo que empresas de este rubro respondieran con sus ofertas, hasta “necesito una pareja para ir a un matrimonio”; iba desde las páginas amarillas hasta Tinder. Y eso andaba bastante bien en cuanto a tráfico... pero no generaba ganancias. Entonces en 2009 lo *pivotamos*<sup>2</sup> a Clandescuento, una plataforma muy parecida a Groupon. De hecho, un año después, Groupon compró un porcentaje mayoritario y nos encontramos de repente operando Groupon en toda América Latina (menos Brasil). Eran ocho países, más de mil empleados y una facturación anual de 250 millones de dólares. Finalmente decidimos vender nuestra parte y yo me vine a vivir a San Francisco. Ahí tuve un proyecto fracasado que se llamaba Seahorse, una red social para compartir fotos en grupos privados, como una mezcla entre Dropbox y Whatsapp, pero para fotos. Fue una empresa que fundamos en la época en que nació mi primera hija y mi socio también tuvo su primer hijo; estábamos en la onda de compartir las fotos con las abuelas y como en esa época no había un producto bueno, apostamos por esa idea. Sin embargo, el mercado

cambió bastante y la empresa no funcionó: Flickr que era pagado comenzó a ser gratuito, Amazon lanzó Amazon Prime Photos y Google lanzó Google Photos, Apple bajó el precio de su storage, etc. Al final tuvimos que cerrar y partimos con Cornershop en 2015.

Partimos simultáneamente en Chile y en México, y nos fue bastante bien desde el principio. La empresa creció y en septiembre del año pasado firmamos para venderla a Walmart por 225 millones de dólares, la cifra más alta ofrecida a una start-up chilena. Lamentablemente, la transacción fue rechazada en México por el regulador de competencia económica y no se pudo concretar, pero la empresa sigue creciendo, y ¡muy bien!

**¿Por qué decidieron apostar a ese producto en particular?**

Creo que la experiencia previa en los otros emprendimientos nos dio todas las herramientas para desarrollar un producto como éste. Nuestro paso por Groupon en América Latina nos dio la oportunidad de conocer muy bien los desafíos de cada país. Entendíamos bastante bien, por ejemplo, en qué se parece Chile a Colombia y en qué se diferencia México de Puerto Rico. También entendíamos mucho de e-commerce, algo que aprendimos con Clandescuento, y de aplicaciones móviles, debido a la experiencia con Seahorse. Nuestro equipo era, entonces, ideal para hacer esto.

**Productos similares ya existían en ese entonces en el extranjero. ¿Cuál fue el valor agregado que le dieron para traerlo a Latinoamérica?**

No creo mucho en la originalidad, en este

1. N. del R. Al cierre de esta edición, Uber llegó a acuerdo para adquirir la participación mayoritaria de Cornershop.

2. N. del R. El término “pivotar” es muy común en el ámbito de los emprendimientos y se refiere al cambio del modelo de negocios de una empresa para compensar las nuevas condiciones de mercado o de plataformas.



todo es un *remix*. En las empresas hay dos componentes: uno que vale muy poco, que es la idea, y otro que vale mucho, que es la ejecución. Puedes tener la mejor idea del mundo y puedes tener una ejecución muy mala y, por consiguiente, te va a ir muy mal. O, por el contrario, puedes tener una idea que se le ocurrió a otra persona antes —como el caso de Google— y puedes llegar a triunfar y tener prácticamente un monopolio solo porque tu ejecución fue mejor. Antes de Google estaba Lycos, Excite, Yahoo! y varios otros buscadores; ahora existe prácticamente uno solo que todos conocemos, ¡Google! Antes de Facebook habían veinte redes sociales, estaba My Space, Orkut, Friendster, Hi Five; hoy en la práctica hay solo una, ¡Facebook! Y eso es simplemente porque Facebook ejecutó mucho mejor su idea.

Eso se ve claramente reflejado en las cuatro o cinco grandes tecnológicas de hoy en día. Microsoft no inventó los sistemas operativos, Apple no inventó el computador ni el celular, Google no inventó los buscadores, Amazon no inventó el comercio electrónico y Facebook tampoco inventó las redes sociales. Sin embargo, éas son las compañías que se construyeron en esos rubros y se convirtieron en las más favorecidas del mundo porque ejecutaron mucho mejor que su competencia, no necesariamente porque tuvieron una idea brillante. Al final, lo que más importa es la estrategia y la ejecución, no la idea.

Al desarrollar Cornershop, nos enfocamos en la ejecución, teniendo en cuenta las particularidades locales que tiene cada mercado. Por ejemplo, el chileno es diferente del mexicano, y tuvimos que adaptar el producto para cada uno de ellos.

Ahora, hay ciertas cosas que nosotros hacemos de manera muy diferente a otras empresas chilenas o latinoamericanas en general. Por ejemplo, nuestro servicio al cliente y postventa. Si comparas el servicio al cliente de Cornershop con el de cualquier otra empresa chilena, la diferencia es abismal. Hemos puesto mucho énfasis en eso:

responder rápido, resolver los problemas. Tenemos una aplicación fácil de usar, ofrecemos un servicio de entrega a domicilio que —realmente— llega a la hora, etc.

#### **Y a nivel organizacional, ¿qué distingue a Cornershop de las demás empresas latinoamericanas?**

Lo que tratamos de hacer es que las diferentes áreas de la empresa no compitan entre sí, sino que se alineen entre sí para dar un mejor servicio a los clientes. Por ejemplo, en muchas empresas grandes hay una (única) área centralizada de tecnologías de la información, que es responsable desde implementar SAP o cambiar la aplicación de iPhone que usan los clientes, hasta comprar una nueva impresora o cambiar el WiFi de la oficina. Entonces cuando llegan varios requerimientos al mismo tiempo, uno que tiene que ver con SAP, otro con el WiFi y otro con la aplicación de los clientes, la persona que está a cargo de priorizar estos requerimientos —generalmente el jefe del área— no tiene idea cuál es más importante y cuál menos. Lo que hace en la práctica es priorizar por quién lleva más tiempo esperando, que es una pésima manera, o por quién grita más fuerte, que también es una pésima manera.

En Cornershop, en cambio, cada área tiene su propio equipo de tecnología, sea ésta finanzas, operaciones o recursos humanos. El “área” de ingeniería resulta entonces transversal a toda la empresa y muchas de las áreas que tradicionalmente se manejarían por un MBA, acá se manejan por ingenieros de software. Tenemos un foco muy potente hacia la ingeniería de software, la tecnología y la automatización, resolviendo los problemas con software y no con gente. Eso nos permite que cuando lleguen varios requerimientos de distintas áreas, se puedan ejecutar todos en paralelo, con cada área definiendo su propia hoja de ruta y manera de ejecutarlo, sin quitarle recursos a otra. Eso permite que la aplicación de los clientes avance, que los servidores avancen, que la seguridad avance, y que la tecnología para reclutar y entrenar *shoppers* avance.

#### **Si tuvieras que explicar el éxito de Cornershop en una oración, ¿qué dirías?**

El éxito de Cornershop se puede resumir en que estamos ofreciendo algo que los clientes necesitan: tiempo libre. La gente normalmente pasa varias horas a la semana en el supermercado, y eso no lo hace precisamente por hobby, sino porque tiene que hacerlo y no tiene alternativa. Hoy día le ofrecemos una opción real para que no tenga que ir al supermercado y pueda pasar ese tiempo con su familia, haciendo deporte, estudiando o haciendo cualquier otra cosa más útil que ir al supermercado. Le estamos devolviendo tiempo que normalmente no tenían, y la gente está dispuesta a pagar por eso.

¿Y por qué a Cornershop en particular le va tan bien en eso? Porque el servicio es muy consistente, te devuelve la plata cuando hay un problema, llega a la hora y se siente muy bien en general, que es algo que no todas las empresas del rubro hacen. Todas esas cosas hacen que la gente recomiende el servicio y que el servicio vaya creciendo de esta manera.

## **NUEVAS FORMAS DE TRABAJO**

#### **¿Crees que este fenómeno de hacer las compras online se va a extender a otros rubros, haciendo que la gente no tenga que salir más de su casa, o va a ser solo algo bien puntual de unos pocos rubros?**

Creo que este fenómeno va a seguir creciendo y va a tender a que la mayoría de las compras de este tipo se hagan online. No es que las personas no quieran salir de sus casas, sino que quieren salir, pero para ir al parque, jugar fútbol, hacer deporte, salir con sus amigos o estar con sus niños en la plaza, en vez de estar metidas en un supermercado con calor sofocante, buscando un carro, cargando bolsas en el auto o pagando para estacionarse. Eso es precisamente lo que la gente quiere evitar y por eso creo que el fenómeno de las compras *online* va a terminar siendo algo muy grande.



## ¿Y crees que esta nueva forma de servicios va cambiar de alguna manera significativa el trabajo? ¿Terminarán desapareciendo formas de trabajo?

Creo que la tecnología siempre está destruyendo y creando. Por ejemplo, cuando se inventó el auto, se destruyó el trabajo de quienes manejaban carretas y caballos. De manera similar, cuando se extiendan los autos autónomos, éstos sustituirán los trabajos de chofer. Pero al final, siempre van desapareciendo trabajos y se van creando otros que dan oportunidades nuevas. Lo que realmente espero, es que algún día la humanidad haya automatizado lo suficiente el “trabajo repetitivo” para que podamos hacer trabajo más creativo, disfrutar más de la vida, tener más tiempo libre y estar menos estresados por el trabajo, porque éste lo ejecutarán máquinas que ya habremos construido.

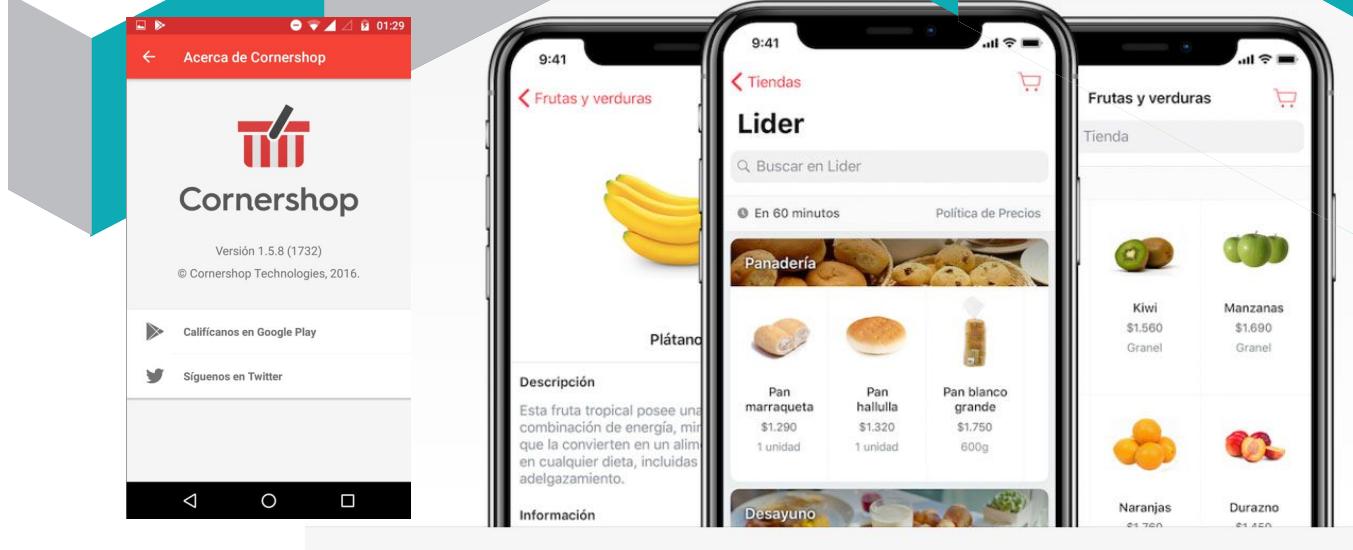
## ¿Cómo ves la legislación laboral en Chile y México al respecto? ¿Están acompañando esta transformación?

