



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE EDUCACION

PROGRAMA MECE SUPERIOR

TERCER CONCURSO DE PROYECTOS FONDO COMPETITIVO

FORMULARIO DE PRESENTACIÓN DE PROYECTOS

FORTALECIMIENTO DEL DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

UNIVERSIDAD DE CHILE

LINEA DE APOYO : POSTGRADO

ENERO 2002

TABLA DE CONTENIDO

I. EL PROYECTO.....	3
1. PRESENTACION DEL PROYECTO	3
1.1 TITULO.....	3
1.2 LINEA DE APOYO, AMBITO; INDEPENDIENTE /ASOCIADO.....	3
1.3 UNIVERSIDAD RESPONSABLE DEL PROYECTO.....	3
1.4 UNIVERSIDAD(ES) ASOCIADA(S)	3
1.5 COMPROMISO DEL RECTOR	3
1.6 UNIDAD RESPONSABLE DEL PROYECTO (URP).....	4
1.7 URP ASOCIADAS.....	4
1.8 DURACION	4
1.9 DIRECTOR	4
1.10 DIRECTOR ALTERNO.....	4
1.11 RESUMEN DEL PROYECTO.....	4
1.12 SINTESIS VINCULACIÓN ENTRE OBJETIVOS, MACROACTIVIDADES Y RECURSOS	5
1.13 INDICADORES DE RESULTADOS DEL PROYECTO.....	7
1.14 RESUMEN RECURSOS SEGÚN FUENTES Y USOS	8
2. PLAN ESTRATEGICO DE LA URP	9
2.1. MISION.....	9
2.2. CONCLUSIONES DEL ANALISIS FODA (DE LOS FACTORES EXTERNOS E INTERNOS).....	9
2.3. OBJETIVOS.....	10
2.4. ESTRATEGIAS Y PLANES DE ACCION	10
2.5. PLAN DE DESARROLLO DE PERSONAL.....	14
2.6. PLAN DE ASISTENCIA TECNICA	15
3. VINCULACION DEL PLAN ESTRATÉGICO DE LA URP Y EL PROYECTO.....	15
3.1 COHERENCIA DEL PROYECTO CON EL CONTEXTO	15
3.2 VINCULACION DE LOS PROBLEMAS QUE RECONOCE LA URP Y LOS PROBLEMAS QUE BUSCA RESOLVER EL PROYECTO.....	16
3.3 VINCULACION ESTRATEGIAS PRIORITARIAS DE LA URP Y ESTRATEGIAS (MACROACTIVIDADES) DEL PROYECTO.....	17
3.4 SITUACION DE LA URP SIN /CON PROYECTO.....	17
4. EL PROYECTO.....	18
4.1 OBJETIVOS GENERALES, ESPECIFICOS E INDICADORES DE RESULTADOS	18
4.1.1 OBJETIVOS GENERALES.....	18
4.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	18
4.1.3 VINCULACION DE OBJETIVOS ESPECIFICOS E INDICADORES DE RESULTADOS	19
4.1.4. INDICADORES DE RESULTADOS DEL PROYECTO.....	20
4.2. EQUIPO DEL PROYECTO, ACTIVIDADES Y RECURSOS	21
4.2.1. EQUIPO DEL PROYECTO	21
4.2.2. ACTIVIDADES.....	25
4.2.3. RECURSOS.....	27
4.3. PLAN DE SEGUIMIENTO Y EVALUACION.....	29
5. ANEXOS.....	31
5.1. ANEXO 1. ANALISIS DE LOS FACTORES EXTERNOS E INTERNOS	31
5.2 ANEXO 2. CURRICULUM VITAE RESUMIDO	31
5.3 ANEXO 3. INFORMACION ADICIONAL	45

I. EL PROYECTO

1. PRESENTACION DEL PROYECTO

1.1 TITULO

Fortalecimiento del doctorado en Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile

1.2 LINEA DE APOYO, AMBITO; INDEPENDIENTE /ASOCIADO

LINEA: Apoyo al Postgrado

AMBITO: Mejoramiento de programas de postgrado existentes

INDEPENDIENTE/ASOCIADO Independiente

1.3 UNIVERSIDAD RESPONSABLE DEL PROYECTO

Universidad de Chile

1.4 UNIVERSIDAD(ES) ASOCIADA(S)

1.5 COMPROMISO DEL RECTOR

El Rector que suscribe presenta formalmente el proyecto adjunto, acepta las bases y condiciones del concurso y asume la responsabilidad de cumplir los compromisos de ejecución del mismo, en caso de aprobarse.

Luis Riveros Cornejo	
Nombre del Rector	Firma del Rector

1.6 UNIDAD RESPONSABLE DEL PROYECTO (URP)

Programa de Doctorado en de Ciencias de la Computación - Fac. de Ciencias Físicas y Matemáticas

1.7 URP ASOCIADAS

1.8 DURACION

(meses)

3	6
---	---

1.9 DIRECTOR

NOMBRE José Alberto Pino Urtubia	INSTITUCION Universidad de Chile	CARGO EN LA INSTITUCION
E MAIL jpino@dcc.uchile.cl	TELEFONO 689-2736	Coordinador del Postgrado Profesor Asociado

1.10 DIRECTOR ALTERNO

NOMBRE María Cecilia Rivara	INSTITUCION Universidad de Chile	CARGO EN LA INSTITUCION
E MAIL mcrivara@dcc.uchile.cl	TELEFONO 689 2736	Coordinador Docente Profesor Titular

1.11 RESUMEN DEL PROYECTO

El programa de Doctorado en Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile se ofrece desde 1996, ya tiene un graduado, y ha sido recientemente acreditado por Fundación Andes y Comisión Nacional de Acreditación (Conicyt).

El propósito de este proyecto es fortalecer y hacer crecer este programa, de acuerdo a los siguientes objetivos generales:

1. Mejorar las condiciones de dictación del programa
2. Aumentar la provisión de profesores e investigadores en Ciencia e Ingeniería de Computación en Chile
3. Incentivar la colaboración y la transferencia tecnológica, acercando los problemas de la industria nacional al programa de doctorado.

Con respecto al primero de los objetivos, se trata de apoyar el ofrecimiento del programa en un nivel de calidad superior al actual. Esto se refleja en poder invitar más profesores extranjeros y postdoctorados, suscripción a una cantidad mayor de journals, y permitir a los alumnos una relación internacional más intensa a través de asistencia a conferencias internacionales y estadias en el exterior.

El segundo objetivo es una necesidad imperiosa, considerando la escasa cantidad de doctores en Ciencia de Computación residentes en el país y la demanda. Es sabido el impacto que las Tecnologías de la Información tienen sobre el desarrollo económico y social de un país (detalles en 5.3). Por lo tanto, es prioritario formar las personas que a su vez, serán profesores de los profesionales que Chile necesita. También, a los investigadores que fortalecerán la creación científico-tecnológica en el área y como apoyo a otras disciplinas. Este objetivo se materializa principalmente a través de ofrecer becas atractivas a los potenciales estudiantes, tanto en Chile como en Latinoamérica.

El tercer objetivo concierne la vinculación de la investigación científica y tecnológica que realiza el Departamento de Ciencias de la Computación con la actividad de la industria nacional. El Departamento realiza investigación de significación, que podrá incrementarse con mayor número de tesis de doctorado. Se trata de propender a que esa mayor investigación pudiera tener relación con los intereses de las empresas nacionales. Este objetivo se concreta en la actividad de establecer colaboraciones con empresas para detectar problemas complejos que puedan ser enfrentados con tesis de doctorado.

1.12 SINTESIS VINCULACIÓN ENTRE OBJETIVOS, MACROACTIVIDADES Y RECURSOS

OBJETIVOS	MACROACTIVIDADES	RECURSOS
Aumentar el número de estudiantes del programa Mejorar formación de docentes e investigadores	<ul style="list-style-type: none"> Mejoramiento de las condiciones de dictación del programa (becas, profesores extranjeros, bibliografía) 	Becas Contrataciones
Aumentar el número de estudiantes del programa Acrecentar el contacto a nivel nacional Mejorar formación de docentes e investigadores	<ul style="list-style-type: none"> Participación en congresos nacionales e internacionales 	Estadias y visitas
Mejorar formación de docentes e investigadores	Realización de estadias de investigación	Estadias y visitas
Acrecentar el contacto a nivel nacional Acercarse a la industria	Organización de reuniones científicas y para la colaboración con empresas.	Estadias y visitas

1.13 INDICADORES DE RESULTADOS DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN	REFERENCIA A OBJETIVOS ESPECIFICOS	INDICADOR	TIPO DE VARIABLES (VARIACION O ACUMULADO)	VALOR INICIAL	META/COMPROMISO			ACTIVIDADES ASOCIADAS
					AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	
1 Incremento del número de estudiantes	1	número de alumnos	acumulado	6	8	13	16	9
2 Aumento en el número de graduados	1,3	número de alumnos	acumulado	1	2	3	5	1
3 Número de estudiantes de doctorado participan en congresos nacionales	2	número de alumnos	variación	0	7	9	11	5
4 Realización Jornada Postgrado	2	número de eventos	variación	0	1	1	1	2
5 Seminario con Empresa	4	números de eventos	variación	0	1	1	1	4
6 Cursos nivel 700 (especiales para postgrado) dictados (no tutoriales) por año	6	número de cursos	variación	4	5	6	7	6
7 Número de presentaciones en congresos internacionales de los estudiantes de doctorado	5	número de presentaciones	variación	0	1	2	4	5
8 Número de publicaciones enviadas a journals ISI por los estudiantes de doctorado	3	número de publicaciones	acumulado	0	1	3	6	8
9 Número de docentes graduados en el doctorado	3	número de docentes	acumulado	1	2	3	4	1
10 Número de tesis en colaboración con la empresa	4	número de alumnos	acumulado	0	0	1	2	7
11 Número de estadias de alumnos en universidades extranjeras	5	número de estadias	variación	0	2	3	3	5,6
12 Número de profesores invitados	5,6	número de profesores	variación	0	2	2	2	2,3
13 Número de journals y proceedings disponibles	6	número de journals y proceedings	acumulativo	53	100	140	180	4

1.14 RESUMEN RECURSOS SEGÚN FUENTES Y USOS

4.2.3.1 Recursos según Fuentes, Usos y Años

4.2.3.1 RECURSOS SEGUN FUENTES, USOS Y AÑOS

	AÑO 1 (MM\$)		AÑO 2 (MM\$)		AÑO 3 (MM\$)		TOTAL (MM\$)		
	Institución	Fondo	Institución	Fondo	Institución	Fondo	Institución	Fondo	Total
INVERSION									
PERFECCIONAMIENTO									
BECAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BECAS DE POSTGRADO PARA ACADEMICOS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BECAS EN PROGRAMAS NO CONDUCENTES A GRADO PARA PERSONAL DE GESTION	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BECAS DE POSTGRADO PARA ESTUDIANTES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ESTADIAS Y VISITAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ESTADIAS CORTAS PARA ESPECIALIZACION	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ESTADIAS CORTAS DE DOCTORANDOS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ESTADIAS PARA ESTUDIANTES EN REDES NACIONALES DE POSTGRADO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
VISITAS DE ESPECIALISTAS AL PROYECTO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CONTRATACIONES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CONTRATACION DE ACADEMICOS CON GRADO DE DOCTOR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CONTRATACION DE POSTDOCTORADOS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CONTRATACION DE PERSONAL ALTAMENTE CALIFICADO PARA LA GESTION	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL PERFECCIONAMIENTO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL ASISTENCIA TECNICA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BIENES Y OBRAS									
BIENES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EQUIPAMIENTO DE APOYO A LA DOCENCIA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EQUIPAMIENTO CIENTIFICO MAYOR (DE US\$ 50 MIL)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OBRAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OBRAS NUEVAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HABILITACIONES, REMODELACIONES Y AMPLIACIONES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL BIENES Y OBRAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL INVERSION	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GASTOS DE OPERACION EN EFECTIVO									
PERSONAL	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0
MEJORAMIENTO DE LA GESTION DE LA DOCENCIA	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0
TOTAL GASTOS DE OPERACION EN EFECTIVO	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0
TOTAL GASTOS DE OPERACION EN EFECTIVO	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0
TOTAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Nota 1: La información se genera automáticamente ya que esta hoja está vinculada

2. PLAN ESTRATEGICO DE LA URP

2.1. MISION

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile tiene por misión:

- Dar formación superior integral en el área de la ingeniería, geología y ciencias afines, conducente a títulos profesionales y grados académicos de Magister y Doctorado.
- Mantener un cuerpo académico de excelencia que, estando en las fronteras del conocimiento de su especialidad, entregue una docencia de alto nivel y realice investigación científica y tecnológica para contribuir al conocimiento en el área y a la solución de problemas relevantes.
- Aportar al desarrollo socioeconómico del país mediante la creación, transferencia, innovación, adaptación y difusión de nuevas tecnologías y procesos.

2.2. CONCLUSIONES DEL ANALISIS FODA (DE LOS FACTORES EXTERNOS E INTERNOS)

Las conclusiones resumidas del análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas del Programa, son las siguientes (el análisis detallado se encuentra en el punto 5.1):

- El Programa está ofrecido en el marco de una Facultad sólida académicamente. El Programa mismo ha sido acreditado recientemente.
- El programa de doctorado está funcionando regularmente, con 8 alumnos y existe demanda por sus egresados. El programa es una oferta atractiva para alumnos de Chile y Latinoamérica. Sin embargo, adolece de una serie de debilidades, que pueden mejorarse con el proyecto.
- La principal debilidad del programa de doctorado es su dificultad para captar un número mayor de estudiantes talentosos, debido a la insuficiencia de becas apropiadas. Con un número importante de alumnos destacados del programa habrá un impacto en mayor cantidad de investigación realizada en el área de Ciencias de la Computación, con el mismo número de profesores.
- La captación de estudiantes debiera extenderse a Latinoamérica, donde la existencia de becas, de nuevo, es necesaria.
- Faltan recursos para una vinculación de los estudiantes con la investigación científica que se hace en el exterior (a través de visitas y asistencia a conferencias de ellos, como asimismo la traída de profesores visitantes y postdoctorados).

- Faltan recursos para un número mayor de adquisiciones de suscripciones a revistas científicas.
- Falta más relación con potenciales alumnos y público en general a través de una adecuada difusión.
- Falta contacto con empresas del país que sirviera para la generación de temas de tesis de doctorado orientadas a solucionar sus problemas complejos.
- Falta mayor relación con otras universidades del país, incorporando a los alumnos de doctorado.

