# DOCTORADOS DEL DCC

## VIOLETACHANG

Mi nombre es Violeta Chang, ingeniera en Computación, peruana, y exalumna del programa de Doctorado en Ciencias mención Computación. Me siento muy orgullosa de haber elegido cursar el Doctorado en el DCC de la Universidad de Chile debido a su excelente nivel académico y de investigación en el área de Computación. La calidad humana y académica que encontré fueron muy motivantes para mí, las que permitieron replantear mis objetivos personales y familiares en este país al que llegué sólo para estudiar el Doctorado. Mi experiencia personal en el DCC ha sido más que excelente, encontrando siempre el apoyo que un estudiante extranjero necesita, con mucha calidez humana. Tuve la dicha de ser madre durante mi estancia en el DCC. Y es impagable todo el apoyo que recibí, el mismo que hizo posible lidiar con la sobrecarga emocional que implica ser madre primeriza y en un país distinto al mío. En particular, agradezco al profesor Claudio Gutiérrez, quien fuera el coordinador del Programa de Doctorado durante gran parte de mi permanencia en el Programa, por todo su apoyo y aliento en momentos complicados.

La investigación de la tesis doctoral la empecé con un tema distinto al que al final defendí, por lo que mi permanencia en el Programa de Doctorado fue más extensa de lo previsto. Finalmente, la tesis que defendí en septiembre de 2015 está enmarcada en las áreas de procesamiento, análisis y reconocimiento de imágenes biomédicas. En ese sentido, trabajé con imágenes digitales de muestras de semen humano para determinar la tipología morfológica de cada una de las cabezas de espermatozoides humanos presentes en las muestras. Mi tesis doctoral se titula "Segmentation and classification of human sperm heads towards morphological sperm analysis" y la desarrollé bajo la supervisión de mi profesora guía Nancy Hitschfeld del DCC y dos coguías: Steffen Härtel de SCIAN-Lab y Laurent Heutte de la Universidad de Rouen. Particularmente, el trabajo con la profesora Nancy Hitschfeld fue muy fluido y productivo. Desde el inicio existió muy buena empatía y confianza entre ambas y muchísima compresión de su parte. Su apoyo durante todos mis estudios de Doctorado, incluso antes de ser su alumna y especialmente en los momentos más complicados de este período siempre fueron muy estimulante y alentador para mí. Las reuniones eran constantes y siempre que había necesidad de discutir alguna idea y/o resultado, con mucho aporte de tiempo, motivación e ideas de su parte.

IMAGEN 1.
VIOLETA CHANG JUNTO A SU COMISIÓN EVALUADORA. DE IZQUIERDA A DERECHA: ALCEU DE SOUZA BRITTO JR., STEFFEN HÄRTEL, BENJAMÍN BUSTOS, MÁ.CECILIA RIVARA, VIOLETA CHANG, NANCY HITSCHFELD Y LAURENT HEUTTE.

Como es bien sabido, la infertilidad es un problema clínico que afecta hasta a 15% de parejas en edad reproductiva, con implicancias tanto emocionales como fisiológicas. Un análisis de semen es el primer paso en la evaluación de una pareja infértil. El énfasis en identificar no sólo cabezas normales de espermatozoides sino también categorías de cabezas anormales puede tener una significativa utilidad clínica al decidir por un tratamiento de fertilidad. Mi tesis propone una nueva metodología para detectar, segmentar, caracterizar y clasificar cabezas de espermatozoides humanos, con el objetivo de facilitar el posterior análisis morfológico, para diagnósticos de fertilidad, toxicología reproductiva, investigación básica o estudios de salud pública.

La evaluación experimental muestra que el método propuesto mejora el desempeño del estado del arte. Los resultados logran 98% de detección correcta a expensas de un número menor de falsos positivos, comparado con el estado del arte.

La principal aplicación de mi tesis radica en la decisión acerca de la técnica de reproducción asistida a utilizar, así como también en la identificación de los espermatozoides de morfología normal que podrían ser usados en el caso de la técnica de inyección ICSI. Sin embargo, la identificación de distintas subcategorías de espermatozoides con morfología anormal de cabeza tiene aplicación directa en estudios de toxicología reproductiva y de salud pública. Mi tesis tiene impacto directo en la formación de futuros andrólogos especialistas que se verán beneficiados del *gold-standard* para clasificación de cabezas de espermatozoides, con la posibilidad de realizar un estudio selectivo y profundo de casos que presenten mayor dificultad. Además, se espera que la implementación de la metodología completa presentada en la tesis incremente la precisión del diagnóstico médico y que pueda ser usado como una herramienta de telemedicina, sirviendo de apoyo para laboratorios clínicos que no cuenten con andrólogos especialista en su staff permanente.