Lo que pasa cuando aparecen nuevas tecnologías —nuevas maneras de hacer las cosas— es que los gobiernos reaccionan mucho más lento que las empresas y, en general, que la sociedad. Eso es a todo nivel, y es cada vez más así, porque el mundo cambia cada vez más rápido.

Lo que más valoran los *shoppers* que trabajan con nosotros es la flexibilidad, que pueden elegir cuándo y cuánto trabajar. Por eso creo que en cualquier tipo de regulación que se haga al respecto, y en particular para que el rubro de entregas a domicilio siga funcionando, es necesario mantener la flexibilidad. En Estados Unidos, por ejemplo, todo lo laboral se hace por

hora y no hace falta cambiar demasiado ninguna legislación para que estas cosas operen. En Chile, en cambio, todo lo laboral se hace por mes.

Obviamente la legislación también debería asegurarnos que alguien que trabaje por horas tenga sus cotizaciones previsionales, su seguro de salud... Eso garantiza que no tenga un trabajo más “precario” o quede en un estado más vulnerable solo porque decidió trabajar por hora. De hecho, trabajar por hora es la única opción para muchas personas. Hay gente que, por ejemplo, estudia en las mañanas y quiere trabajar con nosotros en las tardes, o viceversa; también hay gente que trabaja con





nosotros los fines de semana porque de lunes a viernes tiene otro trabajo. Ellos quieren poder elegir "un sábado trabajo", "el siguiente no" o "este domingo voy a trabajar en la mañana" y "al siguiente voy a trabajar en la tarde". Eso creo que es primordial que se mantenga.

## USO DE DATOS Y PRIVACIDAD

Otro componente relevante de la legislación tiene que ver con el uso de datos. ¿De qué manera usan el caudal de datos que generan a diario?

Todo nuestro sistema logístico tiene varios componentes de *machine learning* que ocupan datos históricos de cuánto se han demorado diferentes pedidos en recogerse y en entregarse, con el fin de obtener una estimación más con-

fiable de cuánto nos vamos a demorar en completar un pedido. Otra aplicación que le damos a los datos es para presentarle a los usuarios los productos por orden de relevancia. Por ejemplo, si entras a una tienda en Cornershop vas a ver arriba las categorías que tienen más compras y abajo las que tienen menos, y dentro de cada una vas a ver arriba los productos que se compran más y abajo los que se compran menos. Eso lo hacemos para acortar el tiempo de compra, porque asumimos que la gente en general adquiere los mismos productos y necesita los productos que compran más a menudo.

Y con respecto a la privacidad de los clientes, ¿tuvieron, por ejemplo, que cambiar algo cuando se promulgó la regulación de datos europea GDPR?

La verdad es que no nos afectó mucho porque hacemos todo bastante bien, con la privacidad

como primera prioridad. De hecho, cuando se promulgó el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) no tuvimos que hacer nada muy significativo porque no compartimos ningún tipo de información de los usuarios, más que información agregada con las tiendas y con las marcas; nunca entregamos información que permita identificar individualmente a alguno de nuestros clientes.

## EMPRENDIMIENTOS Y FINANCIAMIENTO

¿De dónde provino el capital inicial de Cornershop? ¿Fue muy difícil obtenerlo?

No tanto, porque ya habíamos vendido una empresa que hacía algo relativamente similar y teníamos ahorros propios. Entonces al principio financiamos Cornershop nosotros mismos, le



pedimos plata a otros emprendedores amigos, y a otra gente que nos conocía. Más adelante empezó a ser financiada por cuatro fondos: Accel (estadounidense), que es inversionista en empresas como Facebook, Dropbox y Slack, Jackson Square Ventures, que tiene Strava (aplicación de *fitness* para corredores y ciclistas), Creandum (europeo) que invirtió en Spotify, y ALLVP (mexicano), del cual somos su inversión más grande hasta el momento.

**Enfocándonos más en Chile, ¿qué tan difícil puede resultar comenzar un emprendimiento? Pensemos más que nada en alguien sin experiencia, por ejemplo, recién saliendo de la universidad.**

Creo que cada vez es más barato partir una empresa y, por lo mismo, el costo del fracaso es cada vez más bajo. Hoy en día todo se hace con código y muchas veces es código abierto que ya está hecho... y es gratis. Entonces partir una empresa, sobre todo en tecnología, se hace mucho más barato que en otros tiempos. Y por lo mismo el riesgo de fracaso es muy bajo, sobre todo cuando uno está recién egresado de la universidad. Entre irse a trabajar a una empresa grande o emprender durante seis meses a un año, uno no debería cuestionárselo tanto. Si te va mal, ¿qué más da? Perdiste un año de tu vida a los veinte años, no es terrible.

**¿Crees que el país tendría que tomar una posición más proactiva en incentivar la innovación tecnológica?**

Si te refieres al país como a los 17 millones de chilenos, creo que sí. Ahora si te refieres al Gobierno, creo que no, porque en general Chile ya tiene bastantes facilidades: es una economía libre, las instituciones funcionan, hay capital... y el Gobierno ya ha hecho bastante con Pro-Chile, Corfo y Start-Up Chile. No sé si se puede hacer mucho mejor de lo que ya se hace. Lo que sí creo que se puede hacer mejor, es promover que estos esfuerzos de transformar la economía en una economía emprendedora vengan de toda la sociedad, y no solamente de una parte. Por ejemplo, estos esfuerzos además desde el Gobierno y los mismos em-

prendedores, deben venir de los inversores. ¿Qué porcentaje de las grandes fortunas de Chile están invertidas en *venture capital*<sup>3</sup>? No sé si alguien ha hecho ese estudio, pero me imagino que es menos del 0,1%. Ahora uno se puede preguntar ¿y eso cuánto es en California? Es como el 50%. Eso obviamente cambia todo, cambia un país. Creo que va más por ese lado... que haya más capital para invertir en emprendimientos, que las grandes empresas compren los servicios de start-ups, que los estudiantes recién egresados vayan a trabajar a start-ups, etc., etc.

En California si le preguntas a la gente cuántos quieren ser banqueros de inversión o ejecutivos de una consultora, y cuántos quieren ser emprendedores, seguramente más van a querer ser emprendedores que ejecutivos o banqueros. En Chile históricamente ha sido todo lo contrario.

Creo que la mayoría de las mamás todavía les dicen a sus niños “que susto ser emprendedor, ¿por qué no te vas a trabajar a una empresa segura?”. Tiene que ver con estas cosas también.

**¿Tener capacidad de emprendimiento y ser innovador es algo que se puede enseñar o es simplemente una habilidad innata de ciertas personas, que solo se puede potenciar?**

Creo que el emprendimiento es como el fútbol. Si uno está todo el día en la biblioteca leyendo libros de fútbol mientras Messi está en la cancha pateando la pelota, en un par de años Messi va a ser seguro mejor jugador de fútbol que uno. Y para un emprendedor, leer libros de fútbol es el equivalente a leer de negocios o hacer un MBA. Uno puede estar leyendo casos de estudio o escuchando a un profesor que nunca emprendió en su vida, o —por el contrario— uno puede estar emprendiendo o trabajando en una start-up, sin que nadie te enseñe, equivocándose y aprendiendo de tus mismos errores y experiencia. Y al final creo que la gente a la que le va bien no es la que hizo un MBA, sino la que se lanzó y aprendió de sus errores, mientras creaba empresas ya sea como fundador o como uno de los primeros miembros del equipo.

Hay ciertos rasgos de personalidad que te facilitan navegar en el caos y te ayudan a ser un mejor emprendedor, de la misma manera que hay ciertos rasgos de personalidad o físicos que te facilitan ser un futbolista de élite. Por ejemplo, Arturo Vidal y Alexis Sánchez tienen cierta predisposición genética a ser muy buenos deportistas, pero eso nunca es suficiente. Además de la predisposición, hay que tener también muchas ganas, mucha perseverancia, y mucha resiliencia. Y éas son las características que te van a llevar a ser un buen emprendedor si es que quieres emprender, un buen futbolista si quieras ser futbolista y un buen poeta, si lo que quieras es ser poeta.

**¿Qué consejos le darías a alguien que está egresando de una carrera y quiere lanzarse al mundo de los emprendimientos?**

Que se enfoque más en la ejecución que en la originalidad. Cuando era chico pensaba que lo que estaba haciendo tenía que ser ultra original, muy diferente de todo lo demás, y después con el tiempo me fui dando cuenta de que la originalidad no juega ningún rol relevante en todo esto. Uno puede hacer lo que está haciendo el del lado y si uno lo hace mejor, va a ganar igual.

Creo que el equipo es también muy importante. Ojalá encuentre gente que sea complementaria, en vez de que tenga sus mismas habilidades; que sea gente con la que le dé gusto trabajar y comparta los mismos valores fundamentales, y con la que se vea trabajando toda la vida. Yo llevo trabajando 18 años con uno de mis socios y 12 años con el otro, y la verdad es que la razón por la que seguimos trabajando juntos es porque vemos el mundo de maneras muy similares y nos resulta muy fácil trabajar juntos. Y, además, somos muy complementarios en nuestras capacidades. ■

3. N. del R. El término “venture capital” (“capital emprendedor” en español) se refiere a capital destinado a financiar start-ups en fase de crecimiento con elevado potencial y riesgo.





## INTRODUCCIÓN: UNA MIRADA HISTÓRICA

En los primeros años del siglo XX el abogado Ricardo Anguita Acuña fue capaz de visualizar una verdadera necesidad pública: la consulta fácil y ordenada de cientos de leyes promulgadas desde 1810<sup>1</sup>.

El desvelo de muchos dio origen a cinco volúmenes con un índice general de leyes publicadas por la República, convirtiéndose así en un referente en materia de información legislativa por décadas.

Así lo señaló el propio autor al presentar su obra: *"He compuesto este libro por pedido y consejo de innumerables funcionarios públicos, profesionales, estudiantes, hombres de negocios, políticos y simples particulares, quienes*

*me han representado las dificultades con que hoy tropiezan en el estudio y consulta de las leyes, asegurándome que con la realización de esta empresa llenaría yo una verdadera necesidad pública y serviría a generales intereses".*

La compilación en los cinco volúmenes comprendió las principales leyes promulgadas entre 1810 y 1913 siguiendo un orden cronológico y alfabetico, contemplando no solo el título de la ley y su año de promulgación, sino que además todas las disposiciones relativas a la mencionada ley, que fueron dictándose a lo largo del tiempo. La obra tuvo varias reediciones y se transformó en un libro obligado de consulta para abogados e historiadores.