2.3. OBJETIVOS

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas ha focalizado su quehacer para enfrentar lo que considera sus más importantes desafíos:

- modernizar la enseñanza en sus distintas carreras de ingeniería, geofísica y geología con la meta de formar profesionales que sigan contribuyendo efectiva y eficazmente al desarrollo tecnológico y económico del país, en un escenario que es cada vez más exigente, competitivo y globalizado;
- potenciar sus programas de postgrado, principalmente a nivel de doctorado, para satisfacer una creciente demanda por personal altamente calificado en investigación y desarrollo tecnológico que el país requiere y que las políticas gubernamentales han declarado como prioritario. Lograr una creciente internacionalización de los programas con la aceptación y financiamiento de estudiantes extranjeros.

2.4. ESTRATEGIAS Y PLANES DE ACCION

Conscientes de la responsabilidad que esta Facultad tiene en la formación del recurso humano indispensable para el desarrollo tecnológico del país, se ha definido y puesto en práctica en los últimos años un plan estratégico tendiente a su fortalecimiento académico en los planos docentes, de investigación y extensión, incluido en este último, la actividad de desarrollo y transferencia tecnológica de punta hacia el medio productivo nacional.

En sus primeras fases, el fortalecimiento académico ha sido focalizado en la renovación del cuerpo académico, particularmente en el grupo de los académicos de jornada completa. Esto significa contar, en la actualidad, con un cuerpo académico levemente superior a 200 jornadas completas y con edades que varían entre los 25 y los 65 años. Alrededor de 25 de estos académicos se encuentran realizando estudios doctorales en prestigiosas universidades en el extranjero o en proceso de iniciarlo. Además, el proceso de renovación contempla un programa adicional de formación que permitirá contar con 30

nuevos académicos, con doctorado, en un horizonte de 5 años. Estas acciones permiten mantener y más aún, mejorar la fortaleza académica ya reconocida de esta Facultad.

En forma paralela, la Facultad ha abordado de una manera sistemática y sostenida el mejoramiento de la docencia por la vía de incentivar a los profesores a participar e involucrarse más activamente en la docencia de pregrado en el Plan Común y en las carreras de ingeniería, geofísica y geología, habilitar una Biblioteca Central moderna y salas de clases bien equipadas en las nuevas dependencias de la Escuela de Ingeniería, y dar apoyo a los alumnos y habilitar infraestructura para diversas actividades extraprogramáticas tales como recreacionales, deportivas y culturales. También se ha hecho un esfuerzo especial por divulgar a nivel de colegios de educación secundaria las actividades de la Facultad y las posibilidades que encontrarán aquí futuros alumnos, todo ello con el propósito de captar mejores egresados de la enseñanza media que se interesen en seguir estudios en las carreras y programas de postgrado que ella ofrece.

A medida que se ha avanzado en la puesta en práctica de este plan de desarrollo, ha quedado cada vez más patente la necesidad de emprender un plan de modernización en la enseñanza de pregrado y un fortalecimiento de los programas de doctorado. Cada vez surge con más fuerza la idea que la formación tecnológica en Chile se encuentra enfrentada al desafío de modernizarse de manera tal que conduzca a la formación de un profesional con mentalidad creativa e innovadora, acorde con el desarrollo tecnológico en el mediano plazo que deberá alcanzar el país. Existe consenso en la Facultad que para lograr esta meta se necesitan, a lo menos, los siguientes cuatro elementos básicos, de los cuales el primero ya se ha estado abordando en la Facultad con la reorganización de sus cuadros académicos de jornada completa :

- Masa crítica de académicos con formación de postgrado, nivel doctorado, que transmitan a los alumnos conocimientos y visiones modernas de cómo se encaran y resuelven importantes problemas tecnológicos actuales y futuros para el desarrollo del país;
- Infraestructura de laboratorios equipados con tecnología de última generación orientada a la medición de fenómenos y verificación y validación de modelos que los representan;
- Innovación curricular y tecnológica para optimizar el proceso enseñanza-aprendizaje;
- Programas de postgrado agresivos temáticamente y con excelentes respaldos académicos, orientados a la creación de conocimiento y a la solución de problemas nacionales de envergadura, con reconocimiento local e internacional.

Los programas de doctorado, acreditados por Conicyt y Fundación Andes, requieren urgentemente aumentar la masa de alumnos y fortalecer su infraestructura experimental. Para ello, se ha elegido una estrategia de desarrollo que comprende proyectos específicos que permitirán reforzar las debilidades existentes. En el presente concurso de MeceSup se priorizarán:

- Doctorado en Ciencias, mención Astronomía;
- Doctorado en Ciencias, mención Ciencias de la Computación;
- Doctorado en Ciencias, mención Química (con Facultad de Ciencias y de Ciencias Químicas y Farmacéuticas);
- Doctorado en Economía (con Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas).

2.5. PLAN DE DESARROLLO DE PERSONAL

AREA ESPECIALIZACION	NUMERO ACTUAL ACADÉMICOS	CALIFICACIÓN ACTUAL
Ciencias e Ingeniería de Computación	16	14 con doctorado o nivel investigador equivalente

AREA ESPECIALIZACION	BRECHA ACADÉMICOS DESEADOS	CALIFICACIÓN DESEADA	INTERVENCION PROPUESTA	FECHA	COSTO (MM \$)
Ciencias e Ingeniería de Computación	2	Doctorado	Estudios de doctorado para uno de ellos en U. California.San Diego (*)(**)	2001-2002	40

(*) Financiado como contraparte

(**) El otro académico sin doctorado, está obteniéndolo en Francia durante el año 2000. Adicionalmente, se está incorporando otro académico, con doctorado, a fines de 2000 (que no está incluido en la contraparte)

2.6. PLAN DE ASISTENCIA TECNICA

Se contratará un servicio de desarrollo de la página Web del Doctorado, con el objeto de hacerlo atractivo para potenciales alumnos del Programa.

3. VINCULACION DEL PLAN ESTRATÉGICO DE LA URP Y EL PROYECTO

3.1 COHERENCIA DEL PROYECTO CON EL CONTEXTO

Los objetivos generales del proyecto son el fortalecimiento del Programa de Doctorado en el Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile.

Por otro lado, en los anexos 5.3.1 y 5.3.2 mostramos que en el mundo la Computación como disciplina ha pasado rápidamente de considerarse una mera técnica, útil como apoyo a otras actividades, a tenerse como una disciplina científica de mayor envergadura, considerada una entre seis áreas principales de investigación y desarrollo en Estados Unidos, y en la que se invierten grandes recursos materiales y humanos tanto para la investigación en las universidades como para el desarrollo en la industria. Mostramos que la industria está requiriendo (y las universidades formando) cada vez menos técnicos de nivel intermedio y más profesionales de alto nivel de formación.

En Chile, la industria de software está mucho más atrasada, tanto en la capacidad de desarrollo propio como en su interacción con los centros de investigación. Esto es particularmente lamentable porque las tecnologías de información constituyen una de las áreas por excelencia donde los países en desarrollo pueden fácilmente adquirir liderazgo en desarrollo y exportación, ya que no requieren grandes inversiones en maquinaria u otras. Varios otros países, por ejemplo en el Asia, han transformado radicalmente sus economías mediante la exportación de software.

Asimismo, tenemos que existen muy pocas universidades, fuera de las principales, que cuenten con docentes de nivel de doctorado. Esto limita su potencialidad para generar la masa crítica de profesionales de alto nivel que necesita la industria. Asimismo, la poca cantidad de alumnos de doctorado limita la investigación que puede realizarse en las universidades, incluso las mayores. Producir investigación de buena calidad genera prestigio, que a la larga se traduce en más alumnos de la región que quieran venir a hacer su doctorado en Chile (y al mismo tiempo contribuir a la investigación y la docencia), en mayor confianza en los productos producidos por el país, y en la mejor calidad real de los mismos (a través de la transferencia tecnológica).

De modo que la falta de una masa crítica de doctorados en el país atenta por partes iguales contra una investigación vigorosa, una docencia de calidad y una industria competitiva, todas ellas claves para insertar al país en un mundo competitivo y altamente tecnológico.

En 5.1, 5.2, 5.3.3 y 5.3.4 se analizan estos problemas y la capacidad del Departamento de Ciencias de la Computación para afrontar este desafío. El Departamento tiene la capacidad de incrementar radicalmente la cantidad de alumnos de doctorado en formación: tiene investigadores de excelente nivel y reconocidos internacionalmente, tiene suficientes instalaciones físicas y un prestigio importante en el país. Sin embargo, no tiene capacidad económica para apoyar a los alumnos de doctorado mediante becas que les permitan costear sus estudios. Hay que recordar que un alumno de doctorado es ya un profesional joven, normalmente de muy alto nivel, posiblemente ya con compromisos económicos, y muy apetecido en la industria, que debe rechazar tentadoras ofertas económicas para continuar con su formación. Cuanto más cuesta arriba se le haga el doctorado en términos económicos, menos probabilidad hay de que haga esta inversión a futuro en su formación.

Además de becas, el apoyo mínimo a un alumno de doctorado incluye visitas al exterior, asistencia a conferencias, acceso a bibliografía, visitas de profesores extranjeros, etc. Asimismo, buscamos facilitar la transferencia tecnológica a la industria mediante crear temas de doctorado que involucren una componente industrial y la colaboración con empresas. Finalmente, con el objetivo de mejorar la formación de docentes nacionales, buscamos realizar escuelas de verano, realizar encuentros y generar grupos de interés a nivel nacional, de modo de intercambiar experiencias y aumentar la colaboración entre investigadores y alumnos de doctorado del Departamento y de otras Universidades nacionales.

3.2 VINCULACION DE LOS PROBLEMAS QUE RECONOCE LA URP Y LOS PROBLEMAS QUE BUSCA RESOLVER EL PROYECTO.

PROBLEMAS DEFINIDOS COMO PRIORITARIOS POR LA URP	PROBLEMAS DE LA URP QUE ABORDA EL PROYECTO
Dificultad para atraer suficientes estudiantes de doctorado	Dificultad para apoyar económicamente a los estudiantes de doctorado
Poca masa crítica de estudiantes en la investigación del DCC	Falta de apoyo para estadías y conferencias en el exterior Falta de suficiente apoyo bibliográfico
Dificultad en la transferencia tecnológica hacia la industria	Falta de profesionales con formación de alto nivel, como un doctorado. Falta de temas de doctorado relacionados con la industria
Falta de doctorados en la docencia nacional	Falta de suficiente contacto con otras universidades nacionales Falta de apoyo a la formación de doctorados que sean futuros docentes Falta de espacios comunes de interacción en áreas de interés mutuo con otras universidades nacionales

3.3 VINCULACION ESTRATEGIAS PRIORITARIAS DE LA URP Y ESTRATEGIAS (MACROACTIVIDADES) DEL PROYECTO

ESTRATEGIAS URP	ESTRATEGIAS (MACROACTIVIDADES) PROYECTO
Fortalecimiento de programas de postgrado, incrementando alumnos, e incrementando presencia en el país y en el exterior	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar condiciones de dictación del programa de doctorado en Cs. de la Computación. • Organizar reuniones científicas y para la colaboración con empresas. • Participación de alumnos en congresos nacionales e internacionales. • Realizar estadias de investigación

3.4 SITUACION DE LA URP SIN /CON PROYECTO

SITUACIÓN URP SIN PROYECTO	SITUACIÓN URP CON PROYECTO
<ul style="list-style-type: none"> • Número de alumnos de doctorado similar al actual (8 alumnos) 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de alumnos de doctorado doble del actual (16 alumnos) o mayor
<ul style="list-style-type: none"> • Número de publicaciones científicas anual similar al actual 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de publicaciones científicas anual al menos 120% del actual.
<ul style="list-style-type: none"> • Relación con otras universidades nacionales similar al actual 	<ul style="list-style-type: none"> • Relación con otras universidades nacionales más estrecha
<ul style="list-style-type: none"> • Relación con universidades y centros de excelencia del exterior similar al actual 	<ul style="list-style-type: none"> • Relación e intercambios con universidades y centros de excelencia del exterior incrementados.
<ul style="list-style-type: none"> • Relación con empresas e instituciones nacionales limitada a proyectos externos 	<ul style="list-style-type: none"> • Relación con empresas e instituciones incrementada con tesis de doctorado relevantes.
<ul style="list-style-type: none"> • Número de suscripciones a journals del área similar al actual (53) 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de suscripciones a journals del área incrementado significativamente

Debe observarse que varios de los beneficios son a mediano y largo plazo, no medibles en los tres años del proyecto. Por ejemplo, las publicaciones recién comienzan a generarse en la parte final de los estudios de doctorado, por lo que el real impacto se notará al final del proyecto y después de terminado éste.

4. EL PROYECTO

4.1 OBJETIVOS GENERALES, ESPECIFICOS E INDICADORES DE RESULTADOS

4.1.1 OBJETIVOS GENERALES

Fortalecimiento y crecimiento del programa de doctorado con el fin de:

- Mejorar las condiciones de dictación del programa
- Aumentar la provisión de profesores e investigadores en Ciencia e Ingeniería en Computación en Chile
- Acercar los problemas de la industria nacional al programa de doctorado

4.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS Y ACTIVIDADES

1. Aumentar el número de estudiantes del programa, por medio de:

- Mejorar el acceso a becas, ofreciendo 6 nuevas becas
- Mejorar la difusión del Programa a través de mejorar el sitio web del Programa.

2. Acrecentar el contacto a nivel nacional entre investigadores y alumnos de postgrado de las distintas universidades, por medio de:

- Realizar jornadas de Postgrado e Investigación anuales para intercambio científico, académico y personal.
- Identificar áreas de interés tanto de investigación como de docencia y crear grupos de interés en cada área
- Financiar presentaciones en reuniones de los grupos de interés de los alumnos tesistas.
- Estimular la presentación de artículos científicos de estudiantes en conferencias nacionales.

3. Mejorar la formación de docentes e investigadores en las universidades nacionales y latinoamericanas. por medio de:

- Ofrecimiento de becas que permitan a los estudiantes una dedicación completa a sus estudios.
- Visita de profesores extranjeros para dar cursos intensivos y seminarios.
- Favorecer la incorporación de otras universidades mediante rebaja arancelaria.

4. Acercar los problemas de la industria nacional al programa de doctorado, por medio de:

- Establecer colaboración con empresas para detectar problemas complejos que puedan ser enfrentados en tesis de doctorado.
- Seminario de Problemas relevantes con la Industria Nacional

5. Mejorar el contacto de los estudiantes de doctorado con la comunidad científica internacional, por medio de:
- Cursos de Postgrado dictados por post-doc y profesores invitados.
 - Financiar presentaciones en congresos internacionales de los tesisistas de doctorado (los estudiantes aprovecharán de hacer visitas cortas a universidades, para usar bien los costos de viaje y satisfacer el requisito de un mes exigido por MECESUP).
 - Financiar estancias breves de estudiantes de doctorado, en universidades extranjeras (con convenio).
6. Mejorar la infraestructura para la investigación y la docencia en el doctorado, por medio de:
- Traer post-doc que dicten cursos exclusivos para Postgrado.
 - Financiar suscripciones a journals y la adquisición de actas de conferencias
 - Aumentar el número de cursos y seminarios del programa invitando a profesores extranjeros y postdoctorados.
 - Incentivo económico para académicos DCC que dicten cursos exclusivos para Postgrado.