Gracias a la experiencia obtenida en el análisis de variabilidad interexpertos en análisis morfológico de espermatozoides y en métodos de aprendizaje supervisado, me he interesado fuertemente en investigar formas de generar *gold-standards* biomédicos confiables que consideren la opinión de distintos expertos. Es así que, a partir de noviembre del año pasado, he iniciado la ejecución como investigadora responsable de un proyecto de postdoctorado adjudicado en el concurso FONDECYT 2016, titulado "Generación de gold-standards biomédicos supervisado basado en múltiples expertos". Dicho proyecto se está desarrollando en el Laboratorio de Análisis de Imágenes Científicas de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, dirigido por el Dr. Steffen Härtel. El proyecto fue adjudicado con una duración de tres años y representa una iniciativa de envergadura, no sólo en Chile sino también en Latinoamérica, al contar con equipos actualmente disponibles sólo en pocos laboratorios en el mundo, lo que permitirá desarrollar investigación con estándares internacionales altamente competitivos, tanto en el país como en la región.

## PEDRORODRÍGUEZ

Mi nombre es Pedro Rodríguez, soy académico y Profesor Asociado del Departamento de Sistemas de Información de la Universidad del Bío-Bío (UBB) sede Concepción. Ingresé a trabajar en la UBB en 1991, primero como profesor part-time para después integrarme como profesor jornada completa en 1992.

Ingresé al DCC de la Universidad de Chile en 1996 para iniciar mis estudios de Magíster, de los cuales me gradué en enero de 2000. Posteriormente, en 2008 me reincorporé para continuar con el Programa de Doctorado del cual me gradué en julio de 2015. Entre las razones que me llevaron a realizar el Doctorado en el DCC fueron en primer lugar afianzar y consolidar el área de investigación de mallas geométricas junto a la profesora María Cecilia Rivara, quien cuenta con prestigio nacional e internacional en esa línea de investigación, además el buen nivel académico del Programa de Doctorado del DCC.

Fueron varias las cosas que marcaron mi paso por el Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile, entre ellas la buena y cordial relación que tuve con la profesora María Cecilia Rivara, quien fue mi guía en mi tesis doctoral, y también la excelente relación con mis compañeros de estudio, varios de ellos extranjeros, con los cuales formamos grupos de estudio y de trabajo especialmente durante la etapa de desarrollo de los cursos.

Mi tesis de Doctorado estudió la paralelización de algoritmos de refinamiento y mejoramiento de mallas geométricas basados en los conceptos de Lepp y de arista terminal para sistemas multicore y sistemas distribuidos. La tesis doctoral se tituló "Parallel Lepp-based Algorithms for the Generation and Refinement of Triangulations". Estos algoritmos paralelos permiten el procesamiento masivo de mallas en dos y tres dimensiones (triángulos y tetraedros, respectivamente) con dominios de entrada que pueden tener formas convexas o irregulares y orientados a la resolución de problemas científicos y de la ingeniería que hacen uso del método de elementos finitos.

Para llevar a cabo está investigación, hubo que enfrentar algunos desafíos tales como diseñar algoritmos paralelos de refinamiento y mejoramiento de mallas que puedan adaptarse a diferentes arquitecturas multicore y también para sistemas paralelos de memoria distribuida basados en arquitecturas multicore. Uno de los principales problemas que se pueden destacar es que actualmente las arquitecturas multicore no son homogéneas y esto hace que la paralelización de algoritmos de mallas en ambientes de memoria compartida pueda presentar más dificultades, especialmente cuando el set de núcleos (cores) está distribuido en diferentes sockets. La presencia de secciones críticas es otro problema que debe ser abordado cuidadosamente cuando varios *threads* desean manipular estructuras de datos compartidas

Cuando la cantidad de datos a procesar es muy grande, es decir, el tamaño de las mallas a procesar sobrepasa las capacidades de una computadora multicore entonces se hace necesario de sistemas computacionales más complejos que cuenten con mayor capacidad de almacenamiento y de procesamiento. En este caso la malla de entrada debe ser procesada en un ambiente distribuido, la cual debe ser particionada y procesada por varios nodos o procesadores que cuentan con una memoria privada y que son capaces de comunicarse a través de una red de interconexión.