Tras este hito histórico, por casi 170 años todo el sistema de organización de la información relativa al proceso de formación de las leyes

se mantuvo en papel con tarjeteros y fichas en orden alfabético escritos a mano o con máquina de escribir (ver **Figura 1**). Estos permitían acceder a grandes estantes donde se acumulaban los proyectos con sus respectivos informes y trámites.

El acceso era muy especializado y estaba a cargo de personal preparado en el propio Congreso Nacional. Ambas Cámaras contaban con funcionarios doctos en el uso, almacenamiento y catalogación de la documentación que era insistentemente recurrida por diversos parlamentarios. Durante décadas, tal catalogación recayó en los funcionarios de la Oficina de Partes, pero al acceso era restringido y solo unos pocos eran los custodios de tan valiosa documentación que se atesoraba en pequeñas cajas de madera.



**Figura 1.** Archivos originales y ficheros del Senado de la República (inventario).

1. Leyes promulgadas en Chile: desde 1810 hasta el 1 de junio de 1913 (Anguita, Ricardo) <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-8116.html>. Visto el 8 de julio de 2019.

Solo hacia mediados de los años setenta comienzan a irrumpir las nuevas tecnologías en los procesos administrativos, especialmente en la empresa privada. Sin embargo, con el quiebre institucional y el Golpe Militar de 1973 no solo el sistema democrático quedó en pausa, también la administración pública y, en el caso del Congreso, la pausa se convirtió casi en una criogenización debido a la disolución del Congreso Nacional. En estas circunstancias, la labor legislativa fue asumida por la Junta Militar de Gobierno.

En los hechos, esta situación institucional provocó una amplia brecha tecnológica con el resto de las organizaciones del Estado y el mundo privado. Incluso, la base de datos Ley Chile, tuvo sus orígenes en la década del ochenta y fuera del Congreso en funciones.

Por lo tanto, con el retorno de la democracia (marzo de 1990), en la década siguiente, el Parlamento tuvo que asumir con urgencia un proyecto de modernización<sup>2</sup> (realidad que paralelamente también compartieron otros parlamentos de la región) y prepararse para los desafíos de la digitalización a fines del siglo XX<sup>3</sup>.

Respecto al marco jurídico, la Ley Orgánica Constitucional del Congreso Nacional (Ley 18.918) señala en su artículo 5 A que los diputados y senadores “ejercerán sus funciones con pleno respeto de los principios de probidad y transparencia, en los términos que señalen la Constitución Política, esta ley orgánica y los reglamentos de ambas Cámaras”. El principio de transparencia consiste en “permitir y promover el conocimiento y publicidad de los actos y resoluciones que adopten los diputados y senadores en el ejercicio de sus funciones en la Sala y en las comisiones, así como las Cámaras y

sus órganos internos, y de sus fundamentos y de los procedimientos que utilicen”<sup>4</sup>.

Esta obligación legal se convirtió en la base de un pacto democrático que más tarde evolucionaría con el desarrollo tecnológico y de la sociedad del conocimiento transformándose en la columna vertebral de la difusión de la labor legislativa, representativa y fiscalizadora de los legisladores, así como de la participación ciudadana, con el pionero proyecto de E-Legislación y más tarde el “Senador Virtual”.

*“El mundo que emerge de la globalización y de la revolución de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), pone a nuestra disposición cantidades de información y conocimientos a una velocidad sin precedentes y en cantidades que se multiplican exponencialmente, facilitándoles a las personas nuevas posibilidades de acción y experiencias significativas”<sup>5</sup>.*

Es así como en 1990 se constituyó la Comisión Bicameral de Modernización del Congreso Nacional que presidió el senador Gabriel Valdés e integraron los senadores Jaime Gazmuri, Juan Hamilton, Sergio Romero y Beltrán Urenda, además de los diputados Juan Carlos Latorre, Juan Antonio Coloma, Carlos Vilches, José Antonio Viera Gallo y Martita Worner. Además del director del proyecto de Modernización, Carlos Smok.

En diciembre de 1991 el Parlamento suscribió con el Ministerio de Hacienda un acuerdo para la ejecución de un subcomponente Congreso del préstamo TAL-2 concedido por el Banco Mundial al Gobierno de Chile para modernización del Estado, que significó US\$ 5.137 millones y un aporte de contraparte nacional de al menos US\$ 2.147 millones (en moneda de la época).

## DISEÑO

Concluida la fase de negociaciones de los préstamos y asegurado el financiamiento del proyecto, se constituyó, para los efectos de su ejecución, una unidad de coordinación del subproyecto denominada Oficina del Proyecto de Modernización, que comenzó a operar en 1992. El diagnóstico contempló la detallada “descripción cuantitativa del proceso legislativo en el periodo comprendido entre el 11 de marzo de 1990 y el 10 de marzo de 1994, así como un diagrama de flujo del proceso legislativo.

En dicho periodo se ingresaron un total de 1.166 proyectos de ley. De ellos, el 44% tuvo alguna forma de término y el 56% permanecían al interior del Congreso, a la fecha de obtención de la información del estudio, que se fijó al 26 de abril de 1994.

Asimismo, del total de proyectos ingresados un 35% tuvo algún grado de urgencia en su tramitación. En el caso de los mensajes este porcentaje se eleva al 59% y en las mociones solo alcanzó un 6%, una tendencia que revelaba el fuerte presidencialismo que marcó el periodo<sup>6</sup>.

Uno de los objetivos de este proyecto fue el desarrollo de sistemas de información de apoyo a los procesos legislativos, recopilación, procesamiento y disseminación de información, adquisición de equipamiento y capacitación.

En síntesis, se impulsó un proyecto bastante visionario e innovador a la luz de los cambios producidos en la década siguiente anticipando un modelo de trabajo donde “la innovación y el cambio son fundamentales para la creación de conocimiento”<sup>7</sup>.

2. Primer Congreso Internacional de Modernización Parlamentaria: documentos y conclusiones (First International Congress on Parliamentary Modernization: proceedings and conclusions: 21 al 26 de agosto 1990). Buenos Aires: Honorable Congreso de la Nación, Comisión Especial sobre Modernización del Funcionamiento Parlamentario, 1990.

3. Proceso legislativo chileno, un enfoque cuantitativo: la transición democrática 1990-1994: proyecto de modernización. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

4. Ley Orgánica del Congreso Nacional (texto actualizado Ley N° 20.979, del 17 de diciembre de 2016) <http://www.senado.cl/ley-orgánica-constitucional-título-i/senado/2012-11-13/170118.html>

5. Desarrollo e implementación de la Gestión del Conocimiento en el Parlamento de Finlandia (Editor de la versión en español: Senador Carlos Cantero) [https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/26296/11/Gestion\\_del\\_Conocimiento.pdf](https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/26296/11/Gestion_del_Conocimiento.pdf)

6. Proceso legislativo chileno, un enfoque cuantitativo: la transición democrática 1990-1994. Proyecto de modernización (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile).

7. Desarrollo e implementación de la Gestión del Conocimiento en el Parlamento de Finlandia (Editor de la versión en español: Senador Carlos Cantero).

En este primer cambio organizacional el Congreso a través de la Cámara de Diputados y el Senado se enfocaron como un sistema de información en el cual las Tecnologías de Información —disponibles en la década del noventa— podían optimizar la calidad y acceso de sus diferentes procesos.

En el proyecto se distinguieron cuatro subsistemas: Conocimiento (SIC), Proceso Legislativo (SIL), Fiscalización (SIF) y Representación (SIR).

El primer diseño del SIL surgió como un área de modernización para una de las funciones más tradicionales y relevantes del parlamento: apoyar el rol del parlamentario como creador de legislación con el objeto de proporcionar información, tanto al interior como exterior del Congreso respecto al estado de tramitación de los proyectos de ley, además de automatizar el flujo documental asociado.

*“Los primeros diagramas de flujo constituyeron una poderosa herramienta para visualizar —por primera vez— tanto global como detalladamente las actividades y las complejas y recursivas interrelaciones que permite el proceso legislativo”<sup>8</sup>.* Detrás de todo este trabajo se fundaron también las bases que permitieron al Congreso tener ya preparada, para el proceso de tramitación de la ley, la denominada transparencia activa, en el sistema que se instauró hacia 2008 con la dictación de la ley 20.285, sobre acceso a la información pública, más conocida como “Ley de Transparencia”.

## EJECUCIÓN

Luego de esta etapa inicial, en 1994 se pasó de la fase de diseño del proyecto a la de ejecución.

Así en dicho año se adjudicaron una decena de licitaciones públicas, nacionales e internacionales. Con ello también comenzaron a observarse las primeras evidencias prácticas del Proyecto de Modernización al interior de diversas reparticiones del Congreso Nacional.

Una de las licitaciones más importantes para las bases del actual SIL se realizó en julio de 1995 para el diseño, instalación y puesta en funcionamiento del Sistema de Informática Legislativa (Código: E11SIL/0795), el que, de acuerdo a los requerimientos descritos en el llamado debía *“contribuir a la optimización global del proceso legislativo”*.

En sus bases el llamado describía al sistema como el que *“permítirá que los parlamentarios y funcionarios del Congreso Nacional, así como entidades externas, obtengan información instantánea acerca del estado de tramitación de los proyectos de ley, a la vez que permitirá automatizar el flujo de documentos asociados al proceso legislativo. A través de la Plataforma Tecnológica Común de Información y Comunicaciones del Congreso Nacional, se podrá acceder, desde lugares remotos, a los servicios que proporcione el SIL”*.

Postularon varias empresas reconocidas en el rubro tales como IBM, Sonda, Microsystem y Olivetti. El proyecto se lo adjudicó el consorcio Olivetti que sentó las bases para un sistema complejo que permitiera el tracking de todos los proyectos en trámite en texto completo, incluyendo indicaciones, votaciones, informes, comparados, etc.

## LEVANTAMIENTO DE PROCESOS

En su diseño participaron numerosos especialistas y consultores que levantaron todo el proceso legislativo en ambas Cámaras, con el concurso activo de funcionarios de Comisiones y Secretaría de ambas Cámaras del Congreso Nacional. Luego, se realizó el arduo proceso de ingreso de datos de los proyectos en trámite, la adecuación de algunos de los procedimientos a nivel reglamentario, procesos masivos de capacitación de usuarios, instalación en varios centenares de estaciones de trabajo y la marcha blanca.

Durante su desarrollo, el Proyecto se convirtió en un foco de atención no solo para autoridades políticas, sino también para el mundo académico, tanto de las ciencias sociales como de la ingeniería de sistemas.