4.1.3 VINCULACION DE OBJETIVOS ESPECIFICOS E INDICADORES DE RESULTADOS

OBJETIVOS ESPECIFICOS	INDICADORES DE RESULTADOS
1. Aumentar el número de estudiantes del programa:	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento del número de estudiantes • Aumento del número de graduados
2. Acrecentar el contacto a nivel nacional entre investigadores y alumnos de postgrado de las distintas universidades:	<ul style="list-style-type: none"> • Número de estudiantes de doctorado por congreso nacional. • Realizar jornada Postgrado
3. Mejorar la formación de docentes e investigadores en las universidades nacionales y latinoamericanas:	<ul style="list-style-type: none"> • Número de graduados • Número de publicaciones de los alumnos del programa • Número docentes graduados en el doctorado
4. Acercar los problemas de la industria nacional al programa de doctorado	<ul style="list-style-type: none"> • Número de tesis en colaboración con la empresa • Seminario con Empresa
5. Mejorar el contacto de los estudiantes de doctorado con la comunidad científica internacional:	<ul style="list-style-type: none"> • Número de presentaciones en congresos internacionales de los estudiantes de doctorado • número de estancias en universidades extranjeras por año
6. Mejorar la infraestructura para la investigación y la docencia en el doctorado.	<ul style="list-style-type: none"> • Número de journals y actas de congresos disponibles • Número de estancias de profesores extranjeros y postdoctorados. • Número de cursos exclusivos para Postgrado

4.1.4. INDICADORES DE RESULTADOS DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN	REFERENCIA A OBJETIVOS ESPECIFICOS	INDICADOR	TIPO DE VARIABLES (VARIACION O ACUMULADO)	VALOR INICIAL	META/COMPROMISO			ACTIVIDADES ASOCIADAS
					AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	
1 Incremento del número de estudiantes	1	número de alumnos	acumulado	6	8	13	16	9
2 Aumento en el número de graduados	1,3	número de alumnos	acumulado	1	2	3	5	1
3 Número de estudiantes de doctorado participan en congresos nacionales	2	número de alumnos	variación	0	7	9	11	5
4 Realización Jornada Postgrado	2	número de eventos	variación	0	1	1	1	2
5 Seminario con Empresa	4	números de eventos	variación	0	1	1	1	4
6 Cursos nivel 700 (especiales para postgrado) dictados (no tutoriales) por año	6	número de cursos	variación	4	5	6	7	6
7 Número de presentaciones en congresos internacionales de los estudiantes de doctorado	5	número de presentaciones	variación	0	1	2	4	5
8 Número de publicaciones enviadas a journals ISI por los estudiantes de doctorado	3	número de publicaciones	acumulado	0	1	3	6	8
9 Número de docentes graduados en el doctorado	3	número de docentes	acumulado	1	2	3	4	1
10 Número de tesis en colaboración con la empresa	4	número de alumnos	acumulado	0	0	1	2	7
11 Número de estadias de alumnos en universidades extranjeras	5	número de estadias	variación	0	2	3	3	5,6
12 Número de profesores invitados	5,6	número de profesores	variación	0	2	2	2	2,3
13 Número de journals y proceedings disponibles	6	número de journals y proceedings	acumulativo	53	100	140	180	4

4.2. EQUIPO DEL PROYECTO, ACTIVIDADES Y RECURSOS

4.2.1. EQUIPO DEL PROYECTO

4.2.1.1. UNIDAD DE GESTION

La Unidad de Gestión del Proyecto está integrada por funcionarios del Departamento de Ciencias de la Computación de la Facultad. En particular, por el Jefe de Estudios, la Secretaria Docente, el Jefe Administrativo, la Secretaria del Director.

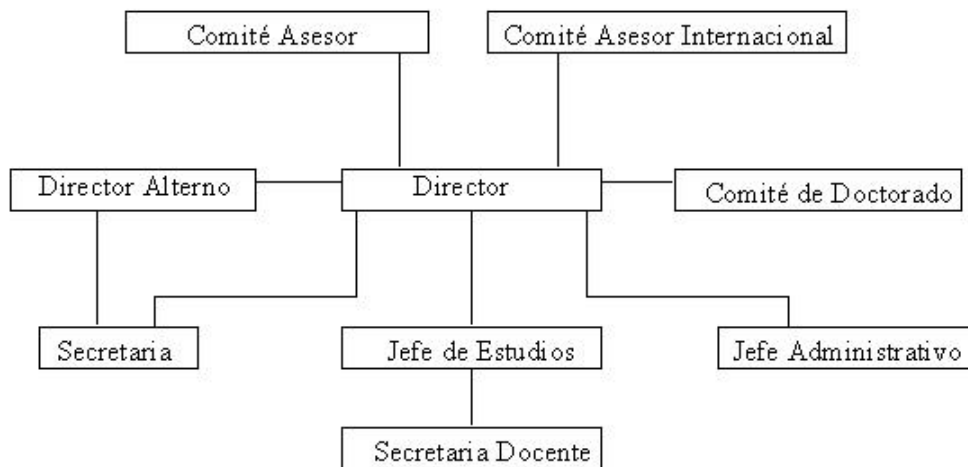
Las responsabilidades respectivas son las siguientes:

Jefe de Estudios: relación directa con los estudiantes, mantención de carpetas por cada estudiante, relación con la Escuela de Postgrado de Facultad.

Secretaria Docente: apoyo al Jefe de Estudios, apoyo de infraestructura, materiales.

Jefe Administrativo: adquisiciones, gestión de becas, presupuestos, gestión financiera

El siguiente diagrama muestra la relación con la estructura directiva del proyecto (también hay personal de apoyo a Jefe Administrativo: contador, secretaria administrativa).



Los profesionales propuestos para la Unidad de Gestión son:

Jefe Administrativo: Sra. Margarita Serei

Jefe de Estudios: Srta. Angélica Aguirre

Secretaria Docente: Sra. Magaly Zúñiga

Secretaria: Sra. Francia Ormeño

4.2.1.2. COMITÉ ASESOR INTERNACIONAL DEL PROYECTO

NOMBRE	INSTITUCION	CARGO EN LA INSTITUCION
Ernst Leiss	University of Houston, USA	Profesor Titular
Gene Myers	Celera Genomics, Rockville, MD, USA	Vice President of Informatics Research
Nivio Ziviani	Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil	Profesor Titular

4.2.1.3. COMITE ASESOR DEL PROYECTO

NOMBRE	INSTITUCION	CARGO EN LA INSTITUCION
Ricardo Baeza-Yates	Universidad de Chile	Profesor Titular
Leopoldo Bertossi	Pontificia U. Católica de Chile	Profesor Adjunto
Patricio Cordero	Universidad de Chile Depto. de Física	Profesor Titular
Alfredo Piquer	Optimisa S.A.	Presidente

4.2.1.4. UNIDAD DE COORDINACION INSTITUCIONAL

Estructura Directiva y de Coordinación para los Proyectos de la Universidad de Chile con Recursos del Fondo Competitivo MECESUP

Para la dirección, coordinación y operación de los proyectos de pregrado y de postgrado relacionados al MECESUP, la Universidad de Chile ha estructurado organismos específicos de manera de cubrir cuatro aspectos fundamentales para el éxito de ellos:

- La más alta calificación académica y de gestión en la dirección, operación, seguimiento y evaluación de los proyectos
- La responsabilidad y fluidez económico-financiera
- La racionalidad y agilidad en la administración
- La rápida y eficiente vinculación con el MECESUP

Con estos propósitos, la Universidad ha constituido los organismos para el manejo y relación de los proyectos con el MECESUP que se describen a continuación.

COMITÉ EJECUTIVO

Con las siguientes funciones principales:

- Delinear y proporcionar el marco estratégico en el cual se desarrollarán los proyectos de desarrollo de la docencia de pregrado y postgrado de la Universidad, con financiamiento del MECESUP, basándose para ello en los lineamientos estratégicos de la Institución.
- Asegurar el éxito de los proyectos de pregrado y postgrado, el cumplimiento de sus objetivos y metas, hacer seguimiento de los mismos, evaluar sus resultados y auspiciar las medidas correctivas en caso de desviaciones o falencias en el cumplimiento de los propósitos enunciados.
- Vincularse con cada uno de los proyectos y con la Unidad Coordinadora General del MECESUP, a través de la Secretaría Ejecutiva del Comité y de la Unidad de Coordinación Institucional.

El Comité Ejecutivo está integrado por:

- Mario Sapag-Hagar, Vicerrector de Asuntos Académicos (VAA), quien lo preside
- Carlos Cáceres S., Vicerrector de Economía y Administración (VEA)
- Sergio Gómez del Canto, Director del Departamento de Pregrado de la VAA
- Germán Ferrando R., Director del Departamento de Postgrado de la VAA

SECRETARÍA EJECUTIVA DEL COMITÉ EJECUTIVO

Con las siguientes funciones principales:

- Coordinar con las unidades académicas y con las unidades centrales la formulación, presentación y posterior puesta en marcha, ejecución, seguimiento y evaluación de los proyectos de pregrado y postgrado, en el marco de los concursos del Fondo Competitivo del MECESUP.
- Dar a conocer el marco estratégico institucional en el que se formularán, presentarán y ejecutarán los proyectos de pregrado y postgrado de la Universidad, con recursos del MECESUP.
- Actuar de nexo entre el Comité Ejecutivo y los Directores de Programas de Postgrado y de Proyectos de Pregrado y monitorear sus trabajos y resultados.
- Hacer seguimiento de los proyectos e informar al Comité Ejecutivo de los estados de avance en los aspectos académicos, financieros y administrativos, en estrecha coordinación con la Unidad de Coordinación Institucional.
- Instruir la discontinuidad en la ejecución presupuestaria de los proyectos, según los avances y el cumplimiento de las metas programadas, con la autorización para ello del Comité Ejecutivo.
- Proporcionar al MECESUP las facilidades para que cuente fluidamente con los antecedentes necesarios y llevar a cabo los controles solicitados, operando, para ello, con la Unidad de Coordinación Institucional.
- Coordinar la elaboración de los estados de avance e informes periódicos, académicos, financieros y administrativos, de los proyectos y su presentación al MECESUP.
- Velar por el cumplimiento de los acuerdos establecidos en los convenios firmados con el Ministerio de Educación, en las materias que atañen a los proyectos de pregrado y postgrado desarrollados con recursos del MECESUP.

La Secretaría Ejecutiva estará integrada por:

- Andrés Vergara P., Director del Departamento de Proyectos y Estudios
- Soledad Santana M., Asistente Profesional del Departamento de Proyectos y Estudios
- Orlando Moya V., Asistente Profesional del Departamento de Proyectos y Estudios

El Comité Asesor

- Asesora directamente al Comité Ejecutivo en todos los aspectos académicos que se relacionan con la formulación, seguimiento y evaluación de los proyectos de pregrado y postgrado beneficiados con recursos del MECESUP
- Sugiere al Comité Ejecutivo áreas y mecanismos de corrección en caso de desviaciones de los proyectos respecto de los objetivos y metas a alcanzar en el área académica.

Está compuesto por académicos destacados de la Universidad de Chile, en aquellas áreas más relacionadas con los objetivos de los proyectos.

- Lucía Invernizzi Santa Cruz, Directora Académica de la Facultad de Filosofía y Humanidades
- Alberto Gurovich Weisman, Director Departamento Urbanismo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo
- Norber Galanti Garrone, Académico, Programa Biología Celular, Facultad de Medicina
- Andrés Weintraub Pohorille, Profesor Investigador Departamento Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
- Tomás Cooper Cortés, Profesor Titular, Facultad Ciencias Agronómicas.

Unidad de Coordinación Institucional (UCI)

Para todos los efectos de vinculación en materias específicas, entre la Institución y el MECESUP, y de acuerdo a las exigencias establecidas por el Fondo, se ha constituido una Unidad de Coordinación Institucional (UCI), integrada por:

Carlos Cáceres S.	-	Coordinador Institucional
Andrés Vergara P.	-	Coordinador Institucional Alternativo
Carlos Castro S.	-	Encargado Asuntos Financieros
Angela Leiton M.	-	Encargada Asuntos Jurídicos
María Estela Palacios	-	Encargada Adquisiciones
Edith Sánchez M.	-	Encargada Contraloría.

En materias financieras, jurídicas y de contraloría, esta Unidad se contactará directamente con los Directores de Proyectos de Postgrado y Pregrado.

4.2.2. ACTIVIDADES

1. Ofrecer 8 nuevas becas
2. Financiar la estadía de dos postdoctorados extranjeros en el Programa, a fin de dictar cursos y seminarios, por año.
3. Financiar la estadía de 2 profesores extranjeros por año para dar cursos intensivos y seminarios
4. Financiar subscripciones a journals y proceedings de congresos
5. Financiar presentaciones en congresos internacionales de los alumnos de doctorado
6. Financiar estadías de estudiantes y visitas breves de excelencia de doctorado, por un semestre, en universidades extranjeras con convenio.
7. Incrementar la colaboración con empresas en temas de investigación con impacto tecnológico
8. Incentivar las publicaciones en journals ISI por parte de los estudiantes de doctorado
9. Mejorar la difusión del Programa de Doctorado (sitio web)

Las actividades anteriores están agrupadas en las siguientes macroactividades:

MA1: Mejoramiento de las condiciones de dictación del programa

Actividades: 1,2,3,4,9

MA2. Organización de reuniones científicas y para la colaboración con empresas.

Actividades: 7

MA3. Participación en congresos nacionales e internacionales

Actividades: 5

MA4. Realización de estadías de investigación

Actividades: 6,8

4.2.2.1. VINCULACION DE OBJETIVOS ESPECIFICOS, INDICADORES DE RESULTADOS, MACROACTIVIDADES, ACTIVIDADES PRINCIPALES Y RECURSOS

OBJETIVOS ESPECIFICOS	INDICADORES DE RESULTADOS	MACROACTIVIDADES	ACTIVIDADES PRINCIPALES	RECURSOS
1,6	1,2,10	MA1	1,9,3,4	327,4
2,4	3,7	MA2	7,9	5,0
3,5	2,4,5,6,8,9	MA3, MA4	2,5,6,8	355,2

4.2.2.2. VINCULACION DE MACROACTIVIDADES, ACTIVIDADES PRINCIPALES Y SEMESTRES

MA1

El mejoramiento de las condiciones de dictación del programa se logra a través de incremento del número de estudiantes, 2 en los primeros 2 semestres, 3 en los dos siguientes y 3 en los últimos dos semestres. Esto se logra por el ofrecimiento de 8 nuevas becas, (2) la estadia de 1 profesor extranjero por semestre para dictar cursos intensivos y seminarios, la contratación de dos postdoctorados por año y (3) financiar suscripciones a journals y proceedings de congresos. Mejorar el sitio web (primer semestre).

