



# Estudiantes DCC



En esta sección de la Revista estudiantes recientemente graduadxs del Departamento de Ciencias de la Computación (Universidad de Chile) nos cuentan, junto a sus profesores guías, sobre sus trabajos de memoria y/o tesis.



## Gradual System F

**Estudiante:** Elizabeth Labrada

**Profesores guías:** Éric Tanter y Matías Toro



Estudié Ciencias de la Computación en la Universidad de Oriente en Cuba. Tras egresar en 2012 me dediqué a la docencia universitaria y a trabajar en el Centro de Reconocimiento de Patrones y Minería de Texto (CERPAMID) donde realicé investigación en el área de Procesamiento de Lenguaje Natural, específicamente en las tareas de detección de plagio y evaluación automática de textos. Luego de cuatro años, decidí que era tiempo de realizar algún estudio de postgrado, y así llegué al Doctorado en el Departamento de Ciencias de la Computación (DCC) de la Universidad de Chile.

Mi tesis de doctorado, “Gradual System F”, se enmarca en el área de Lenguajes de Programación, específicamente en el polimorfismo paramétrico y el tipado gradual. El polimorfismo paramétrico, es un mecanismo de abstracción ampliamente utilizado en los lenguajes de programación, que permite la definición genérica de funciones y tipos. Por otra parte, la tipificación gradual permite una transición paulatina entre la comprobación de tipos estática (Java, Scala, C++) y dinámica (Python, JavaScript, PHP) basada en anotaciones de tipos controladas por el programador. Llevar los beneficios del tipado gradual a un lenguaje con polimorfismo paramétrico como el Sistema F ha resultado ser un gran reto. La dificultad observada en trabajos anteriores se basa en una fuerte tensión entre las dos propiedades deseables de un lenguaje paramétrico gradual, la parametricidad, y la gradualidad. Esta tesis contribuye a la adopción del polimorfismo paramétrico en un lenguaje gradual, preservando la sintaxis del Sistema F y satisfaciendo la gradualidad y parametricidad. Exploramos en profundidad la integración de estas dos características derivando dos lenguajes, GSF y Funky. GSF es un lenguaje fuente paramétrico gradual que viola la gradualidad en algunos escenarios. Funky es un lenguaje intermedio que va más allá, satisfaciendo plenamente la parametricidad y la gradualidad, y permitiendo la incrustación de diferentes lenguajes fuentes paramétricos graduales. Aunque los resultados presentados

tienen algunas limitaciones, proponen una nueva forma de reconciliar la parametricidad y la gradualidad.

Uno de los principales desafíos a los cuales me enfrenté al empezar el doctorado fue el inglés. Cuando empecé el doctorado apenas sabía el idioma, siendo una barrera difícil de superar a la hora de leer y escribir artículos, hacer presentaciones, conversar con otros investigadores, etc. Otro gran desafío fue preparar presentaciones y exponerlas, ya que al principio me daba pánico. Y, por último, uno de los problemas más recurrentes que tuve fue sentirme mal anímicamente por no encontrar soluciones a los inconvenientes que iba teniendo en la investigación.

El trabajo con mis profesores guías, Éric Tanter y Matías Toro, fue muy bueno. Primero empecé con Éric; en ese tiempo Matías todavía era estudiante de doctorado. Cuando inicié en el DCC no tenía idea de cuál iba a ser mi tema de investigación. Anteriormente había realizado algo de investigación en el área de Procesamiento de Lenguaje Natural y Minerías de Texto, por lo que estaba buscando algo relacionado. Pero cuando tomé el curso de Lenguajes con Éric, me gustó tanto que decidí investigar en esta área. Aunque me gustó y me siguen gustando mucho los lenguajes, el camino del doctorado no fue fácil; varias veces pensé en que no lo iba a poder terminar. En esos momentos mis tutores me apoyaron dándome mucho ánimo y la confianza de que sí podía lograrlo. Aunque tuvo momentos difíciles, la etapa del doctorado fue muy linda. Tuve la oportunidad de crear vínculos con otros investigadores, asistir a conferencias, escuelas de veranos y realizar pasantías de investigación en: INRIA (Paris), Vrije Universiteit Brussel (Bélgica) y KU Leuven (Bélgica).

Actualmente me encuentro en Bélgica, trabajando como ingeniera de software en una empresa llamada Céntrica que proporciona soluciones energéticas para ayudar a analizar, financiar, instalar, optimizar y mantener la energía de manera sostenible.