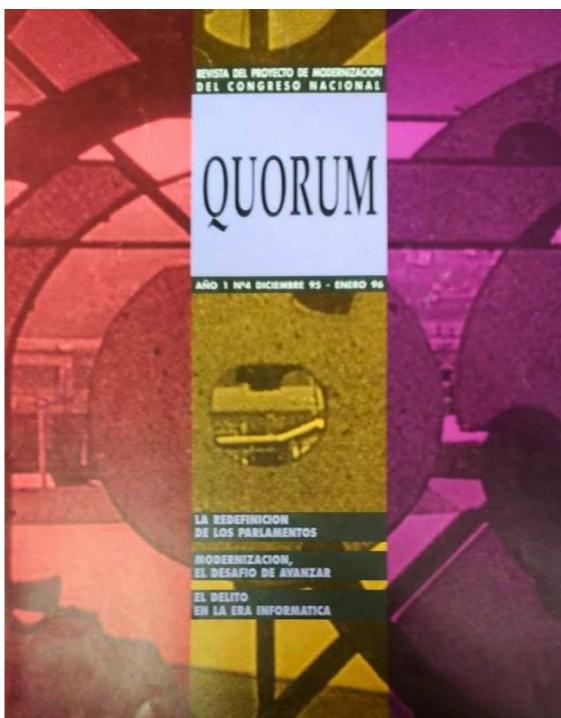
La prensa especializada siguió el proceso, se realizaron numerosas conferencias en importantes reuniones de ámbito técnico y se recibieron gran cantidad de visitas y solicitudes de información. Por ello se decidió potenciar la política de comunicaciones y se creó la Revista Quorum cuyos cuatro números editados circularon entre autoridades parlamentarias, políticas y académicas (ver **Figura 2**).

*“De modo veloz y casi inadvertido se modificó el ambiente y el modo de trabajo en diversas dependencias del parlamento. El principal cambio se está produciendo en las personas que lo integran pues sus habilidades, productividad, expectativas y reclamos son hoy de naturaleza distinta a los de hace un par de años. Y es ese el germen de una nueva cultura organizacional, nuestra meta primogénita”.* Carlos Smok, director Revista Quorum.

El primer diagrama y modelación fue inaugurado por las autoridades de la Mesa del Senado y las tareas del Proyecto culminaron oficialmente el 31 de diciembre de 1996, con una evaluación, la redacción del informe final y una auditoría técnica que arrojó resultados positivos.

Ya en la época el sistema atraía la atención de los estudiosos de la modernización parlamentaria y es así que en un seminario sobre el tema, se dijo que el sistema de informática legislativa *“está orientado a apoyar el rol del parlamentario como creador de legislación y su objetivo general es proporcionar información, respecto al estado de tramitación de los proyectos de ley, así como también, el de permitir una automatización del flujo documental de diversas instituciones durante la fase legislativa, como de la difusión de la legislación aprobada”*. Y se agregó: *“En relación a la implementación del*

8. Proceso legislativo chileno, un enfoque cuantitativo: la transición democrática 1990-1994. Proyecto de modernización (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile).



**Figura 2.** Quorum: revista del proyecto de modernización del Congreso Nacional (Biblioteca del Congreso Nacional).

SIL, las actividades han sido llevadas a cabo desde 1995, habiéndose iniciado la fase de puesta en marcha. Previo proceso de selección, se contrató a la firma Olivetti de Chile S.A., cuya estructura de equipamiento se basa en tres servidores: uno de ellos destinado a mantener la aplicación de los módulos clientes en el sistema; un segundo servidor para soportar la base de datos Oracle y un tercero para la instalación del programa de flujo de trabajo (workflow) IBIsys. Para el servidor de aplicaciones se adquirió un servidor CMT 573-ZSD, que opera en un ambiente Windows NT; el servidor de la base de datos de SIL es una máquina HP 9000 Modelo K420, y el servidor sistema multiprocesador configurado biprocesador Modelo SNX 200/RS<sup>9</sup>.

## ADAPTACIÓN Y NUEVAS VERSIONES

En los años siguientes, esta primera versión mostró rigideces técnicas que, en la práctica, hacían difícil su supervivencia en el tiempo. El flujo de trabajo contratado a terceros no era del todo compatible y motivó algunos cambios, además la logística para la compra de equipamientos, proveedores y mantenimiento ya no se podía abordar como Congreso y se requirió que cada Cámara pudiera abordar los problemas por separado.

El segundo semestre de 1997 fue el momento para proceder a establecer nuevos estándares,

e iniciar los pasos de renovación de equipamiento, estableciendo ciclos de adquisiciones y equipamientos cada cuatro años para que coincidan con las renovaciones parlamentarias.

Hacia 1998 ya se había adaptado la primera versión y para el año 2000 se optó por realizar todo un desarrollo interno, que fue asumido por los propios funcionarios de las Cámaras de modo que permitiera asumir los desafíos del nuevo milenio. En el intertanto, la demanda por una mayor transparencia y la evolución de los procesos sociales favorecieron el desarrollo de otros proyectos pioneros: la E-Legislación que luego se transformó en el Senador Virtual, la primera herramienta de difusión cívico legislativa y participación ciudadana.

Paralelamente, la discusión por la denominada "falla del milenio" Y2K (a raíz de la inquietud que producía la forma en la que los computadores de la época manejaban las fechas) contribuyó para que todas las instituciones públicas y privadas pudieran replantear sus sistemas.

La tendencia fue mundial y profundizó aún más un fenómeno que según el académico Ricardo Baeza Yates, Profesor Titular del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile, no se podía ignorar: *las tecnologías digitales en mi opinión son las más eficientes desde el punto de vista de costo/beneficio sin contar que en muchos casos son la única alternativa*<sup>10</sup>.

El desarrollo interno (con funcionarios del Congreso) se alineó con los objetivos generales de la sociedad de la información, los que fueron detallados en el Informe de la Comisión Presidencial de Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación<sup>11</sup>: Chile hacia la Sociedad de la Información.

De este modo, el Sistema de Informática Legislativa (SIL) consistió en un sistema bicameral

9. Evaluación de Experiencias de Fortalecimiento de Instituciones democráticas: El caso del Parlamento chileno. Págs. 36 y 37, Autor María Luisa Brahm. Seminario y Encuentro Iberoamericano sobre Modernización y Reforma Parlamentaria. Valparaíso, 4-5-6 de septiembre de 1997. Visto el 8 de octubre de 2019, en [https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/25453/3/98242\\_v2.pdf&origen=BDigital](https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/25453/3/98242_v2.pdf&origen=BDigital)

10. Ricardo Baeza Yates. The Information Architect: A Missing Link. Technical Report. Universidad de Chile. 1999.

11. Informe final de la Comisión Presidencial de Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación: Chile hacia la sociedad de la información. 1999. [http://www.guiadigital.gob.cl/sites/default/files/chile\\_sociedad\\_informacion.pdf](http://www.guiadigital.gob.cl/sites/default/files/chile_sociedad_informacion.pdf)



BREVES

## Congreso modernizará sus funciones

Funcionarios de la Cámara de Senadores fueron capacitados en el uso del Sistema de Información Legislativa (SIL), un soporte informático bicameral donado por el Senado de Chile, que permite el registro y seguimiento electrónico de los procesos de formación y sanción de la ley. Se estima que el software comenzará a funcionar en los primeros días del mes de diciembre próximo.

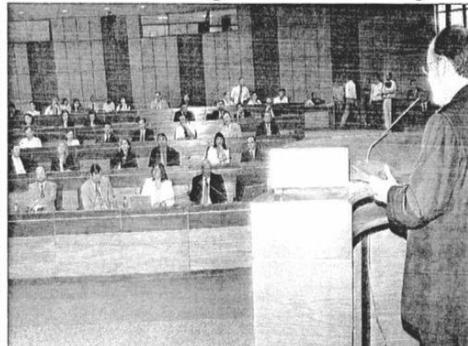
La jornada de capacitación estuvo dirigida a los funcionarios de Secretaría General, Secretaría y Diario de Sesiones, quienes se hallan involucrados en forma directa con la implementación del SIL. Para el efecto, se contó con el asesoramiento del señor Roberto Bustos Latorre, funcionario del Senado chileno, quien ofreció los detalles del funcionamiento del sistema.

E software costó al Congreso Chileno una cifra aproximada a US\$ 1.000.000 (un millón de dólares), sin embargo, el costo de adaptación al caso paraguayo representaría un monto inferior a los US\$ 50.000 (cincuenta mil dólares). La adaptación e implementación del SIL se realiza con fondos del Proyecto "Modernización del Congreso", financiado por el Banco Mundial.

## Ciudadanía podrá hacer seguimiento de leyes

El Congreso presentó ayer formalmente el Sistema de Información Legislativa (SIL) que permitirá que a través de las páginas de las Cámaras en Internet toda la población pueda acceder a los proyectos de leyes u otros documentos que se estudian en sede legislativa.

El sistema fue creado a través de un convenio de cooperación con el Senado de Chile que fue acordado en setiembre de 2006 entre el ex presidente chileno y por entonces presidente del Senado Eduardo Frei y el también entonces presidente de la Cámara de Diputados, Víctor Bogado (ANR). Mediante este acuerdo el Senado chileno donó a la Cámara de Diputados el sistema informático mediante el cual se articula el sistema y que tiene un costo estimado de un millón de dólares. Si bien en principio solo se aplicaría a



En la sala de sesiones del Congreso se presentó ayer el Sistema de Información Legislativa que fue creado con el apoyo del Congreso chileno.

la Cámara Baja, Bogado anuncia Diputados, Oscar Salomón, dijo que este es un acuerdo extender el proyecto logro para la institución porque permitirá "el acceso a la información ya que el pue-

## Diputados de PQ anuncian que donarán combustible

Los diputados de Patria Querida anunciaron ayer en conferencia de prensa que donarán el aumento de los vales de combustible aprobado por la Cámara en agosto pasado y que está siendo entregados a los legisladores.

La suma a ser donada ronda los 40 millones de guaranies, según indicó el diputado Héctor Lacognata. Las entidades beneficiadas son el Cuerpo de Bomberos Voluntarios del Paraguay; la séptima región sanitaria, el hospital regional de Encarnación; el Centro de Emergencias Médicas, la Fundación ASOLEU; la Fundación DEQUENI; el hospital regional de San Lorenzo y el hospital regional de Ciudad del Este.

El líder de bancada, Eduardo Nery Huerta, indicó que solo ahora se están enterando del aumento, sin embargo los diputados de Patria Querida estuvieron en la sesión donde se trató y aprobó el incremento presupuestario para la Cámara. "Rechazamos este aumento, nos parece una falta de respeto hacia la ciudadanía, razón por la cual hemos decidido retirar los cupos de combustible, porque tampoco nos pareció adecuado dejar estos rubros en la administración y que cada diputado de esta bancada pueda donar a alguna institución", explicó el parlamentario.

**Figura 3.** Noticias publicadas en el periódico ABC Mundo Digital, de la República del Paraguay, el 29 de noviembre de 2007 (imagen de la izquierda) y el 22 de diciembre de 2007 (imagen de la derecha).



### CONVENIO DE COOPERACION INSTITUCIONAL ENTRE EL SENADO DE LA REPUBLICA DE CHILE Y LA CAMARA DE DIPUTADOS DE LA REPUBLICA DEL PARAGUAY.

#### DE UNA PARTE,

El Presidente del Senado de la República de Chile, Senador Eduardo Frei Ruiz-Tagle.