MA2

Organización de reuniones científicas y para la colaboración con empresas, a través de:

- (1) Incrementar la colaboración con empresas en temas de investigación con impacto tecnológico.
- (2) Reuniones con alumnos, profesionales de empresas y alumnos y académicos de otras universidades en eventos tales como la conferencia anual de la Soc. Chilena de Ciencia de la Computación.

MA3

Participación en congresos internacionales. Se logra a través de:

- (1) Financiar presentaciones en congresos internacionales de los alumnos de doctorado: 1 el primer año, luego 3 el siguiente año, y 4 en el último año.

MA4

Realización de estadias de investigación. Se logra a través de:

- (1) Financiar estadias de estudiantes de doctorado, por un semestre: 2 el primer año, 3 el segundo y 3 el último año.
- (2) Incentivar las publicaciones en journals por parte de estudiantes de doctorado: 1 el primer año, 1 por semestre el segundo, tres el último año.

4.2.2.3. PROGRAMACION DE ACTIVIDADES (CARTA GANTT)

Inserte la Carta Gantt obtenida con MS Project

(ver adjunto)

4.2.3. RECURSOS

4.2.3.1. RECURSOS SEGÚN FUENTES, USOS Y AÑOS

Inserte el Cuadro Recursos según Fuentes, Usos y Años, según la planilla Excel.

(ver adjunto)

4.2.3.2. JUSTIFICACIÓN DE RECURSOS SEGÚN OBJETIVOS (ACADÉMICOS)

OBJETIVOS ACADEMICOS	RECURSOS (VALOR Y JUSTIFICACIÓN)
<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar el número de estudiantes 	<ul style="list-style-type: none"> • 243.000.000. Becas de Doctorado para Estudiantes. 5.000.000 para mejorar sitio web del Programa.
<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la formación de docentes e investigadores en las universidades nacionales y latinoamericanas 	<ul style="list-style-type: none"> • 64.000.000 + 17.800.000 + 118.800.000. Becas de postgrado de perfeccionamiento para académicos y visitas de especialistas al proyecto. Contratación de postdoctorados.
<ul style="list-style-type: none"> • Acercar los problemas de la industria nacional al programa de doctorado 	<ul style="list-style-type: none"> • 5.000.000. Mejoramiento del sitio web del Programa para atraer interés de empresas.
<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar el contacto de los estudiantes de doctorado con la comunidad científica internacional 	<ul style="list-style-type: none"> • 94.400.000. Estadías cortas de doctorados en centros de investigación internacionales; viajes a conferencias internacionales.
<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la infraestructura para la investigación y la docencia en el doctorado 	<ul style="list-style-type: none"> • 66.400.000 y 75.000.000. Equipamiento de apoyo a la docencia y habilitaciones, remodelación y ampliaciones.

4.2.3.3. MEMORIA DE CALCULO

Inserte la información elaborada a partir de las planillas entregadas en archivos Excel (hojas correspondientes a inversión en perfeccionamiento, inversión en bienes y/u obras, gastos operativos en efectivo y valorizados)

(ver páginas siguientes)

4.2.3.4. SUSTENTABILIDAD DEL PROYECTO

(ver página adjunta)

4.2.3.5. ANTECEDENTES RELATIVOS A OBRAS

4.2.3.5.1. COHERENCIA DEL PROYECTO CON LA POLÍTICA DE DESARROLLO DE CAMPUS

Las obras que se están planteando están incluídas en la contraparte ofrecida por la URP. Se refieren a la habilitación de un medio piso en un edificio, para uso del Programa de Doctorado en Ciencias de la Computación.

Esta habilitación es totalmente coherente con la remodelación y mejoramiento físico que está experimentando el campus de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (Campus Beaucheff) desde hace varios años.

Se comenzó con la recuperación y habilitación de los edificios: Principal, Física y Química. Esto significó un espacio adecuado para la Biblioteca Central, salas de clase, el nuevo Auditorio Gorbea, salas multimedio, espacio para varios departamentos, etc.

También, más recientemente han tenido recuperaciones y remodelaciones los edificios de Alta Tensión, IDIEM, Central, y se comenzará la construcción del nuevo edificio de Ingeniería Civil. Todo esto con diversos financiamientos, incluyendo proyectos MECESUP.

El edificio en que se habilitará medio piso fue recientemente ampliado para dar cabida al Centro de Modelamiento Matemático (pisos 7 y 8), y se ha habilitado los pisos 6 (Depto. de Ing. Matemática), 3 (Depto. de Ciencias de la Computación y 1 (salas de clase).

4.2.3.5.2. COHERENCIA DEL PROYECTO CON OBJETIVOS ACADÉMICOS.

La habilitación de aproximadamente 500 m². permitirá disponer de espacio suficiente para los siguientes propósitos:

- oficinas para los alumnos de doctorado, incluyendo una estación de trabajo o computador personal por estudiante,

- laboratorios con hardware especial y compartido ("liveboard", impresoras),
- salas de reunión,
- oficinas para la coordinación del Programa,
- pequeña biblioteca de journals (sin personal dedicado a atenderla).

4.2.3.5.3. UBICACIÓN, ARQUITECTURA Y COSTOS.

El edificio está ubicado en Avda. Blanco Encalada 2120, y el piso asignado es el 4, que será compartido por mitades con el Centro de Computación. La ubicación es conveniente considerando que el resto del Depto. de Ciencias de la Computación está ubicado en el piso 3 del mismo edificio.

La habilitación incluirá los pisos, muros, ventanas (termopaneles), aire acondicionado, iluminación, mobiliario, con un estándar de calidad similar al de los pisos ya habilitados del mismo edificio. Los pisos no habilitados aún siguen teniendo la habilitación original del edificio, de 25 años atrás. El arquitecto será el mismo que diseñó y dirigió la habilitación de los otros pisos (Sr. Rodrigo de la Cruz).

El costo de las Obras será de por lo menos el monto comprometido (\$75 millones), considerando el costo que ha tenido la habilitación de los otros pisos del mismo edificio.

4.3. PLAN DE SEGUIMIENTO Y EVALUACION

El Proyecto tiene una serie de evaluaciones, que se resumen en lo que sigue.

La calidad académica del Programa se evaluará con los mecanismos de la Acreditación por Fundación Andes y Comisión Nacional de Acreditación (Conicyt). En particular, esta última deberá hacer una evaluación en el primer año de funcionamiento del proyecto (2002), y por el período que estime apropiado.

Respecto a orientaciones generales y marcha del proyecto, se planea efectuar una reunión periódica semestral del Comité Asesor (Nacional). En dicha reunión, el Director del Proyecto expondrá la situación de Programa y después los miembros del Comité discutirán sugerencias sobre mejoras o rectificaciones que deben hacerse. Un acta de dicha reunión será enviada a Mecesup.

Adicionalmente, esta acta será enviada a los miembros del Comité Asesor Internacional, para los comentarios que pudieran tener. Los miembros del Comité Internacional serán invitados, a razón de uno por año del proyecto, a visitar el Departamento de Ciencias de la Computación. El objetivo de la visita será examinar el desarrollo del Programa de Doctorado y proporcionar sugerencias para su mejora.

Por otro lado, los indicadores de cumplimiento serán evaluados semestralmente y un informe al respecto será enviado a Mecesus por el Director del Proyecto.

Finalmente, implementaremos una encuesta anónima para alumnos del Programa, de modo que ellos puedan expresar sus opiniones libremente. Esto incluirá opiniones sobre cursos, dedicación de profesores, marcha general del programa, infraestructura, servicios docentes, administración docente, equipamiento. Es necesario hacer notar que esta encuesta será complementaria a la que actualmente tienen los alumnos sobre cada curso que han tomado.

5. ANEXOS

5.1. ANEXO 1. ANALISIS DE LOS FACTORES EXTERNOS E INTERNOS

5.1 Análisis FODA (de los Factores Internos y Externos) de la Facultad en el ámbito del Programa de doctorado en Ciencias de la Computación

5.1.1. Análisis de los Factores Externos

☛ Oportunidades

- **Presencia de la Facultad.** La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas tiene una gran presencia en el medio nacional por la calidad de los servicios académicos ofrecidos. Esto se traduce en oportunidades para captar una parte importante de los mejores alumnos egresados de la enseñanza media del país. Similarmente, el mercado profesional chileno reconoce la calidad de la formación ofrecida por nuestra Escuela de Ingeniería y Ciencias, generando oportunidades para aportar significativamente al desarrollo del país. Por otra parte, un cuerpo académico con oficio y presencia en el desarrollo de la investigación científico-tecnológica constituye una base importante para la generación de nuevo conocimiento y es el sustento para la fortaleza de nuestros programas de postgrado, tanto a nivel de Magister y Doctorado.

En el ámbito descrito, se pueden detectar las siguientes oportunidades para la Facultad:

- Necesidad por cambios significativos en la enseñanza de la ingeniería y la geología, representado por nuevos enfoques, capacidad de innovación y la utilización de nuevas herramientas tecnológicas por los futuros profesionales.
 - Adecuación de la formación tecnológica a un mundo globalizado y altamente competitivo.
 - Existencia de un mercado laboral en expansión en áreas científicas y tecnológicas específicas y tradicionalmente poco desarrolladas en el país. Nuevas etapas de desarrollo económico requieren habilidades y una gama de conocimientos más allá de los, hasta ahora, convencionales en el mercado nacional.
 - Demanda, en la actualidad, por esquemas de educación continua y formación de postgrado a nivel de Magister.
 - Demanda por enfoques multidisciplinarios a la solución de problemas.
 - Consolidación de nuevas tecnologías, locales y remotas, en el ámbito de un marco informático coherente y sujeto a estándares internacionales.
- **Interés en el tema.** La Ciencia de Computación motiva a muchos jóvenes. La omnipresencia de la Internet y la posibilidad de aplicarla a tantos campos diversos, hacen que el área presenta un gran interés y creciente demanda. Especialmente en el postgrado, hemos detectado este interés por aprender Ciencia de Computación proviniendo de profesionales graduados en otras disciplinas.
 - **Demanda creciente de doctores en Ciencia de Computación.** La Ciencia de Computación es una disciplina joven y como tal, hay una carencia muy grande de personas con formación

de doctorado. Tanto en universidades como en institutos de investigación o simplemente empresas, hay una demanda insatisfecha creciente en Chile y en Latinoamérica. En muchas universidades “tradicionales” chilenas, por ejemplo, no hay más de dos doctores en Ciencia de Computación, y en varios casos, ninguno. El número total de doctores en Ciencia de Computación residiendo en Chile se estima inferior a 60.

- **Otros Departamentos/programas de doctorado en Latinoamérica.** Brasil posee una oferta importante de programas de doctorado y hay al menos 6 universidades (U. Federal do Rio de Janeiro, Pontificia U. Católica do Rio de Janeiro, U. Federal de Minas Gerais, U. de Sao Paulo, U. Federal do Rio Grande do Sul, U. Federal de Pernambuco) con Departamentos con número significativo de investigadores y producción científica. Existen también unos pocos programas de doctorado en México, Venezuela, Argentina y Colombia, pero su calidad no es comparable a la de Brasil. En consecuencia, existe una oferta reducida de programas de calidad en el tema en países de habla hispana. En Chile, los únicos dos programas de doctorado acreditados son el Doctorado en Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile y el Doctorado en Ciencias de la Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile (área de Ciencia de Computación). La posibilidad de ofrecer becas a alumnos latinoamericanos abre la posibilidad de recibir alumnos de excepción. Una fracción de esos alumnos seguramente permanecerá en el país, con obvio beneficio. Los restantes, ocuparán cargos de importancia en universidades, sistema científico, etc. en sus países de origen, beneficiando posteriormente la relación con nuestro país, y por extensión la inserción internacional de la ciencia, tecnología y economía nacionales. Latinoamérica tiene un interés estratégico importante ya que son nuestros vecinos y los lazos de cooperación son importantes en un mundo crecientemente interdependiente.

☛ Amenazas

- **Situación de la ciencia y tecnología en Chile.** El punto que ilustra con mayor claridad nuestro análisis es la existencia de rankings internacionales de productividad que muestran la exasperante postergación que el país mantiene en los aspectos de recursos humanos y de desarrollo y aplicaciones de ciencia y tecnología. Esta situación está generando una brecha tecnológica significativa entre Chile y los países desarrollados, con el consecuente aumento de la dependencia tecnológica y las restricciones en el desarrollo económico que tal situación conlleva.

Específicamente, se destacan:

- Masificación de una oferta científico-tecnológico por parte de las universidades existentes que no necesariamente satisface estándares de excelencia para la formación de cuadros profesionales compatibles con las exigencias de un mercado globalizado.
- Carencia de políticas públicas y privadas que permitan consolidar cambios significativos en el tiempo. Falta de un dimensionamiento de los costos reales del esfuerzo tecnológico. Capacidad instalada limitada y saturada por la demanda puntual en el sistema universitario nacional.
- Relación entre el sistema universitario y el medio externo productivo se mantiene, básicamente, a un nivel discursivo. Falta de compromisos sólidos y de claridad en los roles que las partes deberían desempeñar.

➤ Eventual falta de demanda por profesionales formados localmente en problemas de gran envergadura o tecnológicamente exigentes. Actualmente se observa en el país un incremento de servicios profesionales prestados por empresas de ingeniería europeas y americanas. Dependencia como sinónimo de globalización.