Tesis de doctorado

## Methods based on interdependent networks to analyze the robustness of the Internet

**Estudiante:** Ivana Bachmann

**Profesores guías:** Javier Bustos y Benjamín Bustos



Hice el pregrado y magíster en el Departamento de Ciencias de la Computación (DCC), de la Universidad de Chile. Durante mis últimos años de pregrado comencé a trabajar en NIC Chile Research Labs (NIC Labs) donde tuve la oportunidad de participar en investigación, preparar artículos y presentar en conferencias de forma temprana. Terminando el magíster decidí continuar con el doctorado para profundizar en los temas en los que me encontraba trabajando.

Durante el doctorado desarrollé la tesis “Methods based on interdependent networks to analyze the robustness of the Internet”, la cual se enmarcó en el área de sistemas complejos aplicados a redes computacionales. El área de sistemas complejos se enfoca en estudiar dinámicas en grafos que emergen de forma natural en sistemas como redes sociales, redes de transporte, redes de telecomunicaciones, entre otros. Usando métodos del área de sistemas complejos, mi tesis tuvo como objetivo modelar la red de Internet y evaluar su robustez considerando las interacciones que hay entre la red física del Internet (Internet Backbone) y la red lógica (red de sistemas autónomos).

En particular mi tesis se enfocó en evaluar el efecto de ataques o fallos en la red física y cómo estos podrían afectar el sistema en su totalidad. La idea detrás de esto último es poder modelar y estudiar el efecto que podrían tener catástrofes naturales como terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, etc. Una dificultad que me topé al estudiar este tipo de fenómenos fue la falta de representaciones de eventos como catástrofes naturales. Las representaciones existentes simplificaban demasiado estos escenarios como para ser considerados buenas aproximaciones, por lo que tuve que desarrollar una forma de representar daño físico que permitiese representar de mejor manera el efecto que tendría un evento como un terremoto u otras catástrofes naturales. Finalmente esta y otras “dificultades” que fui encontrando durante el desarrollo de mi tesis doctoral terminaron siendo sus aportes más relevantes.

Durante el magíster y doctorado tuve la oportunidad de trabajar no sólo en NIC Labs, sino también en laboratorios internacionales como Nokia Bell Labs en Francia y CoMuNe Labs en Italia. Estas experiencias me permitieron ver cómo se trabaja y se aborda la investigación en otros ambientes y me ayudaron a entender qué prácticas se repiten en los distintos laboratorios para llevar a cabo y avanzar en nuevos proyectos. Esta experiencia junto al consejo de mis profesores guías, Javier Bustos y Benjamín Bustos, me ayudó a llevar adelante mi propia investigación doctoral.

Hacer un doctorado, y trabajar en investigación en general, tiene un componente de creatividad bastante fuerte, donde es necesario encontrar y forjar un camino propio. Creo que uno de los aspectos más desafiantes al comenzar a trabajar en investigación es ser capaz de hacerse preguntas e intentar resolverlas sin miedo a que la respuesta no sea lo que uno esperaba. Es fácil caer en querer forzar una idea incluso cuando la evidencia dice que no era la mejor, en parte porque puede sentirse como trabajo perdido. Siento que existe esta percepción de que los investigadores siempre tienen “buenas ideas” pero en mi experiencia, tanto propia como observada en otros investigadores, he visto que las buenas ideas muchas veces se construyen y refinan a partir de ideas previas que tuvieron que ser descartadas. Con el tiempo y la experiencia este proceso se vuelve cada vez más rápido, los pasos más difíciles son los primeros.

Defendí mi tesis hace pocos meses, la verdad es que me gustaría mantenerme en el área de investigación y academia. Actualmente sigo formando parte de NIC Labs como investigadora, soy parte del proyecto STIC-AMSUD STARS enfocado a redes satelitales, y me encuentro iniciando colaboraciones con investigadores del Barcelona Supercomputing Center (BSC). En el último par de semestres también he estado dictando los ramos de “Redes” y “Teoría de la computación” en el DCC.



## Tesis de magíster



## Mejora de procesos para gestión de servicios y proyectos TI

**Estudiante:** Fernando Salas Valera

**Profesora guía:** María Cecilia Bastarrica P.

La gestión de proyectos de tecnologías de la información se encarga de planear, ejecutar y controlar una iniciativa (idea, proyecto) desde su concepción hasta su cierre o entrega, a través del cumplimiento de objetivos para llegar a una meta y así obtener el producto o entregable final. Es de suma importancia para una organización realizar correctamente este proceso, ya que puede ser determinante en tener un resultado exitoso o un fracaso.

La explosiva expansión durante los últimos años ha llevado al aumento de la demanda por servicios TI. Esto ha sido uno

de los factores que han provocado problemas cómo demoras en la entrega de propuestas, atrasos en la ejecución de proyectos, sobrecarga de trabajo, asimismo generando malestar en los negocios (clientes) que exigen rapidez de respuesta a sus necesidades. Solucionar estos inconvenientes se ha vuelto clave en las empresas para alcanzar sus objetivos estratégicos.