#### Y DE OTRA PARTE,

El Presidente de la Cámara de Diputados de la República de Paraguay, Diputado Víctor Bogado González.

#### Y CONSIDERANDO,

Que ambas corporaciones legislativas mantienen procesos de desarrollo institucional y modernización de sus respectivas organizaciones; Que ambos cuerpos legislativos desean, en nombre de la amistad tradicional que existe entre los pueblos de República de Chile y de la República de Paraguay, colaborar mutuamente en su desarrollo, tanto en los planos del quehacer legislativo como en el de las nuevas tecnologías, Que existe un gran desarrollo en las aplicaciones de las tecnologías de la información en el Senado de la República de Chile y por ende, la posibilidad de aportar herramientas tecnológicas, expertos y capacitar recursos humanos; Que existe la voluntad que dicha cooperación sea amplia en función de los respectivos desarrollos institucionales.

SE HA RESUELTO Por los Presidentes del Senado de la República de Chile y de la Cámara de Diputados de la República de Paraguay, en el entendido que el presente preámbulo forma parte integral de este documento, establecer el siguiente:

#### CONVENIO DE COOPERACION INSTITUCIONAL

PRIMERO: Se establece una relación de cooperación institucional entre el Senado de la República de Chile y la Cámara de Diputados de la República del Paraguay.



SEGUNDO: El presente acuerdo incluye las experiencias en las áreas de la administración y de la aplicación de las nuevas tecnologías al perfeccionamiento institucional desarrolladas por el Senado de Chile, con particular interés, en el avance informático, intercambio y capacitación de expertos y personal. Especialmente incluye la donación de un software que sobre el proceso de tramitación de la ley hará el Senado de la República de Chile a la Cámara de Diputados de la República del Paraguay.

TERCERO: Con el fin de concretizar este acuerdo las personas que llevarán adelante el traspaso de tecnología y la capacitación de personal son por parte del Senado de la República de Chile, su Secretario General don Carlos Hoffmann Contreras y el Secretario de Comisiones y miembro del Comité de Informática, don Roberto Bustos Latorre y por la parte de la Cámara de Diputados de la República del Paraguay, quienes recibirán las respectivas herramientas tecnológicas y coordinarán los respectivos procesos de capacitación serán su Secretario General don Carlos Samudio Ayala y el Coordinador del Proyecto de Modernización don Edward José Bogado. Dichas autoridades fijarán, además, el procedimiento en particular, y podrán establecer un programa de actividades a realizar, de común acuerdo, el que convertido en un protocolo escrito se entenderá formar parte de este acuerdo.

CUARTO: Cuando se produzca un intercambio de expertos o personal, la Institución anfitrión proporcionará hospedaje, comida y transporte local durante el período convenido, y la Institución que envía se hará cargo del viaje y otros gastos que estime conveniente.

QUINTO: Las partes acuerdan que el presente Convenio comenzará a regir de inmediato.

POR TODO LO CUAL: Otorgan, en la ciudad de Santiago de Chile, a cuatro días del mes de Septiembre de dos mil seis, el presente convenio de cooperación institucional,

Senador Eduardo Frei Ruiz-Tagle  
Presidente Senado de la  
República de Chile

Diputado Víctor Bogado González  
Presidente Cámara de Diputados  
República del Paraguay

Carlos Hoffmann Contreras  
Secretario General del Senado  
República de Chile

Carlos Samudio Ayala  
Secretario General Cámara de Diputados  
República del Paraguay

**Figura 4.** Convenio de Cooperación Institucional entre el Senado de Chile y la Cámara de Diputados de Paraguay.

que permitió el registro y seguimiento computacional de todas las acciones que conforman el proceso de formación de la ley.

Sus objetivos fueron:

- Informar de los proyectos de Ley y acuerdos que aprueban tratados internacionales
- Estado de la tramitación
- Documentación asociada
- Automatizar el flujo de documentos
- Registrar Historia de la Ley

Cabe recordar que esta herramienta que puso a disposición de toda la ciudadanía los distintos pasos, informes y discusión del proceso de tramitación de la ley nació años antes que en Chile se publicara la Ley de Transparencia (Diario Oficial, 20 de agosto de 2008), por lo cual es legítimo afirmar que el Congreso Nacional de Chile divulgó su producto más emblemático, la ley, años antes que la ley lo dispusiera o que la ciudadanía se lo demandara.

## COOPERACIÓN REGIONAL

Hacia 2004 el desarrollo del SIL, en el caso del Senado se enmarcó, además, en una serie de desafíos para impulsar la innovación con proyectos relativos al sistema de marca de documentos e instalación de computadores en los pupitres de los parlamentarios en la Sala de Sesiones. Fue el comienzo de lo que hoy conocemos como “Parlamento Electrónico” según definición de la Unión Interparlamentaria Mundial (UIP).

*“Un parlamento electrónico sitúa las tecnologías, el conocimiento y los estándares en el núcleo de sus procesos institucionales, a la vez que encarna los valores de colaboración, inclusividad, participación y apertura a la ciudadanía”<sup>12</sup>.*

Paralelamente, el SIL fue modelo para la cooperación a nivel latinoamericano. En esa línea se establecieron canales de cooperación con los Parlamentos de Colombia, República Dominicana

y Paraguay, el caso más exitoso fue la firma en el año 2006 de un convenio con este último Congreso, lo que involucró el intercambio de recursos tecnológicos, humanos y de capacitación, intercambiando y donando la tecnología del SIL a dicho país<sup>13</sup>.

El éxito de dicha cooperación se puede apreciar en el hecho de que hasta el día de hoy funciona el SIL (denominado SILPY) en el Congreso de Paraguay, cuya base fue la donación de este software desarrollado por funcionarios del Congreso de Chile (ver **Figuras 3 y 4**).

## E-LEGISLACIÓN Y SENADOR VIRTUAL

Tal como mencionamos anteriormente, con el inicio del siglo XXI y la consolidación del SIL

surgen nuevos productos, tales como, el primer piloto de E-Legislatión, un proyecto de participación ciudadana en el proceso legislativo a través de Internet (ver **Figura 5**). La idea era que la ciudadanía aportara a la generación de una ley y, a la vez, aprendiera del proceso y diera a conocer sus sugerencias.

Se presentó a la ciudadanía como “un proyecto piloto que busca abrir el acceso al proceso de generación de una ley”, expresó el Senador Andrés Zaldívar, Presidente del Senado en la introducción del proyecto.

Los objetivos del primer piloto de E-Legislatión fueron:

- Ilustrar a la ciudadanía acerca de los proyectos sometidos a participación, para lo cual se entregan antecedentes informativos,

**e-legislación - Microsoft Internet Explorer**  
e-legislación

En nombre del Senado, es muy grato para mí, darles una calurosa y cordial bienvenida a este sitio de Internet, que contiene una experiencia piloto que busca abrir el acceso al proceso de generación de una ley.

Le invitamos a recorrer estas páginas donde usted podrá:

- Encuentrar información acerca de un determinado proyecto o posición y argumentos recibidos desde diversas fuentes para ilustrar mejor el contenido de las iniciativas que, en esta experiencia piloto, pondremos a su disposición.
- Usar la dinámica legislativa extendida tal como se realiza en el proceso de formación de una ley.
- Practicar una vez más la idea de legislatura, de la discusión particular de los proyectos de ley que pondrán a su disposición en este sitio.

Lo invitamos a informarse, a conocer mejor las familias en estudio, a saber cómo se sostiene la家庭, Además, puede emitir su opinión y entregarnos sus sugerencias. Estamos seguros de que conociendo diversos puntos de vista tendremos mayores posibilidades de hacer mejores leyes.

Reiteramos nuestro deseo de acercarnos a todas las personas y nuestra esperanza de poder hacer juntos un Chile mejor, en esta oportunidad utilizando los extraordinarios recursos de Internet.

**Andrés Zaldívar Larenas**  
Presidente del Senado

Materia : Selecciona una Materia...  
Categoría : Ley de Matrimonio Civil  
Ley de Matrimonio Civil  
Ley de Silencio Administrativo  
Ley de control de tráfico de drogas  
Ley del Referendo Popular  
Ley de la Dirección Nacional de Cultura...  
Internet

**e-legislación - Microsoft Internet Explorer**  
Senado

**e-legislación** | INICIO | PORTADA | PÓSICIONES | POSICIÓN DE LEY | TÉRMINOS | GLOSARIO

**LEGISLACIÓN INTERACTIVA** | PORTADA | ANTÉCEDENTES | PÓSICIONES | PROYECTO DE LEY | TÉRMINOS | GLOSARIO

**LEGISSIMUS** | PORTADA | PÓSICIONES | PROYECTO DE LEY | TÉRMINOS | GLOSARIO

**DISCUSIÓN GENERAL** | Ley de Matrimonio Civil

La discusión general, como su nombre lo indica, consiste en una discusión que considera las ideas principales de la iniciativa de ley y tiene por objeto admitir o desechar el proyecto en su o sus ideas básicas. A continuación le presentamos algunos argumentos que Ud. puede seleccionar, pudiendo también, agregar los suyos en la sección "Otros argumentos".

**Argumentos**

En la práctica, la ley actual incluye un divorcio vincular escab...  
Las personas que cuentan con recursos económicos pueden pagar un ...  
La ley debe favorecer la buena relación de ambos padres después ...  
El Estado no puede imponer a todos los miembros de una nación es...  
Ha nacido en Chile una situación gravísima de ilegalidad, de ens...  
El concepto de divorcio introduce en la legislación el matrimonio...

**Aprobación**  **Rechazo**  **Abstención**   
**OTROS ARGUMENTOS**  **VISÍTATE**

**Figura 5.** Capturas de pantalla del sistema E-Legislatión.

12. World Parliament Report 2018, IPU. <https://www.ipu.org/resources/publications/reports/2018-11/world-e-parliament-report-2018>. Visto el 8 de julio de 2019.

13. Sitio web del Congreso de Paraguay: <http://silpy.congreso.gov.py>. Visto el 8 julio de 2019.

las principales posiciones y el texto completo del proyecto junto con su estado de tramitación real.

- Educar a los usuarios del sitio para que comprendan cómo se legisla a través de una simulación del proceso. Todos los términos utilizados en el sitio están definidos, ya sea en el mismo lugar que se utilizan o en el glosario de términos.
- Junto con dar a conocer cómo se legisla, recibir la opinión directa de cada ciudadano interesado en los temas públicos, inscribiéndose como un senador virtual para poder participar en la discusión votando, argumentando y sugiriendo indicaciones o modificaciones.

En el proyecto participaron los mismos equipos que trabajaron en el SIL con el decidido apoyo de parlamentarios como Sergio Bitar. En tanto, otra iniciativa (de más corta vida) fue el "Chat" de los senadores que se mantuvo entre 2005 y 2006, y que permitía a los ciudadanos mantenerse en contacto con los senadores y dar sus puntos de vista sobre temas discutidos en el legislativo.

Concluido el piloto de E-Legislación se avanzó hacia Senador Virtual, herramienta que después de 15 años de vigencia cuenta, al día de hoy, con más de 130 mil inscritos y registra proyectos donde se han realizado más de 20 mil interacciones.