- **Programas de doctorado envasados:** Está comenzando a llegar a Chile y Latinoamérica la oferta de programas de doctorado “alternativos”. Por ejemplo, ofrecidos a distancia, con breves estadías en el exterior. La calidad de la mayoría de estos programas es dudosa, por lo que la agencia de financiamiento CAPES (Brasil) alertó recientemente que no financiará actividades relacionadas con dichos programas.
- **Escepticismo del medio empresarial.** Existe un arraigado pesimismo respecto a la oferta educacional de alto nivel en el país. Empresarios y ejecutivos parecen creer que la transferencia tecnológica desde el exterior puede resolver todos los problemas.
- **Política de becas.** No existen becas para estudiantes extranjeros en el sistema chileno de financiamiento científico (por ejemplo, Fundación Andes, Conicyt). Resulta frustrante, entonces, conseguir estudiantes de doctorado de excepción en Latinoamérica, que tienen ofertas de financiamiento atractivas desde España, resto de Europa, Brasil y Norteamérica.
- **Sueldos atractivos en el mercado laboral para potenciales estudiantes de doctorado.** El mercado laboral nacional e internacional premia con muy buenas remuneraciones a personas talentosas que estarían interesadas en seguir el programa de doctorado del Depto. Si esto se suma a la carencia de becas satisfactorias, esto hace difícil su decisión de incorporación.
- **Falta de cultura computacional.** En el medio nacional, debido a la falta de especialistas de alto nivel en Computación y a la facilidad de acceso de computadores y redes, mucha gente tiene la falsa impresión de “saber de computación”, simplemente por haber usado un procesador de palabras y una planilla electrónica. Este desconocimiento puede conducir a decisiones desacertadas en inversiones, desarrollo de proyectos fallidos, etc.

5.1.2. Análisis de los Factores Internos

☛ Fortalezas

- **Unidad responsable y servicios ofrecidos**

- **Estructura de la Facultad**

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas está estructurada en Departamentos y Centros para el desarrollo de sus actividades académicas y de servicios internos y externos. La estructura se complementa con la Escuela de Ingeniería y Ciencias responsable del pregrado (formación profesional) y la Escuela de Postgrado para los estudios de postítulo y postgrado propiamente tales. La administración central está encabezada por el Decano con la asesoría del Vicedecano, la Dirección Académica y Estudiantil, la Dirección Económica y Administrativa y la Dirección de Investigación. Los Departamentos que forman parte de la Facultad son:

Astronomía	Ciencias de la Computación
Estudios Humanísticos	Física
Geofísica	Geología
Ingeniería Civil	Ingeniería Eléctrica
Ingeniería Industrial	Ingeniería Matemática
Ingeniería Mecánica	Ingeniería de Minas
Ingeniería Química	Química
Ingeniería de los Materiales (IDIEM)	

Los Centros de investigación FONDAP son:

Centro de Modelamiento Matemático
Centro de Ciencia de los Materiales

Los Centros de servicios que complementan las actividades de Facultad son:

Centro de Estudios Espaciales
Centro de Computación
Centro de Investigación y Aplicaciones Tecnológicas, CINAT
Centro Nacional de Electrónica y Telecomunicaciones, CENET

□ **Actividad docente**

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas imparte docencia superior en Ingeniería y Geología. También lo hace en áreas interdisciplinarias como Biotecnología y Medio Ambiente y en otras netamente científicas como Astronomía, Física y Geofísica. Se cuenta con alrededor de 3500 alumnos de pregrado y 300 alumnos de postgrado actualmente matriculados.

La Escuela de Ingeniería y Ciencias es la unidad académica encargada de dirigir y administrar la docencia de pregrado. Actualmente, ofrece los siguientes grados y carreras profesionales:

➤ **Licenciaturas en Ciencias**

- ◆ Mención Astronomía
- ◆ Mención Física
- ◆ Mención Geofísica
- ◆ Mención Geología
- ◆ Mención Química

➤ **Licenciaturas en Ciencias de la Ingeniería**

- ◆ Mención Biotecnología
- ◆ Mención Civil
- ◆ Mención Industrial
- ◆ Mención Matemática
- ◆ Mención Mecánica
- ◆ Mención Minas
- ◆ Mención Química

➤ **Títulos Profesionales**

- ◆ Ingeniero Civil en Biotecnología
- ◆ Ingeniero Civil,

- ✓ Mención Estructuras y Construcción;
- ✓ Mención Hidráulica, Sanitaria y Ambiental;
- ✓ Mención Transporte;
- ◆ Ingeniero Civil en Computación
- ◆ Ingeniero Civil Electricista
- ◆ Ingeniero Civil Industrial
- ◆ Ingeniero Civil en Materiales
- ◆ Ingeniero Civil Matemático
- ◆ Ingeniero Civil Mecánico
- ◆ Ingeniero Civil en Minas
- ◆ Ingeniero Civil Químico

La Escuela de Postgrado, cuyo objetivo principal es la formación de especialistas con conocimientos avanzados en ciencias puras y ciencias de la ingeniería que deseen orientarse tanto a la investigación y docencia como al ejercicio innovativo de la profesión, ofrece los siguientes programas:

➤ **Postítulos**

- ◆ Estrategia y Control de Gestión
- ◆ Gestión de Empresas para Ingenieros
- ◆ Preparación y Evaluación de Proyectos
- ◆ Gerencia Pública
- ◆ Medio Ambiente
- ◆ Internetworking
- ◆ Economía Minera
- ◆ Medio Ambiente

➤ **Magister en Ciencias**

- ◆ Mención Astronomía
- ◆ Mención Computación
- ◆ Mención Física
- ◆ Mención Geofísica
- ◆ Mención Geología
- ◆ Mención Química (con Facultades de Ciencias y Ciencias Químicas y Farmacéuticas)

➤ **Magister en Ciencias de la Ingeniería**

- ◆ Mención Ingeniería Biomédica
- ◆ Mención Ingeniería Eléctrica
- ◆ Mención Ingeniería Industrial
- ◆ Mención Ingeniería Mecánica
- ◆ Mención Ingeniería Química
- ◆ Mención Ingeniería de Transporte
- ◆ Mención Matemáticas Aplicadas
- ◆ Mención Metalurgia Extractiva
- ◆ Mención Recursos y Medio Ambiente Hídrico

➤ **Magister en Gestión y Políticas Públicas**

➤ **Magister en Gestión y Dirección de Empresas**

➤ **Magister en Gestión de Operaciones**

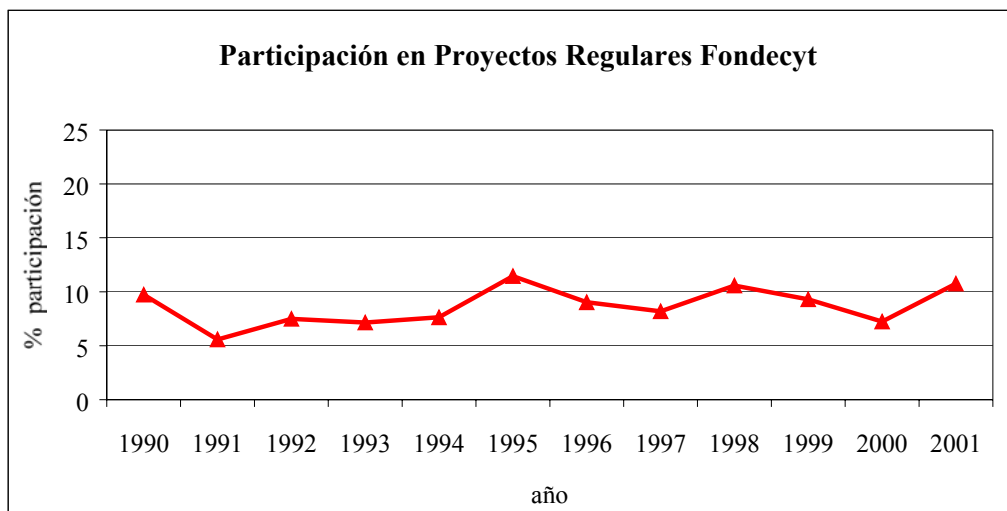
- **Magister en Economía Aplicada**
- **Magister en Minería**

- **Doctorado en Ciencias**
 - ◆ Mención Astronomía
 - ◆ Mención Computación
 - ◆ Mención Física (con Facultad de Ciencias)
 - ◆ Mención Geología
 - ◆ Mención Química (con Facultades de Ciencias y Ciencias Químicas y Farmacéuticas)
- **Doctorado en Ciencias de la Ingeniería**
 - ◆ Mención Automática
 - ◆ Mención Ciencia de los Materiales
 - ◆ Ingeniería Química
 - ◆ Modelación Matemática
- **Doctorado en Economía** (con Facultad de Economía)

□ **Actividad en investigación**

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas tiene por preocupación central el desarrollo de investigación en ciencias y tecnología, además de la formación de recurso humano del más alto nivel. Con un cuerpo que supera levemente los 200 académicos jornada completa, se ha logrado un nivel de competencia reconocido en la institución y en el ámbito nacional e internacional. En la última década, el hecho que cinco académicos de la Facultad hayan recibido el Premio Nacional de Ciencias es una muestra de los estándares alcanzados.

La competitividad de la Facultad en investigación se manifiesta en su participación en diferentes fondos nacionales concursables. En el caso de Fondecyt, sólo la Facultad tiene una participación que actualmente se ubica en alrededor del 10% de todos los proyectos aprobados anualmente, como se indica en el gráfico adjunto.



Este número de proyectos corresponde a alrededor de un tercio de los proyectos aprobados por la Universidad de Chile. Claramente, si se considera sólo las áreas de competencia de la Facultad, las cifras indican una fuerte participación a nivel nacional.

En Fondef, la participación de la Facultad es también importante con 30 proyectos aprobados desde el inicio del programa en 1992. Recientemente, se han creado en la Facultad dos centros Fondap (de los tres vigentes en el país) en las áreas de Modelación Matemática y Ciencia de los Materiales.

La participación de unidades de Facultad en proyectos con instituciones del ámbito público y privado es también parte de las actividades realizadas sistemáticamente. Un ejemplo reciente fue la participación de un número importante de especialistas de Facultad en proyecto Y2K de Mideplán para evitar una posible catástrofe de los sistemas básicos del país frente a la incertidumbre informática generada por el cambio de milenio. Otros ejemplos incluyen la participación en el diseño de los esquemas de concesiones para el Ministerio de Obras Públicas, programas para el fortalecimiento e investigación en el área minera con Codelco y otras empresas del sector, desarrollo de una incubadora de empresas en el área informática con base Internet y la colaboración de Intec y empresas privadas, etc..

- **Recursos y capacidades desarrolladas**

- **Personal y Estudiantes**

Las tablas siguientes dan una idea general de los alumnos de pre y postgrado y el cuerpo académico de la Facultad.

Estudiantes

	Año 1997	Año 1998	Año 1999	Año 2000	Año 2001
PREGRADO					
Matrícula total	3380	3489	3571	3755	3730
Matrícula 1er año	532	558	565	567	565
PAA promedio 1er año	724,5	729,5	731,5	740,9	736,7
Titulados	336	570	706	673	234*
POSTGRADO					
Matrícula total	225	307	357	400	312*
Graduados	34	48	40	104	41*

*) Cifra del primer semestre año 2001

Personal

	Año 1997	Año 1998	Año 1999	Año 2000	Año 2001
Total académicos	625	609	614	599	585
Total Académicos J.C.E.	256	233	250	242	240
Académicos J.C.**	215	194	216	207	209
J.C. (Doctorado)	58%	65%	65%	72%	70%
J.C. (Magister)	13%	12%	9%	7%	7%
J.C.(Título Profesional)	29%	23%	26%	21%	23%

*) J.C.E. Jornada Completa Equivalente base 44 horas semanales

***) J.C. Académico con 22 o más horas semanales.

□ Recursos Materiales

➤ Instalaciones

La Facultad ocupa una planta física de aproximadamente 75.000 m² de construcción, distribuidos en diversos edificios. En ellos se desarrollan las actividades lectivas, los laboratorios docentes y de investigación y se ubican las oficinas del personal. También forman parte de la Facultad el Observatorio Astronómico ubicado en el cerro Calán y el Centro de Estudios Espaciales de Peldehue.

Se dispone de alrededor de 50 laboratorios, algunos de ellos dedicados exclusivamente a la docencia y otros a la investigación. Algunos de los laboratorios más importantes son: Laboratorio de Modelos Hidráulicos, Laboratorio de Microbiología del Agua, Laboratorio de Biotecnología, Laboratorio de Pruebas de Alta Tensión, Laboratorio de Mecánica de Rocas, Laboratorio de Termofluidos, Laboratorio de Metalurgia, Laboratorio de Vibraciones Mecánicas, Laboratorio de Hormigones y Estructuras, Laboratorio de Cristalografía, Laboratorio de Técnicas Especiales (Rayos X, Microscopía Electrónica, XPS), Laboratorio de Operaciones Unitarias, Laboratorio de Físico-Química, Laboratorios docentes de Química y Física, Laboratorio de Geotecnia, Laboratorio de Internetworking, Laboratorio de Cálculo Numérico, etc..

➤ Infraestructura computacional y de comunicaciones

Globalmente, el sistema se sustenta sobre una infraestructura computacional adecuada, con conexión ininterrumpida a las redes internacionales y con

acceso local (campus) y facilidades de acceso remoto (casa). La Facultad ha sido pionera en el uso de las redes computacionales en el país y su aplicación en soluciones docentes y administrativas. Empezando con redes SNA, Novell, token-ring, ethernet, y luego evolucionando hacia los protocolos TCP-IP, ha integrado su red, a redes mundiales como la red UUCP y Bitnet, para luego disponer del primer enlace a Internet en Chile desde las dependencias del Centro de Computación.

La red troncal de Facultad ha ido evolucionando en forma paralela al desarrollo de las redes departamentales, empezando como un "Backbone" ethernet (a 10Mbps), para ya en el año 1992 dar paso a uno FDDI (de 100 Mbps), que durante este año ha sido transformado en una Red Troncal ATM (con enlaces de 155Mbps, basados en una matriz de 5Gbps, ampliable a enlaces de 622Mbps, con matriz de 10Mbps, en los mismos equipos), teniendo un soporte paralelo basado en FastEthernet (a 100Mbps, con matriz de 1.2Gbps).

Existen alrededor de 20 redes departamentales unidas mediante la red troncal, que soportan alrededor de un millar de equipos.

El Centro de Computación de la Facultad se ha encargado del desarrollo orgánico de la red troncal, adecuando la infraestructura a los requerimientos de las nuevas tecnologías, estando en condiciones de crear servicios basados en estas tecnologías como por ejemplo, el disponer de servidores de video en demanda.

- **Algunas innovaciones docentes**

- **Programa de Modernización de la Biblioteca Central de Facultad**

Desde la segunda parte de la década de los 80, la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, dio inicio a diferentes estudios de diagnóstico que permitieran establecer el estado y perspectivas futuras de sus unidades de información. Dados estos estudios, la Facultad asumió la tarea de modernizar la infraestructura física y de recursos de información y sus servicios asociados. Para ello a partir de 1992, proveyó a través de diferentes fuentes de financiamiento, los recursos necesarios para la automatización de todos los procesos documentarios que incluyen un total de 150.000 volúmenes de documentos en diferentes soportes, habilitó 6.000 m² de superficie y equipo, esta superficie con 5.000 metros lineales de estantería de acceso directo, de 600 puestos de lectura y de 40 puntos de red de comunicaciones. Todos estos activos están evaluados en unos \$2.500 millones.