Este trabajo de tesis pretende ayudar a mitigar estos problemas presentados, definiendo una metodología de gestión sobre los proyectos, a través de algunas iniciativas cómo documentación para los proyectos, una mejora modelando el proceso y las actividades, creando tableros de trabajo, además de algunos indicadores y reportes. Esto basado en metodologías conocidas, tales como PMBOK, ITIL y Kanban. En esencia, una metodología de proyectos “hibrida” que mezcla elementos tradicionales con algunas prácticas de agilidad. Todo esto con el apoyo de la herramienta corporativa, en el cual queda reflejado parte del trabajo realizado y que los colaboradores usan en el día a día. En conclusión, se logró definir una metodología de trabajo acorde a los tiempos, que permite disminuir los plazos para comenzar y ejecutar las actividades de proyecto, sentando una base para continuar mejorando.

## Tesis de magíster



## Aprendizaje multietiqueta de patrones geométricos en objetos de herencia cultural

**Estudiante:** Matías Vergara

**Profesores guías:** Benjamín Bustos e Iván Sipirán

Los objetos de herencia cultural son todos aquellos bienes materiales que, habiendo pertenecido a alguna civilización pasada, hoy nos permiten dar una mirada hacia la cultura subyacente, rescatando su legado. Dichos objetos —tales como murales, vasijas, entre otros— son materia importante de estudio y conservación, tarea en la cual convergen la antropología y la arqueología.

Ahora bien, el estudio de tales objetos involucra distintas etapas. Una de ellas es la descripción geométrica, tarea en la cual un arqueólogo experto observa la superficie de un objeto y

le asocia una serie de etiquetas relacionadas a su contenido geométrico: presencia de círculos, achurado, cruces de San Andrés, etc. Estas etiquetas dan lugar a una catalogación la cual permite reconocer distintos fenómenos interesantes, por ejemplo, cuando un mismo motivo se presenta en diferentes culturas. Tal proceso acostumbra ser complejo y requerir largas horas, pues el universo de etiquetas posibles es amplio y con frecuencia los objetos se presentan en grupos, como sucede tras una excavación arqueológica.

El trabajo realizado busca responder a dicha dificultad, simplificando la tarea a través del desarrollo de una herramienta de apoyo la cual recibe una imagen del objeto y entrega una serie de etiquetas posibles, aprendidas tras el estudio de objetos ya etiquetados. Para tal fin se hizo uso de la similitud que el proceso comparte con el *aprendizaje supervisado multietiqueta*, un área en fuerte crecimiento durante los últimos años.

Los resultados fueron presentados en el Workshop “Colaboración entre Computación, Arqueología y Antropología” realizado en noviembre de 2022 en la Universidad Católica, instancia en la cual se validó como un trabajo novedoso y aplicable, el cual responde a un problema real, lo que a su vez abre la puerta a otras interacciones entre la computación y la arqueología.



Memoria de pregrado



## Automatización de planificación para huertas orgánicas

**Estudiante:** Rodrigo Montoya  
**Profesor guía:** Federico Olmedo

La agricultura orgánica ofrece una alternativa a la agricultura convencional, teniendo como premisa fundamental ser más amigable con el medio ambiente. Para ello, elimina, por ejemplo, el uso de fertilizantes o pesticidas sintéticos, reemplazándolos por alternativas de origen orgánico. Implementar este tipo de agricultura conlleva, sin embargo, desafíos mayores, dentro de lo que se destaca un proceso de planificación más complejo. En particular, para evitar el desgaste de los nutrientes del suelo, requiere de una estricta *rotación de cultivos*.

Desarrollar la planificación anual de una huerta orgánica —determinar *qué cultivo* va a estar plantado en *qué sector* de la huerta y *durante cuánto tiempo*— se vuelve significativamente más complejo al incorporar este nuevo requisito. Los granjeros hacen esta planificación tradicionalmente de manera manual, lo que lo vuelve un proceso propenso a errores, tedioso, que consume un tiempo excesivo, y donde no está claro si los resultados obtenidos son óptimos desde el punto de vista monetario (cada cultivo que el granjero decida plantar, le va a ofrecer un rendimiento económico distinto).

En esta memoria se desarrolló una herramienta que diseña la planificación anual de huertas orgánicas de manera completamente automática. Para ello, modela el problema como uno de programación lineal entera, lo resuelve utilizando un algoritmo *branch-and-cut*, y despliega visualmente la planificación encontrada. La herramienta ofrece planificaciones económicamente óptimas, que respetan la rotación de cultivos, en un tiempo despreciable en comparación al requerido por una planificación manual. De manera más general, este trabajo demuestra cómo el uso de tecnologías digitales nos permite mejorar nuestra relación con el medio ambiente, en particular automatizando y optimizando procesos en la agricultura orgánica.