La iniciativa resumió los objetivos del piloto de la E-Legislación e involucró el trabajo de un equipo de informática, abogados, periodistas y secretarios de cada una de las comisiones parlamentarias, quienes son los encargados de seleccionar los proyectos de ley que se discutirán. Además, el equipo sistematiza los principales conceptos de los proyectos, dándoles la forma necesaria para que puedan ser

incluidos en Senador Virtual, en un lenguaje accesible y claro para los ciudadanos.

La herramienta ha sido destacada a nivel internacional y ha sido objeto de diversos estudios, tesis y documentos académicos, como ejemplo de una experiencia de participación ciudadana.

En 2015, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) realizó el estudio “La participación de la sociedad civil en el proceso legislativo chileno”, donde se identificaron “*las distintas instancias de participación tales como: las jornadas temáticas, las audiencias con parlamentarios y parlamentarias, la semana distrital y la participación virtual (uso de páginas web, canales de televisión de ambas entidades y Senador Virtual)*”.

Y más recientemente, en 2018 se desarrolló el proyecto de investigación “Tecnologías para la Participación Ciudadana en el Proceso Legislativo” que busca investigar en qué casos y de qué forma la participación ciudadana puede mejorar el proceso legislativo y/o el debate democrático. Esta investigación todavía en curso es impulsada por la Universidad Adolfo Ibáñez y la Universidad de Harvard, con el apoyo de The David Rockefeller Center for Latin American Studies de Harvard.

## APORTES Y REFLEXIONES

A diferencia de los medios masivos de comunicación tradicionales, la web y las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicaciones (TIC) aportan condiciones idóneas para alcanzar mayor calidad democrática al incrementar la capacidad comunicativa y deliberativa entre las personas. Las TIC tienen canales efectivos de organización social y toma de decisiones comunitarias que auxilian al gobierno y a la ciudadanía a la hora de establecer alianzas.

Así ha sido reconocido en diversos círculos, tanto políticos, sociales, como académicos, lo que ha llevado a señalar que:

*“El Congreso chileno cuenta con un portal web (<http://www.congreso.cl>) que incluye, además del Senado, a la Cámara de Diputados y a la Biblioteca del Congreso. En la presentación de la web Senado, del año 2005, el entonces presidente de la corporación (senador Sergio Romero) afirmaba que esperaban hacer del sitio una instancia de participación ciudadana, donde se esperaba que el ciudadano aportara con ideas y opiniones para construir juntos un mejor futuro para nuestro país”* (mayo de 2005, <http://www.senado.cl>). Las páginas de ambas cámaras parlamentarias chilenas destacan por sobre las de democracias desarrolladas —como Estados Unidos, Australia, Canadá y el Reino Unido— en el índice de interacción (PNUD, 2006: 182). En este sentido, la web del Senado cuenta con varias aplicaciones, que se verán a continuación, donde los ciudadanos pueden mantenerse en contacto con los parlamentarios, además de poder dar su opinión sobre el desarrollo del proceso legislativo.

El sitio del Senado se caracteriza por contar con los tres niveles de información que Setálá y Grönlund (2006) han identificado como necesarios para que los ciudadanos entiendan el proceso político. En <http://www.senado.cl> se encuentra información relativa a la estructura, funcionamiento y miembros de la corporación y los procesos legislativos. Además, se entregan registros de la actividad parlamentaria (sesiones parlamentarias y trabajos de comités y de las votaciones)<sup>14</sup>.

Al usar internet, “redes sociales y plataformas electrónicas se incorpora la creatividad tecnológica en beneficio de la democracia, es decir, se sintetizan la ingeniería electrónica y la libertad social al servicio de la política”<sup>15</sup>. Más aún, lo anterior podría generar cambios en las relacio-

14. Eduardo Araya Moreno y Diego Barria Traverso. E-participación en el Senado chileno: ¿aplicaciones deliberativas? [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-14352009000300010](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352009000300010)

15. Jorge Francisco Aguirre Sala. Aportes de la web a la participación ciudadana y la representatividad democrática. Revista Chilena de Derecho y Tecnología, p. 147. <https://rchdt.uchile.cl/index.php/RCHDT/article/download/33453/38498/>

nes de poder, al decir de Castells que “*existe una relación básica entre comunicación y poder. Esto no es nuevo, siempre ha sido así, pero se ha acentuado profundamente en lo que llamo la sociedad red, una sociedad en la que las redes de comunicación interactiva de base electrónica y transmisión digital organizan el conjunto de las prácticas sociales del planeta en términos de la interacción de lo global y lo local*”<sup>16</sup>.

El SIL concebido en la década de los noventa fue en alguna medida precursor de lo anteriormente expuesto, sin duda permitió un avance sustantivo para que el Congreso en su conjunto abriera su proceso legislativo, lo hiciera transparente y accesible a la ciudadanía, lo anterior con el fin de que gente se implique y conozca el proceso de generación de una ley, teniendo acceso a toda la documentación e información asociada a la discusión de un determinado proyecto de ley.

Esto trajo aparejadas nuevas demandas, cambios y proyectos institucionales del Senado, tales como: remodelación de sitio web institucional, política de datos abiertos (XML), procesos de convergencia tecnológica, Sala y comisiones sin

papeles e iniciativas de participación ciudadana, entre otras.

Las nuevas tecnologías en general, y el SIL en particular, son fundamentales para disminuir la brecha que hoy se advierte entre la sociedad y el parlamento, proporcionando no solo legitimidad a las decisiones que se toman en la corporación, sino que también mostrando el trasfondo de las decisiones que se dan en el seno del Congreso. En resumen, permite conocer de manera rápida y sencilla todo el proceso de formación de la ley, generando una cercanía con la ciudadanía dado que podrán informarse sobre la participación y trabajo de sus representantes.

El SIL fue el puntapié inicial para que el Congreso, atendiendo a los crecientes pedidos de ser más abiertos y más receptivos, comenzara a aplicar y aprovechar los avances y la rápida difusión social y económica de la tecnología. “*Los cambios experimentados por la sociedad, sumados a las nuevas tecnologías, generan un macroentorno donde ejercen una fuerte presión sobre las instituciones, incluyendo las de nuestro Congreso*”<sup>17</sup>.

El uso de nuevas herramientas de comunicación puede ayudar a los Parlamentos a enfocarse menos en hablar a los ciudadanos y más en escucharlos e involucrarlos en un diálogo productivo que promueva la participación ciudadana en el proceso político.

*“La ciudadanía y los parlamentos siguen separados en aspectos importantes, pero los esfuerzos por acercarse son cada vez más significativos. En la actualidad, los parlamentos están más conectados con el mundo exterior, y de forma creciente mediante procesos bidireccionales que proporcionan a la ciudadanía mayores oportunidades de participación. Y continúa la tendencia hacia una mayor apertura y rendición de cuentas: aumenta el número de parlamentos que utilizan datos abiertos y el de aquellos que comienzan a usar canales de comunicación populares”<sup>18</sup>. ■*

## RECONOCIMIENTOS

Agradecemos la colaboración para este trabajo de la señora Alejandra Carvallo y los señores Patricio Álvarez y Cristian Carrión, profesionales del Departamento de Informática del Senado de la República de Chile. Especial mención debo efectuar a la periodista y jefa de prensa del Senado de la República, señora Lidia Fuentes, ya que sin su ayuda este pequeño artículo no habría sido concluido.

16. Manuel Castells. El poder en la era de las redes sociales. [https://www.nexos.com.mx/?p=14970%3E.%20%E2%80%94.%20\(2014](https://www.nexos.com.mx/?p=14970%3E.%20%E2%80%94.%20(2014)

17. Tecnologías de la Información y Comunicaciones: El Caso del Senado de Chile. Revista Hemiciclo N°11, Segundo Semestre 2014. [http://www.academiaparlamentaria.cl/Hemiciclo/revistahemiciclo\\_N11.pdf](http://www.academiaparlamentaria.cl/Hemiciclo/revistahemiciclo_N11.pdf)

18. World Parliament Report 2018, IPU. <https://www.ipu.org/resources/publications/reports/2018-11/world-e-parliament-report-2018>

# DOCTORADOS DEL DCC



## TERESA BRACAMONTE

Título tesis: **Improving Web Multimedia Information Retrieval Using Social Data**

Profesora guía: **Bárbara Poblete Labra**

Estudié Ingeniería Informática en la Universidad Nacional de Trujillo en Perú, y después de un par de años trabajando entre la industria y la docencia universitaria, decidí que era hora de empezar estudios de postgrado. Mi plan inicial era realizar un magíster, pero las cosas se dieron de forma distinta a la planeada, y en marzo de 2010 estaba empezando el Doctorado en el Departamento de Ciencias de la Computación (DCC) de la Universidad de Chile.

Mi tesis de doctorado "Improving Web Multimedia Information Retrieval using Social Data" se enmarcó en el área de minería de datos, y la investigación se enfocó en mejorar la recuperación de información multimedia en la Web usando datos generados a partir de la interacción entre usuarios y documentos multimedia, por ejemplo, imágenes. El objetivo principal de mi tesis, fue demostrar la relevancia del contexto asociado a documentos multimedia para mejorar el proceso de recuperación de documentos multimedia en la Web. La investigación realizada se orientó en mejorar la recuperación de información multimedia desde dos perspectivas: extrayendo conceptos relevantes a los recursos multimedia; y mejorando las descripciones multimedia con datos generados por el usuario. Para ambos casos, diseñamos algoritmos que funcionan independientemente del tipo de multimedia y del idioma de los datos de entrada.

Detectar conceptos relevantes asociados a documentos multimedia no es una tarea trivial. Por eso nos enfocamos en detectar los conceptos que podían derivarse de una misma consulta en base a los términos asociados a las imágenes que un motor de búsqueda considera relevantes. Por ejemplo: si la consulta fuese "llave" los conceptos visuales relacionados serían la llave con que abrimos puertas, o la llave de agua. Por otro lado, para mejorar la descripción de documentos multimedia, la mejor opción fue utilizar los términos de las consultas con que los buscamos, y luego propagar esta información a imágenes (cuasi) duplicadas. De esta forma, si alguien consulta por imágenes de automóviles usando la palabra "auto", y luego otra persona usa "carro", ambas palabras quedarán registradas como relacionadas con fotos de automóviles visualmente parecidos.



Más allá de la propuesta algorítmica, el desafío más grande fue realizar una evaluación con la que confirmásemos qué tan buenos eran nuestros métodos con respecto a otros. Como no existían conjuntos de datos que nos permitieran hacer evaluaciones automáticas, tuvimos que recurrir a diseñar estudios de usuarios. Afortunadamente, contamos con el apoyo de la comunidad del DCC, y del ahora Instituto Milenio Fundamentos de los Datos, para encontrar participantes voluntarios.