En la actualidad las colecciones están disponibles en red para toda la comunidad nacional e internacional dada las capacidades de las redes de comunicación que posee. La Facultad ha decidido que la información es uno de los elementos

estratégicos básicos en el aprendizaje y generación de nuevo conocimiento en un mundo de gran velocidad de cambios, por tanto en esta particular oportunidad, ha decidido incluirla como herramienta interactiva en la modernización de sus procesos enseñanza-aprendizaje de los profesionales egresados de esta Facultad.

□ **Plan de Fortalecimiento de Unidades Académicas**

Este plan ha abarcado a los Departamentos de Ingeniería de Minas, Geología, Ingeniería Eléctrica e IDIEM. Como producto de este plan se han reorganizado y procedido al fortalecimiento de los cuadros académicos y se han establecido convenios a 3 o 5 años de duración con distintas empresas con el objetivo central de robustecer la docencia de pregrado, por medio de la modalidad de cátedras, particularmente en las carreras de ingeniería de minas, geología, ingeniería eléctrica e ingeniería civil.

Las cátedras consisten en actividades realizadas por grupos de profesores, orientadas hacia la docencia en clases, laboratorios, salidas a terreno o a la industria y equipamiento computacional menor, bibliografía etc., todos ellos focalizados en ciertos cursos o grupos específicos de cursos. Con los recursos de empresas se han financiados cátedras en minería como por ejemplo las siguientes :

- Cátedras Codelco en Tecnología Minera y Evaluación Yacimientos.
- Cátedra Enami en Pirometalurgia
- Cátedra El Abra en Hidro y Electrometalurgia
- Cátedra Doña Inés de Collahuasi en Procesamiento Minerales
- Cátedra Phelps Dodge en Geomecánica

Con el financiamiento de estas cátedras ha sido posible ir formando un nuevo grupo académico en ingeniería de minas, que cuentan con recursos por un período de 5 años cercano a US\$600.000 anuales. Además mediante un convenio con CODELCO se ha establecido un fondo para investigación, el cual destina US\$300.000 anuales a este propósito

- **Personal académico específico del Programa.** El Departamento de Ciencias de la Computación, creado en 1975, tuvo un crecimiento muy lento primeramente, hasta hace unos tres años atrás, cuando la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas decidió que era una decisión estratégica hacerlo crecer. Cuenta actualmente con 16 profesores-investigadores de jornada completa, de los cuales 13 tienen su doctorado, uno tiene nivel investigador equivalente y los otros dos están obteniendo su doctorado en USA y Francia, respectivamente. Dentro de 2001 se les sumará otro también con su doctorado obtenido. **El doctorado no es más que el nivel inicial para desarrollar docencia, investigación y extensión de alto nivel**, no es un objetivo en sí para el Departamento. (Por favor, mirar información en sección 5.3).

Los siguientes académicos son actualmente profesores de jornada completa del programa (resúmenes de curricula vitae en Anexo 5.2):

Ricardo Baeza Yates
Nelson Baloian
Alejandro Bassi
María Cecilia Bastarrica
Luis Guerrero
Claudio Gutiérrez
Nancy Hitschfeld
Luis Mateu
Gonzalo Navarro
José Alberto Pino
José Miguel Piquer
Patricio Poblete
María Cecilia Rivara
Jaime Sánchez

- **Un ambiente creativo y exigente.** En el Depto. de Ciencia de Computación hay ambiente y predisposición a la creatividad en sus más variados aspectos. Existe una incubadora de empresas activa, proyectos novedosos y tradición de innovación en varias áreas: redes computacionales, software de exportación, por ejemplo (ver Sección 5.3.3). El Departamento estimula la productividad académica de sus profesores de jornada completa y tiene estándares iguales o más exigentes que los de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, de por sí fuertes (número de cursos dictados por período de tiempo, evaluación de los respectivos alumnos, producción de publicaciones, etc.).
- **Infraestructura física apropiada.** La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas cuenta con una infraestructura apropiada de salas de clase, auditorios, bibliotecas, laboratorios, etc. a disposición de los programas de pre- y postgrado, como se mencionó previamente. El Departamento mismo trasladará en julio 2001 sus oficinas a un piso de 1000 m² en el mismo edificio actual (Av. Blanco Encalada 2120), que está finalizando su habilitación. En ese piso, el programa de doctorado cuenta con oficinas y laboratorios para sus alumnos. El Depto. también cuenta con otro sector en el edificio principal de la Escuela de Ingeniería (Beaucheff 850, tercer piso), donde está ubicada la incubadora de empresas. Estas plantas no incluyen bibliotecas ni laboratorios computacionales básicos, que están en otras instalaciones de la Facultad. Adicionalmente, si este proyecto es aprobado, y como parte de la contraparte, la Facultad habilitará un espacio aproximado de 500 m². en el cuarto piso del edificio de Av. Blanco Encalada 2120 para uso del Programa de Doctorado en Ciencias de la Computación (espacios de trabajo para alumnos, laboratorio, oficinas de coordinación, sala de reuniones de trabajo).
- **Infraestructura de apoyo docente mínima.** El Departamento invierte periódicamente recursos financieros para adquirir equipos computacionales para su docencia de pre- y postgrado, los que incluyen estaciones de trabajo y computadores personales. También invierte en libros y revistas internacionales. Actualmente el Depto. está suscrito a 53 revistas internacionales del área. La administración de libros y revistas es realizada a través de la Biblioteca Central de Facultad.

- **Departamento conocido en Latinoamérica.** El Departamento es de los más sólidos en su tema en Latinoamérica y se ha hecho conocido debido a la participación activa de algunos de sus académicos en eventos (tales como la Conferencia CLEI) y organizaciones con gran difusión en la región (tales como CYTED, Unesco y CLEI). También, por supuesto, se ha hecho conocido por las publicaciones científicas (por favor, ver sección 5.3.3). Esto se refleja en que existen ya alumnos del programa de doctorado procedentes de Colombia, México y Perú. El programa de Magister del mismo Depto. (ofrecido desde la creación misma del Depto.) ha tenido alumnos de varios otros países de Latinoamérica.
- **Un programa de doctorado reciente.** El programa de doctorado en Ciencias mención Computación es de reciente desarrollo: Comenzó a ser ofrecido en 1996, tiene un sólo egresado y fue acreditado por Fundación Andes en 1999 y por Conicyt en 2000. Cuenta en la actualidad con 8 alumnos.
- **Una opción de doctorado atractiva.** El programa de doctorado en Ciencia de la Computación es una opción atractiva para estudiantes de Chile y Latinoamérica. Las líneas de investigación del Depto. ofrecen una mezcla de temas interesantes de Ciencia misma con Ciencia de la Ingeniería, permitiendo al alumno escoger áreas temáticas en las cuales desarrollar su tesis que coinciden con sus motivaciones. Ya sea que el estudiante quiera seguir una carrera académica o profesional, puede encontrar una oferta temática apropiada y variada en el programa (por favor, ver Anexo de áreas temáticas actuales del Depto. en Anexo 5.3).
- **Relación internacional.** Los académicos, en su trabajo de investigación, mantienen vinculaciones con numerosos investigadores e instituciones extranjeras. Esto significa mutuas visitas de investigación, publicaciones conjuntas, etc. Incluso ha significado el envío y recepción de alumnos de postgrado para algunas pasantías (alumnos del Depto. han viajado a través de este medio a Brasil, Francia, Alemania, EE.UU., Japón). Desde el punto de vista formal, el programa de doctorado tiene acuerdo de intercambio de profesores y alumnos con la Universidad Politécnica de Madrid, España (Escuela Superior de Telecomunicaciones).

☛ **Debilidades**

- **Falta de becas de doctorado.** Habiendo sido acreditado muy recientemente, el Programa no ha tenido alumnos de doctorado becados por las instituciones que ofrecen becas. De manera que hasta ahora, las únicas becas que ha podido ofrecer han sido internas, absolutamente insuficientes. Han cubrido solamente aranceles (parcial o totalmente) y alguna remuneración menor a cambio de apoyo en la docencia de pregrado.
- **Débil oferta para Latinoamérica.** Como las becas de Conicyt o Fundación Andes para doctorado sólo están abiertas para ciudadanos chilenos, es muy poco lo que se puede ofrecer a estudiantes talentosos de otros países de Latinoamérica.
- **Falta de masa crítica de alumnos de doctorado para potenciar la investigación.** Debido al reducido número de alumnos de doctorado, en pocos proyectos de investigación participan los alumnos de doctorado. Esto contrasta con la situación en centros de excelencia del exterior, en que la mayor parte de la investigación científica se realiza con activa participación de estos alumnos. Si existiera una masa crítica de alumnos de doctorado, podría hacerse

cuantitativamente más investigación con la misma cantidad de profesores/investigadores.

- **Faltan oportunidades para relación internacional de los estudiantes.** Fuera de los recursos disponibles a nivel de los investigadores, faltan oportunidades para que los estudiantes de doctorado tengan mayor vinculación con la investigación que se hace en el exterior. Sería necesario tener más visitas breves de profesores, postdoctorados que dictasen cursos más largos, visitas de los estudiantes a centros interesantes en el exterior, y asistencia a conferencias internacionales.
- **Falta acceso a más información científica.** El explosivo aumento de la investigación científica en Computación a nivel internacional hace que el Depto. esté suscrito sólo a una fracción de las revistas científicas relevantes, por lo que se hacen necesarios recursos para suplir esta deficiencia.
- **Falta de difusión del programa de doctorado.** A pesar de tener un folleto de difusión, falta más información sobre este programa, tanto para potenciales candidatos, como para público en general, que pueda apreciar que en Chile también se dicta docencia de alto nivel en este tema.
- **Falta mayor relación con empresas.** Sería interesante, de acuerdo a la misión del Departamento, incorporar a los temas de tesis de doctorado problemas interesantes para las empresas del país. Actualmente el Departamento tiene contacto con empresas e instituciones para el desarrollo de proyectos de varios tipos; sería valioso para el país que esto pudiera extenderse a emprendimientos de mediano plazo que incluyeran tesis de doctorado.
- **Falta mayor relación con universidades nacionales.** Existen contactos con otras universidades a través de la Sociedad Chilena de Ciencia de Computación y de la Conferencia Internacional anual que ésta desarrolla. Sin embargo, estos contactos podrían ser mayores, y más profundos, al involucrar también a los estudiantes de doctorado.

5.2 ANEXO 2. CURRICULOS DE PERSONAS PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

5.3 ANEXO 3. INFORMACION ADICIONAL

En esta sección presentamos el estado del arte en la Computación, tanto en Chile como en el mundo. El objetivo es establecer a la Computación como una disciplina que en pocos años ha pasado de ser considerada meramente una técnica a ganar su puesto entre las áreas de investigación más importantes en el mundo, mostrando al mismo tiempo la poca atención que recibe comparativamente en Chile (5.3.1). Más tarde presentamos los campos dentro de la Computación que están recibiendo más atención actualmente y mostramos el estado del desarrollo en el mundo y en Chile, enfatizando el aporte del DCC en cada uno de ellos (5.3.2). El DCC considera a muchos de esos campos como áreas de interés y tiene varios investigadores trabajando activamente en ellos, lo que ponemos en evidencia más tarde presentando el aporte general del DCC a la Computación en Chile (5.3.3) y las publicaciones de académicos del DCC separadas por áreas de interés (5.3.4).

5.3.1 La Ciencia de la Computación

No es sencillo tener cabal comprensión de una disciplina que no tiene más de medio siglo de existencia¹. Quienes hoy día toman decisiones, muy probablemente no tuvieron contacto con ella en su educación formal, y lo que conocen lo aprendieron como autodidactas. No ocurre esto con disciplinas como matemáticas, física, química, biología, medicina, la geología, u otras ciencias clásicas, que tienen no sólo una tradición e historia, sino que un marco conceptual que ha probado su necesidad para el desarrollo tecnológico. Es por esto que consideramos necesario incluir un breve anexo sobre la evolución y el estado de esta disciplina en el mundo y en nuestro país.

¹Usamos el término *computación* para lo que en varios países europeos (Alemania, Francia) se usa *informática*. En Estados Unidos y Canadá se conoce como *computer science*. Usamos el término *computación* para significar esta disciplina para seguir una tradición, sin ninguna intención de demarcar o enfatizar. En Chile a veces se usa el término *informática* para referirse a aplicaciones en gestión empresarial, o también a tecnologías de la información.

El surgimiento de una nueva disciplina

La posición ante la computación en Chile hoy es dual: por un lado nadie desconoce su impacto tanto en la sociedad, en la economía, en diferentes tecnologías, en otras ciencias. El propio Presidente de la República ha afirmado que en su discurso a la nación el 21 de mayo de 2001: "*Hace un año señalé en esta sala que las tecnologías de la información especialmente Internet, estaban transformando la economía, las relaciones entre las personas, la cultura y las formas de ejercicio del poder y la ciudadanía. Aunque se ha desacelerado en los últimos meses, esta es una tendencia global que afecta a todos los rincones de mundo, y a la cual Chile debe incorporarse con decisión para no quedar excluido del nuevo mundo digital*". Todos los informes contienen las palabras claves: *internet, correo electrónico, computador, sociedad de la información*, entre muchas otras. La mayoría, por otra parte, desconoce casi completamente los fundamentos en que descansa este avasallador fenómeno. De hecho, mayoritariamente se sigue pensando en la computación como en algo meramente técnico, o como un apoyo para otras disciplinas. Esta idea se refuerza por la rapidez increíble con que avanza la computación, llevando muchas veces a confundir velocidad de desarrollo con falta de fundamentos.

La ciencia de la computación

No es exagerado afirmar que la computación es la ciencia y tecnología que define nuestra era. Los avances en los computadores han producido saltos en casi todas las disciplinas académicas y han cambiado nuestra vida diaria, afectando aspectos desde la agricultura a la manufactura, la salud y la educación. Los computadores no sólo son parte integral de la cultura moderna, sino el motor principal de gran parte del crecimiento económico mundial.

Haciendo una analogía con la revolución industrial, puede afirmarse que si ella fue esencialmente la mecanización de la fuerza y mucha de las habilidades manuales humanas, la revolución que vivimos es la mecanización de las actividades mentales humanas. La primera se alimentó y alimentó la ciencia del calor, la energía, la ingeniería (de *engine*, motor), la metalurgia, la electricidad, la química, las ciencias de la tierra. La segunda se alimenta y alimenta la ciencia de la computación, proceso que abarca actividades como calcular (computar), procesar información (informática), razonar (sistemas inteligentes).