El desarrollo de algoritmos paralelos en ambientes distribuidos también presentó diferentes desafíos tales como establecer la distribución de la carga de trabajo de los procesadores. Esta parte se pudo resolver aplicando algoritmos y métodos de partición de mallas, entre ellas el uso de bibliotecas de libre distribución tales como METIS y ParMETIS. Estas bibliotecas convierten la malla de entrada (2D o 3D) a un grafo el cual es posteriormente particionado. Se sabe también que el problema de partición de grafos es un problema NP-Completo. Sin embargo, para atacar este problema se usaron diferentes heurísticas que entregaron resultados.

Cada una de las particiones puede constituir la carga de trabajo para cada uno de los procesadores. También se pudieron implementar otros algoritmos de partición, uno de ellos basados en la partición recursiva del espacio tales como quadtrees (2D) y octrees (3D). Lo importante de esta etapa es lograr particiones de buena calidad y de buenas formas geométricas. Una vez que la carga es distribuida, el algoritmo permite refinar la malla de forma paralela.

Actualmente integro un grupo de investigación en la Universidad del Bío-Bío, y por otro lado estoy trabajando en la preparación de proyectos de investigación que abordan problemas del área de mallas geométricas y el desarrollo de nuevos algoritmos paralelos en ambientes de memoria compartida y memoria distribuida.

IMAGEN 2.
PEDRO RODRÍGUEZ JUNTO A SU COMISIÓN EVALUADORA. DE IZQUIERDA A DERECHA: MA. CECILIA RIVARA, PEDRO RODRÍGUEZ, BENJAMÍN BUSTOS (EN LA IMAGEN DE LA PANTALLA), ROMAIN ROBBES Y LUIS MATEU.

## CARLOSBEDREGAL

Gracias a una beca de CONICYT pude establecerme en Chile e iniciar los estudios de Doctorado en el DCC de la Universidad de Chile. Esta experiencia fue muy positiva. El Departamento, los docentes, y personal administrativo siempre estuvieron dispuestos a ayudarme a lo largo de mis estudios de Doctorado. La infraestructura del DCC y la formación recibida excedió mis expectativas, y me proporcionó un ambiente óptimo para desarrollarme como mi investigador. Además, durante mi permanencia en el DCC pude conocer y trabajar con gente muy talentosa, y formar amistades que perduran hasta ahora.

Bajo la dirección de la Profesora María Cecilia Rivara, mi investigación se enfocó en el análisis de algoritmos de arista más larga para el refinamiento de mallas en dos dimensiones. Estas mallas son estructuras usadas para la representación y procesamiento de objetos en aplicaciones como animación por computadora o simulaciones en ingeniería (desde el diseño de aviones y edificios, hasta dispositivos móviles y microprocesadores). Dos factores importantes en estas aplicaciones son la calidad y el tamaño de las mallas usadas para la simulación. Mi estudio de algoritmos de arista más larga demostró que estos algoritmos generan mallas de buena calidad y de tamaño óptimo, tanto en la teoría como en la práctica. Mi tesis estableció una base sólida para nuevos estudios teóricos y prácticos en algoritmos de refinamiento de arista más larga en dos y tres dimensiones. Además, esta investigación me permitió asistir y presentar en distintas conferencias internacionales, e interactuar con investigadores de todo el mundo.

Ahora me interesa usar los conocimientos adquiridos durante el Doctorado en aplicaciones de industria. Actualmente formo parte del equipo de desarrollo geométrico en Silvaco Inc., una empresa en Estados Unidos que desarrolla software para simulaciones y diseño de circuitos integrados. Este puesto me permite seguir investigando en el campo de geometría computacional, y colaborar con desarrolladores talentosos de diversos países. ■

IMAGEN 3.
CARLOS BEDREGAL JUNTO A SU COMISIÓN EVALUADORA. DE IZQUIERDA A DERECHA: CHEE K. YAP, BENJAMÍN BUSTOS, MA. CECILIA RIVARA, CARLOS BEDREGAL, NANCY HITSCHFELD Y ROMAIN ROBBES.