Mi primer contacto con el DCC fue a través de antiguos compañeros de la universidad que eran asesorados por Benjamín Bustos, y lo que me animó a venir definitivamente fue una oferta de trabajo como asistente de investigación que posteó Bárbara Poblete que en ese entonces regresaba a Chile después de terminar su doctorado en España. Trabajar con Bárbara fue una experiencia muy buena, de continuo aprendizaje, y de muchas oportunidades. La primera vez que conversé con ella, yo estaba en Perú y recién había recibido la carta de aceptación al doctorado. Ella estaba trabajando en Yahoo! Research, y aún no era profesora del DCC. Fue por medio de Yahoo! que me vi inmersa en el mundo del Big Data y me encantó. Gracias a Bárbara también tuve la oportunidad de contactarme con investigadores fuera de Chile, y hacer pasantías en el Centrum Wiskunde & Informatica en Amsterdam (Holanda), y en Microsoft Research en Nueva York (Estados Unidos).

Siempre me ha gustado investigar, y cuando empecé el doctorado pensaba que después de terminarlo seguiría relacionada con el mundo académico. Sin embargo, la combinación de diferentes circunstancias personales y profesionales me llevaron a tomar otro rumbo y desde hace casi dos años trabajo como desarrolladora de aplicaciones en el equipo de Data & Analytics de Equifax Inc. Una de mis principales actividades es extender y adaptar algoritmos de aprendizaje de máquinas de acuerdo a las restricciones del negocio, tal que funcionen en plataformas de Big Data (y ahora Cloud). Se puede decir que ahora trabajo haciendo herramientas para que *Data Scientists* puedan hacer su trabajo.

## JAVIEL ROJAS

Título tesis: **Matching and Covering with Boxes**  
 Profesores guías: Jérémie Barbay - Pablo Pérez Lantero

Soy graduado de Ciencia de la Computación de la Universidad de La Habana, y recientemente Doctor en Computación por la Universidad de Chile. La computación desde niño fue una de mis grandes pasiones, y siempre tuve vocación por la docencia (probablemente ser hijo de profesores tuvo mucho que ver). Mezclar esas pasiones pasaba de forma natural por un doctorado, y en busca de eso llegué al Departamento de Ciencias de la Computación (DCC) de la Universidad de Chile. En el Departamento trabajé bajo la supervisión de Jérémie Barbay del DCC, y Pablo Pérez-Lantero de la Universidad de Santiago (USACH). El trabajo con ambos fue excelente, ofreciendo ayuda desde el primer momento en que llegué a Chile (a un hemisferio de distancia de casa) y aportando ideas que ayudaron a enfocar la investigación, y a buscar alternativas cuando llegábamos a puntos muertos donde parecía que nada podía hacerse.

En mi investigación de doctorado estudiamos la complejidad computacional de un subconjunto de problemas con cajas multidimensionales con aplicaciones en distintas áreas, incluyendo geometría computacional, bases de datos, teoría de grafos, redes, entre otras. Estos problemas se enfocan en tres materias: el cálculo de emparejamientos de un conjunto de puntos con rectángulos, la detección de redundancias en la región cubierta por un conjunto de cajas, y el cálculo de distintas medidas de dicha región. Probamos que varios de los problemas son difíciles de resolver de forma óptima en un tiempo "aceptable" (tiempo polinomial), pero que sus respuestas pueden ser aproximadas de forma relativamente rápida. Para los que sí se pueden resolver óptimamente se introducen algoritmos adaptativos que mejoran, para grandes clases de instancias, los mejores algoritmos que se conocían.

Por ejemplo, en una aplicación de mapas a medida en donde uno hace zoom, los nombres de los lugares se ocultan o muestran en función del espacio disponible, de manera que éstos nunca se solapen (para que sean legibles). La aplicación debe decidir qué nombres mostrar, maximizando a la vez cierto criterio (por ejemplo, que se muestre la mayor cantidad de nombres, o los nombres más importantes para el usuario). Este problema se puede representar como un problema con rectángulos: se asigna un área rectangular para cada



nombre, y cada vez que se hace zoom se debe encontrar un subconjunto de todos los rectángulos que no se solapen y que maximicen el criterio deseado (ver [Figura](#)). Este problema se conoce como Maximum Independent Set of Rectangles (MISR), y en general es poco probable que se puedan obtener algoritmos que lo resuelvan de forma óptima en un tiempo aceptable (cuando uno hace zoom no desea esperar un año a que las etiquetas se muestren, espera que esto se haga de forma rápida), por lo que se recurre a algoritmos que lo resuelven de forma aproximada, o que resuelven casos especiales del problema de forma óptima. En esta línea, estudiamos dos casos especiales de MISR, que a la vez generalizan otros problemas que ya se habían estudiado. Para el primero mostramos que se puede resolver de forma óptima en tiempo polinomial; y para el segundo mostramos que es poco probable encontrar un algoritmo que lo resuelva de forma óptima en tiempo polinomial, pero que se puede obtener de forma rápida una solución que es a lo sumo cuatro veces peor que el óptimo.

Mis áreas de interés son la geometría computacional, el análisis adaptativo de algoritmos, y el diseño y análisis de estructuras de datos compactas. En la actualidad realice un postdoc en el Instituto Milenio Fundamentos de los Datos, donde estudio la existencia de algoritmos para evaluar eficientemente consultas sobre una base de datos, aprovechando distintas representaciones geométricas de éstos.



## JOSÉ MIGUEL HERRERA

Título tesis: **Learning to Rank Social Knowledge for Question Answering in Streaming Platforms**  
 Profesores guías: **Bárbara Poblete Labra - Denis Parra Santander**

Soy Ingeniero Civil Informático con un Magíster en Ciencias de la Computación obtenido en la Universidad Técnica Federico Santa María. En este mismo lugar, hice docencia y también labores administrativas. También trabajé dos años en la industria.

Hacer el doctorado no fue una tarea fácil. En un principio, el hecho de haber trabajado en la industria, hizo que perdiera el ritmo de estudio. A eso hay que sumarle la alta exigencia del DCC durante el primer año relativo a tomar ramos, elegir un área de investigación y además preparar el examen de candidatura para fines de ese año (mientras escribo estas líneas pienso: "ufff... ya pasó"). La elección de un tema de investigación fue algo no menor puesto que venía de otra área de computación. Sin embargo, fue ahí cuando en una charla de la profesora Bárbara Poblete me di cuenta que analizar y buscar patrones en redes sociales era lo que quería hacer.

En particular, con la profesora trabajamos en un problema de investigación llamado *Question Answering* (QA) que consiste en extraer conocimiento de plataformas especializadas de preguntas y respuestas como Yahoo! Answers, Quora o Stackoverflow. Sin embargo, nuestro estudio se centró en interacciones QA producidas en microblogs, como Twitter. Si bien los microblogs no están diseñados para interacción de preguntas y respuestas, hay estudios que indican que alrededor del 10% de los mensajes diarios corresponden a preguntas. Por lo tanto, usando Twitter para todos los propósitos, el objetivo de nuestra investigación era que dada una pregunta, pudiésemos extraer un conjunto de respuestas candidatas y las ordenáramos de acuerdo a su relevancia (si responden a las preguntas).

Una de las principales novedades de esta investigación es que, además de extraer tweets, también extrajimos hilos de conversación dado que brindan mayor cantidad de información. De esta manera, construimos un modelo de ranking basado en más de 60 características extraídas de hilos de conversación de Twitter tales como aspectos sociales, categorías de las palabras (sustantivos, adjetivos, adverbios, etc.), tiempos de llegada de los mensajes, contenido semántico de las preguntas y respuestas, entre otras.



Las contribuciones de esta investigación fueron las siguientes: a) demostramos la posibilidad de utilizar microblogs como una fuente valiosa de información de preguntas y respuestas, b) identificamos las características más relevantes para preguntas que tienen solo una respuesta (*factoid questions*), c) creamos un modelo de ranking para determinar respuestas relevantes en la tarea de preguntas que tienen solo una respuesta (*factoid questions*) y, d) demostramos que el modelo se puede aplicar a preguntas más complejas (*non-factoid questions*) producidas en microblogs.

Respecto a mi experiencia de cursar el doctorado en el DCC, fue una decisión acertada. Mi visión de la ciencia e investigación cambió de manera radical. En el DCC se respira ciencia y, en general, los académicos son destacados investigadores en sus áreas a nivel nacional e internacional. Aprendí a investigar y a ser más crítico. Conocí un montón de personas extraordinarias de Chile y sobre todo extranjeros que nos compartieron su cultura y contagiaron con su buena onda. Eso sí, hubo momentos en los que no fue fácil compatibilizar los estudios con la vida familiar. Durante el doctorado me casé y tuve una hija (y un hijo cuatro días después de mi examen de grado), pero todo esto no fue un impedimento para continuar con mis estudios. Una buena organización de mi tiempo permitió que pudiera terminar exitosamente este desafío y cuando hubo dificultades, pude conversarlo abiertamente con las personas indicadas para llegar a una solución.

Quisiera aprovechar esta instancia para agradecer al DCC, la Universidad de Chile, Conicyt, al Instituto Milenio Fundamentos de los Datos y al Centro de Investigación de la Web Semántica (CIWS) por permitirme realizar mis estudios de doctorado. En particular, agradecer a mis mentores Bárbara Poblete y a Denis Parra por la paciencia, dedicación, tiempo, enseñanzas, simpatía y sobre todo la calidad humana. También agradecer a todas las personas que conocí en el DCC: compañeros del doctorado, estudiantes de magíster y de pregrado, y en general, a todo el staff del DCC.

Desde enero de 2019 soy científico de datos en el área de innovación y transferencia tecnológica del Instituto Milenio Fundamentos de los Datos.

## VANESSA P. ARAYA

Título tesis: **Spatio-Temporal Historical Event Visual Exploration Through Social Media-Based Models**  
Profesora guía: **Bárbara Poblete Labra**

Después de terminar mi pregrado, en 2012, estaba un poco perdida en términos de qué área seguir trabajando. Sabía que me gustaba la visualización de datos y que quería trabajar en conjunto con otras disciplinas. Después de darme muchas vueltas decidí que quería trabajar con datos geotemporales, y en particular me interesaba visualizar cómo evolucionaban las noticias en términos de impacto. La idea inicial era bastante básica: si una noticia pasaba en algún lugar, se iba a mostrar como una burbuja sobre ese lugar y su tamaño aumentaría o disminuiría en relación a la cantidad de gente que hablara de ella. Con esa idea comencé a trabajar con la profesora Bárbara Poblete, quien había trabajado anteriormente con datos de Twitter. La idea inicial evolucionó a un proyecto de tres partes: (1) modelo de datos, (2) herramienta de análisis y (3) visualización geotemporal.

Gran parte de la primera etapa trabajé en colaboración con Mauricio Quezada, también alumno de doctorado de Bárbara. Ésta se trató del procesamiento y modelamiento de noticias obtenidas de Twitter. Los datos utilizados fueron extraídos anteriormente, utilizando una metodología de un trabajo previo de Bárbara y Mauricio en conjunto con otros investigadores<sup>1</sup>. Durante parte importante del preprocesamiento nos dedicamos a extraer información geográfica de las noticias, incluyendo tanto lugares que estaban involucrados en el mundo real como aquellos lugares hacia donde se propagaban a través de las redes sociales. Analizando los datos obtenidos como resultado, nos dimos cuenta que muchas noticias no solo referenciaban a un único lugar, sino que muchas veces relacionaban a más de un país a la vez. Esto significa que no solo podíamos saber "dónde" pasaba una noticia, sino también las relaciones entre países que se generaban como consecuencia de eventos noticiosos y que era posible saberlo con datos de Twitter. Un ejemplo de este tipo de análisis fue la crisis de Crimea, en donde observamos cómo partía como un evento pequeño y local en Ucrania, para después evolucionar a un evento con impacto internacional que involucró tanto a Rusia como Estados Unidos.