Esta "revolución del conocimiento" (sociedad del conocimiento, sociedad de la información) no ha pasado desapercibida en los países desarrollados. Al contrario: rápidamente la computación ha pasado a ocupar lugares de primacía en la atención de las grandes agencias del desarrollo de la ciencia y en el crecimiento de la disciplina al interior de las universidades. Es así como la *National Science Foundation* de Estados Unidos organiza sus áreas de interés como sigue: Biological Sciences, *Computer and Information Science and Engineering (CISE)*, Education and Human Resources, Engineering, Geosciences, Mathematical and Physical Sciences, Polar Programs, y Social, Behavioral, and Economic Sciences, y dedica (en el año 2000) casi el 15% de su presupuesto global a CISE.

En nuestra región, Brasil, quien tiene el liderazgo en computación de la región y que fácilmente produce a nivel académico tanto como todos los demás países latinoamericanos juntos, le ha dado a la computación similar lugar de importancia. De hecho, el CNPq define siete áreas: Agropecuaria e Biotecnología; Ciências da Terra e do Meio Ambiente; Ciências Exatas; Ciências Humanas e Sociais aplicadas; Engenharia, Capacitacao Tecnológica e Inovacao; *Sociedade da Informacao*, Saude. Ningún otro país del cono sur tiene esas prioridades.

La computación y sus áreas hoy día

Pasó el tiempo en que la computación era primariamente construcción, uso y programación de computadores. A medida que nuestra disciplina ha crecido y ganado legitimidad, también ha ampliado su ámbito. En sus primeros años, la computación estaba focalizada primariamente en el computador, y su raíces estaban en las matemáticas y la ingeniería eléctrica. A medida que han transcurrido los años, se han ido incorporando un gran número de áreas que hoy le dan un contenido característico, como son, por una parte las tecnologías del micromundo, y por otra al estudio de áreas como la interacción humano-computador, la computación gráfica y visual, la administración de información, los sistemas inteligentes, la producción de software. Es imposible encontrar hoy en día, como lo era veinte o treinta años atrás, a una persona que entienda todo lo que está ocurriendo en computación. Y las áreas se siguen subdividiendo a velocidad increíble. Los avances tecnológicos de la última década han puesto temas como la red mundial (*web*) y sus aplicaciones, diseño basado en componentes, minería de datos, bibliotecas digitales, comercio electrónico, sistemas inmersos, computación móvil, tecnologías de redes, gráfica y multimedia, computación cuántica, estándares, computación inalámbrica, tecnologías

de objetos, el uso de interfaces sofisticadas, seguridad y confiabilidad del software, criptografía. Demás está señalar aquí el rol que la cada una de las áreas de la computación juega en el desarrollo social, económico y cultural hoy en día.

Las tendencias actuales

Esta diversificación ha ido acompañada de una mayor tecnificación. Los datos de Estados Unidos, el país líder indiscutido en esta ciencia, muestran que mientras los empleos de programador han crecido (cifras aproximadas) un 37% de 1983 a 1996, los de ingenieros y científicos de la computación han crecido un 200% entre 1983 y 1996. La situación en la educación superior es similar. Los bachilleratos en computación (cifras aproximadas), 5.000 en 1975, tuvieron su máximo de 40.000 en 1987 para descender a 25.000 en 1996. Los doctorados, en cambio, van de 200 en 1975 a casi 1.000 en 1996.

Esto es completamente consistente con los objetivos fijados para el área por las agencias gubernamentales (en este caso el *Directorate for Computer and Information Science and Engineering*): (1) To enable the U.S. to uphold a position of world leadership in computing, communications, and information science and engineering; (2) To promote understanding of the principles and uses of advanced computing, communications and information systems in service to society; and (3) To contribute to universal, transparent and affordable participation in an information-based society.

Las Políticas sobre Computación en Chile

La situación en Chile es diametralmente opuesta. La clasificación por disciplinas científicas y tecnológicas de CONICYT, al contrario de sus pares NSF de Estados Unidos y CNPq de Brasil, no considera (aún) la computación entre sus grandes áreas, que son: Ciencias Exactas y Naturales; Tecnología y ciencias de la Ingeniería; Tecnología y Ciencias Médicas; Tecnología y Ciencias Silvoagropecuarias; Ciencias Sociales; Ciencias Jurídicas, Económicas y Administrativas, Humanidades y Artes. Hoy día, la computación está representada entre 252 disciplinas como una sub-área de las Matemáticas (que es a su vez sub-área de Ciencias Exactas y Naturales) como *Métodos Numéricos y Computación*, o como una sub-área de Tecnología y ciencias de la Ingeniería, como *Ingeniería en Computación*². La situación no es mejor en los sectores de aplicación: De entre 100 sectores, hay *uno* que se relaciona con computación: *Informática (Hardware, Software), Ofimática*. El Colegio de Ingenieros en reciente informe de perspectivas apenas hace una mención de pasada al área. En otro reciente informe sobre la Iniciativa Científica Milenio, el Panel de evaluación hace notar como debilidad la ausencia de centros enfocados a los recursos naturales, de riesgos naturales y cambio global (ciencias de la tierra), y señala que es necesario un mayor crecimiento en física experimental (con "aplicaciones inmediatas a la computación"), pero la computación (o informática) como tal no se menciona. La excepción a esta tendencia son los proyectos FONDEF, donde la *tecnologías de la infocomunicación* está considerada como área prioritaria por su dinamismo, al lado de aquellas que han sido las bases tradicionales de la economía chilena (como es el caso de las cinco referidas a recursos naturales), y las de alto impacto social (Salud y Educación).

Los peligros y las posibilidades

Existe el serio peligro de que Chile se quede en esta área en el nivel de usuarios, y que se perpetúe la idea que computación es asunto puramente técnico que se resuelve con transferencia tecnológica. Hoy día, la industria de Tecnologías de la información y los conocimientos (TIC) representa en Chile el 1.4% del PGB, y es bueno hacer notar que aunque el Estado representa cerca del 22% del PGB, en ICT no consume más que un 6%.

Todo indica, sin embargo, que las posibilidades son vastas. Por una parte, la computación es una de las pocas ciencias que tuvo la suerte de nacer cuando la conciencia científica en Chile está medianamente desarrollada. Las ciencias clásicas tuvieron que lidiar con una sociedad a la que le era difícil captar la importancia de la ciencia y la tecnología para el desarrollo del país. Así, los programas de doctorados comienzan en Chile casi tres cuartos de siglo después que en los países líderes. En computación las distancias son menores (aunque la velocidad de desarrollo es mayor). Es una oportunidad única de no perder el paso. Por otro lado, nuestros científicos en computación están en una posición óptima en el ámbito de la región. Entre 1990 y 1998, en términos comparativos de población, Chile publica en computación en cuestiones teóricas 7.4 artículos per cápita (versus 2.5 de Brasil, 2.2 de Venezuela, 1.8 de Argentina, y 0.8 de México) y 8.6 en materias aplicadas (versus un 8.4 de Argentina, 4.2 de Venezuela, 3.6 de Brasil y 2.8 de México). Finalmente, la infraestructura en Chile es una de las más avanzadas de la región. Esto hace al país un objetivo natural para inversionistas que desean desarrollar nuevas tecnologías aprovechando las capacidades profesionales y de infraestructura. Chile tiene más computadores per cápita que ningún otro país de Latinoamérica, alrededor de 50 PCs por cada 1.000 habitantes.

Por estas condiciones, sostenemos que educar a la población, a técnicos, a profesionales, a investigadores, a docentes en el área es asunto prioritario. Esto pasa por generar planes de educación en la enseñanza primaria y media, técnicos e ingenieros de nivel medio, ingenieros, magísteres y doctores. El proyecto que estamos presentando pretende fortalecer la formación de graduados.

² En este marco, no es sorpresa que el número de proyectos asignados a computación en el concurso FONDECYT 2000 sean sólo 3, entre varias decenas. Esto puede leerse en el sentido de los investigadores en computación están mal calificados o presentaron malos proyectos, o también como que la disciplina como tal está mal calificada en las prioridades de quienes deciden, o ambos. Cualquiera variante, a la luz de el rol de la computación en la vida económica y proyecciones del país mencionadas anteriormente, debiera ser preocupante para quienes toman decisiones.

Algunos Hitos de la Computación en Chile:

- 1962 Primer computador (Universidad de Chile)
- 1964 Primera empresa computación (ECOM)
- 1967 Primera red de procesamiento datos (Bco. Estado)
- 1974 Primer Depto. CS y programa M.Sc. (Universidad de Chile),
Primera conferencia latinoamericana Informática
- 1981 Primera Conf. Internacional CS en Chile
- 1984 Primer sistema UNIX (Universidad de Chile, USACH), Nace SCCC
- 1985 Correo electrónico internacional (Universidad de Chile)
- 1987 Primera red cajeros automáticos (Unión de bancos)
- 1989 Primer laboratorio de estaciones de trabajo UNIX
- 1990 Primera participación de industria IT en CEBIT (Alemania)
- 1991 Red datos digitales, Internet (Universidad de Chile, PUC)
- 1994 Primera red metropolitana de cajeros automáticos (Universidad de Chile)
- 1995 Servicio comercial ISDN. Banca virtual (Bco. Santiago)

Algunos datos sobre Educación en Computación en Chile:

- 1968 Técnico en Procesamiento de Datos (3 años), Universidad de Chile.

1971 Otras cuatro universidades se incorporan a esa labor; Programador de Computadores (3 años); Magister en Ing. Industrial con mención en Sist. de Info. (DII, Universidad de Chile).
 1973 Ingeniería de Ejecución en Computación e Informática (UTE)
 1974 Magister en Computación (Universidad de Chile)
 1975 Ingeniería de Ejecución en Sistemas de Información (UTFSM)
 1976 Ingeniería de Ejecución en Procesamiento de la Información (Universidad de Chile)
 1981 Ingeniería Civil Informática (UTFSM, USACH)
 1982 Idem (U. Conce, U. Austral, U. Norte)
 1983 Idem (Universidad de Chile)
 1993 Doctorado en Ingeniería mención en Computación (PUC) [con financiamiento PUC]
 1996 Doctorado en Computación (Universidad de Chile) [Sin financiamiento]

Es posible concluir de los datos que la Universidad de Chile ha sido algo conservadora en el momento de formalizar los programas de educación en computación: aunque ha sido líder en aspectos tecnológicos y en los inicios de la educación en el área, se ha quedado atrás a medida que los programas se fueron haciendo de más envergadura (Ingeniería, Doctorado).

5.3.2. Areas prioritarias de la Ciencia de la Computación -- la situación en Chile y el DCC

Dentro de todo lo que abarca la Computación, podemos distinguir un conjunto de áreas que se han vuelto especialmente relevantes en los últimos años. A continuación describimos aquellas que visualizamos como las más relevantes para Chile, explicamos por qué son relevantes en el mundo, cuál es la situación particular de Chile y qué se hace en el DCC al respecto.

1. Recuperación de Información
2. Interfaces gráficas y sistemas multimediales
3. Uso del computador para apoyar procesos sociales humanos (educación, cooperación, etc.)
4. Ingeniería de software
5. Visualización y modelación científica
6. Algoritmos y fundamentos

Estas áreas tienen notable coincidencia con las áreas fundamentales donde la *NSF* estadounidense considera que debe invertirse más en computación: "*The Computer and Information Science and Engineering (CISE) Activity supports research on the theory and foundations of computing, system software and computer system design, and human-computer interactions, as well as prototyping, testing and development of cutting-edge computing and communications systems*". Las áreas mencionadas corresponden aproximadamente, en nuestra clasificación, a (6), (4), (3) y (1, 2 y 5), en ese orden.

Además existe un departamento más tecnológico, *Information technology and research*, donde hay 4 áreas: *System design and implementation* (4), *People and social groups interacting with computers and infrastructure* (3), *Applications in science and engineering* (5), *Scalable information infrastructure and pervasive computing* (1).

5.3.2.1. Búsqueda y manipulación

Situación global

Desde hace décadas los precios de la *cpu*, discos y redes han ido cayendo a un ritmo exponencial. Este fenómeno, lejos de simplificar el problema del manejo de la información por parte del computador, lo ha ido complicando. La razón es que, a medida que se va haciendo posible almacenar y procesar mayores volúmenes de datos, aparece el interés por hacerlo. Mientras que en los años sesenta nadie soñaba con manejar más que una base de datos estructurada o textual con unos pocos cientos de miles de datos, hoy en día ha surgido la necesidad de manejar terabytes de texto, imágenes, sonido, video, etc. Unos pocos ejemplos sirven para ilustrar esta situación:

- La Web, un gigantesco hipertexto distribuido a lo largo de los computadores de todo el mundo, se ha convertido en la fuente de información por excelencia. Almacenando varios terabytes de información textual y multimedial, administrado en forma caótica por los millones de dueños de cada sitio Web, consultado diariamente por millones de usuarios inexpertos, con el contenido más heterogéneo, peor organizado y peor escrito de la historia, conectado a través de una red de velocidad muy inferior a lo necesario, y a pesar de todo considerado de lejos la base de datos más interesante del mundo, administrar la Web como un sistema de información es uno de los desafíos más interesantes hoy en día, un problema al que se le dedican miles de millones de dólares, miles de publicaciones, millones de líneas de programa y gigantescos recursos en horas hombre, tanto en la industria como en las universidades.
- Las bases de datos multimediales han ido madurando desde la época en que el único problema era almacenar en forma compacta las imágenes y asignarles manualmente unas pocas palabras claves por las que el usuario podría consultar. Hoy en día, las bases de datos multimediales han crecido y almacenan imágenes, audio, música, video, animaciones, gráficos, objetos sintéticos tridimensionales, etc. Asimismo, buscan ofrecer una auténtica búsqueda por contenido, donde se pueda mostrar una imagen ejemplo, tararear una melodía, o incluso describir con palabras el contenido de lo que se busca.
- El data warehouse y aplicaciones de minería de datos y descubrimiento de conocimiento se están haciendo muy populares hoy en día. El objetivo es partir de una masa de datos desorganizada y parcialmente desconocida, y en vez del enfoque tradicional de estructurarla manualmente para luego consultarla, aplicar la tecnología directamente al proceso de descubrir la información escondida en esa masa de datos. Esto plantea grandes desafíos a la hora de crear una base de datos sobre datos cuya estructura exacta no se conoce y aun así manejarla eficientemente. El uso de estándares de intercambio de información textual como SGML, HTML y XML, que se han popularizado con la Web, ha traído también el interés en aprovechar la estructura de los documentos para mejorar la capacidad de consulta. Estos tipos de datos se llaman "semiestructurados" porque su estructura no es tan rígida como en las bases de datos tradicionales, y presentan problemas similares a los descritos antes.
- Los proyectos Genoma y la biología computacional en general han visto disparado el interés y los recursos de la sociedad invertidos en ellos. No es extraño viendo las promesas que ofrecen, desde simplemente comprender las bases genéticas de los seres vivos hasta permitir curas genéticas y desarrollo de máquinas biológicas de todo tipo (desde microorganismos que se alimenten del petróleo derramado en el mar hasta acabarlo y morir de hambre hasta la controvertida clonación de especies superiores). La base de la biología computacional es la búsqueda y comparación flexible (permitiendo algunas diferencias) entre objetos que van desde secuencias de ADN o proteínas hasta complejas construcciones moleculares tridimensionales. Lo que en años pasados se limitaba a

manejar unos pocos miles de nucleótidos encadenados se está empezando a convertir en un serio problema de permitir búsquedas muy complejas en cadenas de miles de millones de nucleótidos.