La segunda parte de mi tesis se trató de la realización y evaluación de la herramienta de visualización que motivó el proyecto en un principio. La llamamos Galean y su objetivo principal fue permitir la búsqueda y exploración de los eventos noticiosos modelados en la etapa anterior. En particular, la idea era que dada una noticia recién ocurrida pudieramos rastrear noticias pasadas que nos permitieran entenderla. La versión chilena fue desarrollada por Jazmine Maldonado a partir del prototipo que utilizamos para la investigación. Esta versión se mejoró como proyecto en colaboración de la Biblioteca Nacional y está actualmente disponible en [www.galean.cl](http://www.galean.cl).

Al usar y evaluar la herramienta nos dimos cuenta de que hacer seguimiento de las relaciones entre países a lo largo del tiempo no era una tarea fácil. Esto se complicaba aún más si al mismo tiempo queríamos visualizar a qué lugares una noticia se propagaba. Esto nos llevó a buscar otras maneras de representar los datos. Así surgió la idea de Cartoglifos, una representación más abstracta del mundo que permitía ver más de una variable geográfica al mismo tiempo en un espacio más reducido.

Cuando empecé a hacer el doctorado no tenía mucha idea de lo que se iba a tratar, pero creo que fue una experiencia super interesante, aunque muchas veces difícil y frustrante. En términos académicos me permitió explorar ideas que me llevaron a descubrir qué cosas me apasionan y en qué dirección quisiera seguir trabajando. Pude trabajar con profesores super buenos y dedicados, además de comprometidos con hacer cambios en la sociedad más allá de la universidad. Por otra parte, más en términos personales, me permitió viajar y conocer gente de otros países, ver otras realidades y aprender cosas que hubiese sido difícil hacer en otras circunstancias.

Después de terminar mi doctorado, comencé mi postdoctorado en Francia en diciembre del año pasado, en el equipo ILDA en Saclay. Mi interés aún está en la visualización de datos geotemporales, tratando de buscar colaboración con otras disciplinas que tengan problemas relacionados con este tema.

1. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0166694>

## CARLOS OCHOA

Título tesis: **Synergistic (Analysis Of) Algorithms and Data Structures**  
 Profesora guía: **Jérémie Barbay**

El Departamento de Ciencias de la Computación (DCC) de la Universidad de Chile tiene un claustro de profesores excelentes. En particular, en el área de algoritmos y estructuras de datos, tener a Gonzalo Navarro y a Jérémie Barbay es un privilegio para el DCC. Desde el punto de vista profesional, gracias a estos profesores tuve la oportunidad de trabajar en algunos de los problemas más desafiantes del área y adquirí las técnicas necesarias para resolverlos. Lo más complicado del doctorado desde el punto de vista no académico, fue adaptarse a un país nuevo con una cultura distinta a la mía.

En mi tesis propongo una nueva clasificación de técnicas algorítmicas: algoritmos cuya complejidad depende del orden en que los datos son datos, algoritmos cuya complejidad depende de la estructura de los datos (es decir, que son independientes de su orden), y algoritmos sinérgicos que se aprovechan del orden y de la estructura de los datos de forma sinérgica. En esta última categoría propusimos algoritmos sinérgicos para ordenar un multiconjunto, para calcular la eficiencia de Pareto y la envoltura convexa, los dos últimos de un conjunto de puntos en el plano. En un gran número de instancias, estos algoritmos son mejores que todos los algoritmos previos que solo se aprovechan del orden o de la estructura de los datos.



El análisis de estos algoritmos sinérgicos involucra un gran número de parámetros. Estos parámetros capturan cómo se relacionan las medidas de complejidad que dependen del orden y de la estructura de los datos. Obtener estos análisis demostraron ser las tareas más desafiantes, pero a la vez las más satisfactorias de la tesis.

La tesis transita por el camino de ir más allá del análisis del peor caso, que es el paradigma que ha dominado el análisis de algoritmos por siempre. Pero dada la gran cantidad de datos que el mundo está recolectando, en muchos dominios en donde el análisis del peor caso es muy pesimista, ha surgido la necesidad de hacer análisis más a la medida, en función de las instancias que aparecen más frecuentemente en la práctica. En este sentido, la tesis propone nuevos algoritmos y análisis en donde se aprovechan varias medidas de la entrada, sentando las bases para hacer análisis más a la medida.

Ahora mismo estoy haciendo un postdoctorado con el profesor Gonzalo Navarro en el Centro de Biotecnología y Bioingeniería (CeBiB). Todavía no he decidido si seguiré en la academia o iré a la industria una vez finalizado el postdoctorado. ■



**Integrantes de la comisión de grado** (de izquierda a derecha): Rajeev Raman (Universidad de Leicester, Reino Unido), Travis Gagie (Universidad Diego Portales), Jérémie Barbay (Universidad de Chile), Carlos Ochoa, Diego Arroyuelo (Universidad Técnica Federico Santa María) y Claudio Gutiérrez (Universidad de Chile).

# 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

## Magíster en Tecnologías de la Información (vespertino)

Acreditado hasta diciembre de 2022

## Diplomas de Postítulo en:

- Ciencia e Ingeniería de Datos
- Gestión de Calidad de Software
- Gestión de Proyectos Informáticos
- Ingeniería de Software
- Inteligencia Artificial
- Seguridad Computacional
- Tecnologías de la Información

### CONTACTO

**Diplomas de Postítulo y  
Magíster en Tecnologías  
de la Información**

📞: + 56 22 9784965

+ 56 22 9784976

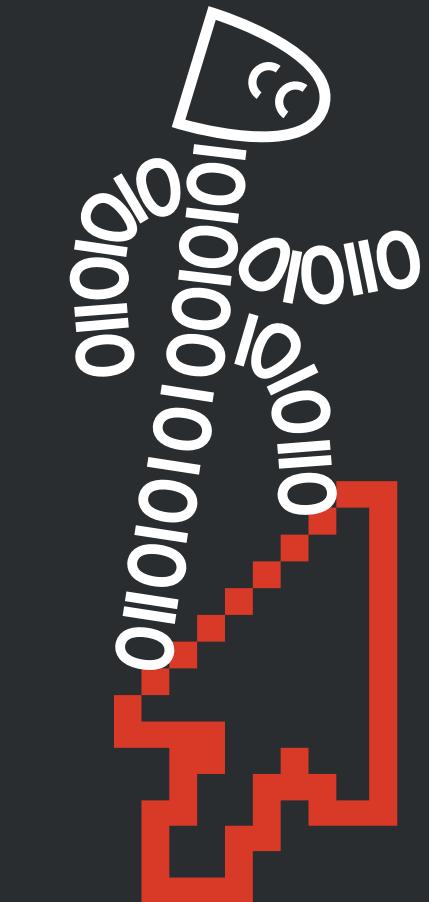
📞: + 56 9 6406 4274

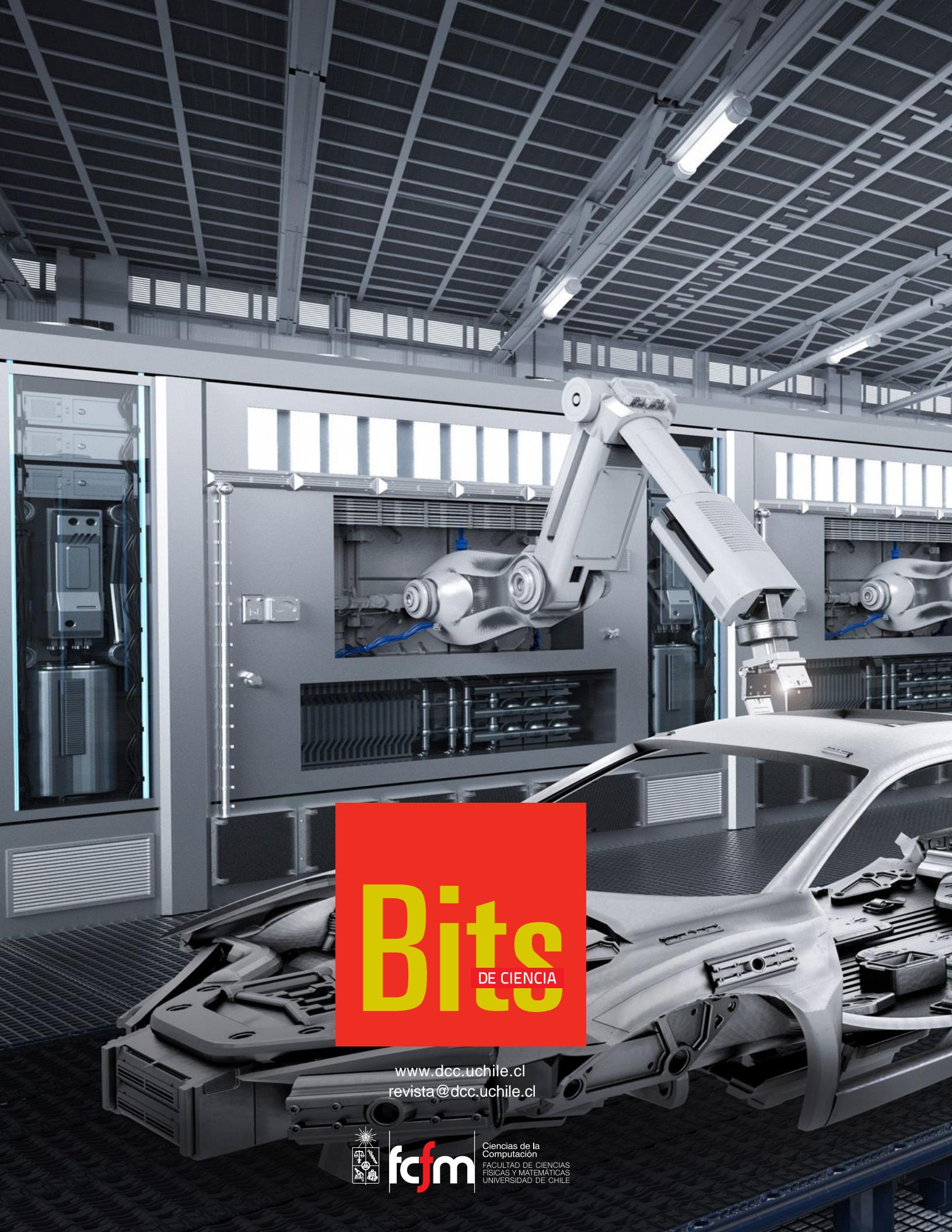
pec@dcc.uchile.cl

**Doctorado en Computación  
y Magíster en Ciencias  
Mención Computación**

📞: +56 22 9784891

+56 22 9784330





# 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