No sólo el simple volumen de los datos a manejar ha crecido hasta proporciones gigantescas, sino que su estructura se ha complicado y las capacidades de búsqueda requeridas exceden largamente la tradicional búsqueda exacta mediante palabras claves o valores numéricos. Ya no sólo se desea buscar por claves en bases de datos relacionales o por palabras claves en bases de datos textuales. Esto tiene varias causas:

- Se ha masificado el uso de computadores y el acceso a la información accesible electrónicamente. Esto hace que los usuarios de muchos sistemas de información sean mucho menos especializados que en el pasado y que sea imposible pretender que consulten las bases de datos con un lenguaje formal. Más bien se requiere que ellos indiquen lo que les interesa con unas pocas palabras, y utilizar conocimiento semántico sobre la base de datos para recuperar lo que con más probabilidad están buscando.
- Los volúmenes de datos a manejar son mucho mayores que en el pasado, lo que hace que encontrar lo que le interesa al usuario sea cada vez más como hallar una aguja en un pajar, y requiera de técnicas de búsqueda más sofisticadas.
- Los tipos de datos en juego ya no son sólo números y palabras. Las bases de datos multimediales pretenden dar acceso por contenido a grandes volúmenes de datos de otras clases, donde la búsqueda tradicional no se aplica. Más bien se requiere búsquedas por similaridad sobre objetos complejos, e incluso un análisis semántico de los objetos para ser capaz de buscarlos a partir de una descripción textual.

Finalmente, el grado de interconectividad y de facilidad de acceso a la información plantea nuevos desafíos en torno a la seguridad y privacidad de la información. El hecho de que las personas que se conocen sólo a través de Internet realicen transacciones desde personales hasta comerciales sin desear ser interceptados por terceros agrega a lo anterior el problema de la autenticación, es decir cómo garantizar que la otra persona es quien dice que es.

El resultado es que el problema del manejo de la información es hoy incluso más difícil y acuciante que hace unas décadas. Si bien se puede identificar una fuente común a todos estos problemas, la naturaleza de los problemas exige un tratamiento interdisciplinario desde varias áreas de la computación e incluso desde otras como matemáticas, estadística, lingüística, etc.

Algunas áreas relacionadas en computación: Bases de datos, Recuperación de información, Sistemas inteligentes, Criptografía, Minería de datos, Búsqueda en texto, Biología computacional.

En Chile y el DCC

Búsqueda en texto, su aplicación a biología computacional, y recuperación de información, son áreas las que el DCC ha sido fuerte tradicionalmente.

Recuperación de información es un área cada vez es más importante debido a la gran cantidad de

aplicaciones distintas de tecnologías de búsqueda en bases de datos textuales específicas (legales, etc.), así como en buscadores Web y portales.

El DCC ha liderado la industria de software nacional con el primer paquete de software de uso masivo en el mundo producido en Chile, un software para recuperación de información (*BIRDS/TEXT-TRIEVE* para *Burroughs Corp.*, desarrollado en 1979-1981). Asimismo se desarrolló con colaboración del DCC el software de búsqueda en texto *SearchCity*, que obtuvo el premio de PC Magazine al mejor software chileno en 1992.

Más recientemente, se han desarrollado en el DCC diversos sistemas de software para acceso a bases de datos textuales estructuradas que están siendo utilizados en la industria. Un ejemplo es *Mercantil* (www.mercantil.com), un portal financiero. Asimismo, en el DCC se ha desarrollado el portal *TodoCL* (www.todo.cl), que ofrece un buscador particularizado para Chile con mucha mejor penetración que los buscadores globales y que se está volviendo popular (ver artículos de prensa en www.todo.cl).

El DCC asimismo ha proyectado su imagen al exterior en el campo académico y pedagógico, publicando tres libros en el área con editoriales internacionales: *Information Retrieval*, de W. Frakes y R. Baeza-Yates (Prentice-Hall 1992), *Modern Information Retrieval*, de R. Baeza-Yates y B. Ribeiro-Neto (Addison-Wesley 1999, ya impreso tres veces y traducido a otros idiomas), y *Flexible Pattern Matching in Strings*, de G. Navarro y M. Raffinot (Cambridge University Press 2001).

En el campo de la investigación nos avalan decenas de publicaciones de primer nivel (ver aparte). El DCC es uno de los dos grupos relevantes en Latinoamérica en esta área. Sus investigadores han obtenido premios a nivel nacional y de la

OEA a la investigación, y se cuentan entre los principales organizadores de las conferencias y proyectos relevantes de la región. Con respecto a patentes, se ha patentado recientemente un algoritmo de búsqueda de patrones en secuencias de proteínas en Francia. El DCC ha formado un alumno de doctorado en el área de búsqueda en texto, que luego ha pasado a formar parte del cuerpo académico, y tiene otros dos en formación.

Con respecto a biología computacional, uno de los temas candentes de la actualidad es el proyecto del Genoma Humano. Chile recientemente ha comenzado a dar sus primeros pasos siguiendo el ejemplo de Brasil y a nivel similar de Argentina, Cuba y México. Desde el año pasado el DCC es el nodo chileno de la European Molecular Biology Network y mantiene varias bases de datos biológicas en el sitio embnet.cl. A corto plazo se espera participar en las iniciativas nacionales de secuenciamiento y anotación de bacterias relacionadas con el cobre.

La investigación en sistemas inteligentes, por otro lado, está fuertemente motivada por el hecho que, si se desea contar con tecnología de lingüística computacional, hasta ahora poco presente en Chile, es necesario realizar un desarrollo local, ya que cada lengua y cada cultura posee características propias que dificultan la adaptación de sistemas diseñados para otras lenguas o culturas. La lengua española ha sido mucho menos estudiada que las lenguas de países más desarrollados, especialmente comparando con el inglés. Además, el español hablado en Chile presenta particularidades que es necesario considerar. En relación a la situación internacional, también se debe superar la dificultad de tener que operar con fuentes de información reducidas y menos estructuradas, por lo que se ha privilegiado el desarrollo de métodos no supervisados.

Finalmente consideremos la criptografía. El área es esencial para el desarrollo del país debido a su influencia en temas como las firmas digitales, privacidad de las comunicaciones en línea y comercio electrónico. No importa lo que se desee transmitir electrónicamente, la necesidad de hacerlo privadamente (especialmente para preservar secretos comerciales), autenticadamente (identificando unívocamente al autor) y preservando la integridad del mensaje serán preocupaciones siempre presentes.

En el país existen una decena de empresas que están desarrollando proyectos en donde la componente criptográfica (ya sea en términos de firmas digitales o encriptación) es fundamental. Sin embargo, la industria por lo general -- con un par de honrosas excepciones -- se limita a importar y adaptar soluciones en productos propios. Sin embargo, el interés de la industria es muy alto, principalmente por la influencia de esta área en el desarrollo del comercio electrónico. Recientemente, se aprobó en Chile la ley de Firmas Digitales que permite darle validez legal a documentos firmados digitalmente. Esto debería potenciar el desarrollo de nuevas Autoridades Certificadoras (necesarias para el uso estándar de firmas digitales) y de empresas que vendan/presten servicios más variados en línea.

La investigación en el área de criptografía y seguridad en Chile es incipiente pero promisoría. En este sentido, la colaboración en el área de la criptografía es provechosa puesto que involucra temáticas multidisciplinarias, como aspectos relativos al desarrollo de sistemas computacionales, interacción humano-computador, derecho informático, matemáticas discretas y áreas más abstractas como teoría de números.

5.3.2.2 Interfaces gráficas y sistemas multimediales

Situación global

El destino final del manejo de información es en muchos casos el ser humano. Esto hace que, en adición a ser capaz de almacenar y buscar eficientemente la información contenida en un volumen de datos, sea necesario encontrar mecanismos efectivos para presentarla a un ser humano. Algunos ejemplos:

- Todo sistema de recuperación de información destinado a humanos debe tener una interfaz amigable y acorde al tipo de usuario que lo accesa. Esta interfaz debe permitir ingresar consultas, desplegar los resultados, permitir iterar sobre el proceso de consulta, navegar por el hipertexto si cabe, etc. De hecho, una de las razones de la masificación de la Web ha sido la existencia de navegadores con una interfaz amigable como Mosaic, Netscape o Explorer. La misma información estaba accesible antes desde interfaces de texto puro como Gopher, Ftp y Lynx, pero se masificó hasta el punto de hoy cuando aparecieron los navegadores gráficos.
- Uno de los problemas más interesantes de manipular información multimedial es que el sólo hecho de presentarla involucra problemas no triviales que no están presentes al presentar texto e incluso imágenes. La presentación de animaciones, audio y video, a veces disponibles en otro punto de una red o en un disco de velocidad limitada, requiere una sincronización temporal entre el punto donde la información se almacena y la interfaz, así como una garantía de capacidad de transferencia por unidad de tiempo. Esto se relaciona con estándares de compresión para un almacenamiento y transmisión eficiente, y con la pérdida aceptable de calidad de una señal de audio o video, algo impensable en información discreta como texto.

- Las interfaces multimediales involucran asimismo nuevos dispositivos de entrada que van más allá del teclado y el ratón, tales como detectores de movimiento, cámaras, micrófonos, etc. El poder interactuar con el ser humano de forma más natural, por ejemplo a través de la voz, es una de las áreas con mayor empuje actualmente, disparado por el interés de reducir el tamaño de los computadores portátiles y teléfonos celulares (actualmente el del teclado es el mayor escollo para reducir el tamaño).
- El uso de Internet para telefonía y transmisión de video plantea problemas similares a los mencionados acerca de compresión, calidad de señal y sincronización temporal. Asimismo se agregan problemas de utilizar protocolos originalmente diseñados para otras aplicaciones (como TCP/IP) o diseñar nuevos.

Algunas áreas relacionadas en computación:

Interfaces gráficas,
Interfaces multimediales,
Compresión,
Redes y Comunicaciones.

En Chile y el DCC

Otra área relevante es la compresión y las redes y comunicaciones, con aplicaciones a transmisión de audio y video. Dado el inmenso dinamismo exhibido por el sector de telecomunicaciones en el país, Chile está en condiciones excepcionales para lograr el uso masivo de Internet en toda su población, si aprovecha la oportunidad única de lograrlo que otorga el explosivo crecimiento experimentado por las comunicaciones inalámbricas. De hecho, este camino nos parece la mejor apuesta que el país puede hacer para retomar su liderazgo regional en el área de Internet, brindando a corto o mediano plazo un acceso universal a las redes de información global montadas sobre IP. Aún más, creemos que (por sus ventajas de costo) el acceso inalámbrico local (wireless local loop) es también la mejor opción para que el país incremente su cobertura telefónica básica a los niveles de los países desarrollados. Cabe mencionar que dicha situación no es una problemática tecnológica en los países desarrollados, donde la penetración telefónica de la red fija es prácticamente universal. Por consiguiente, realizar un esfuerzo de investigación y desarrollo propio en esta área resulta una imperiosa necesidad.

Crucial para la implementación exitosa de esta estrategia es la rápida adaptación a redes inalámbricas de aplicaciones multimediales ya exitosas en redes fijas y la creación de otras nuevas capaces de transportar video, audio y texto sobre IP en este medio con buena calidad de servicio. Ello implica crear un apreciable know-how local para resolver los diversos desafíos tecnológicos que la adaptación de las nuevas plataformas de comunicación inalámbrica (3G, 4G) a Chile y la región sudamericana traerá consigo.

De hecho, existe un total consenso de que el uso transversal de las nuevas tecnologías de información y comunicaciones en las diversas actividades económicas (tanto productivas como de servicios) tendría un extraordinario impacto en el crecimiento del país. También es claro de que el exitoso desarrollo de estas nuevas tecnologías está condicionado por la rápida creación de oportunas aplicaciones (application-driven technologies) y la de adopción masiva a bajos costos (technology penetration). Para ello, resulta crucial incentivar la acción conjunta de los centros y departamentos tecnológicos de las universidades y las empresas del sector.

El *Programa AccessNova* del DCC, junto al Departamento de Electrónica de la Universidad Técnica Federico Santa María, está desarrollando un proyecto FONDEF en esta área con el objetivo de desarrollar aplicaciones de IP sobre redes inalámbricas (financiamiento de 244 millones de pesos por 2 años y medio). Dentro de este proyecto, se planean desarrollar varias tesis de doctorado.

Este proyecto se desarrolla en activa colaboración con *Nokia*, *Cisco*, *NTT DoCoMo* (la subsidiaria inalámbrica de *Nippon Telegraph and Telephone Corporation*, Tokyo, Japón), *ENTEL Chile* y *Telefónica CTC Chile*.

5.3.2.3. Uso del computador para apoyar procesos sociales humanos (educación, cooperación, etc.)

Situación global

El progreso tecnológico ha permitido pensar en el uso del computador no sólo ya para resolver problemas científicos o de manejo de información, sino el integrarlo en ámbitos netamente humanos para apoyar los aspectos más complejos de la comunicación entre seres humanos. Dos ejemplos que han adquirido una gran relevancia en los últimos años son:

- La coordinación entre un grupo de personas que colaboran para realizar una tarea (como producir un documento, analizar un problema, etc.) es un proceso sumamente complejo, que se complica aun más si estas personas no tienen acceso físico entre sí. Este tipo de problemas se ha hecho más frecuente con la masificación de las redes y la posibilidad de trabajar en conjunto con personas o grupos que están físicamente en distintas partes del mundo.
- La educación, vista como el proceso de transmitir y compartir desde conocimiento hasta metodología de pensamiento entre uno o más profesores y sus alumnos, es otro proceso altamente complejo y susceptible de beneficiarse con la tecnología. Lo que aun en muchas partes del mundo se ve como un profesor hablando frente a sus alumnos y utilizando una pizarra donde él escribe y todos leen (o, en el caso de educación a distancia, un video), está dando paso a una visión mucho más integral donde el profesor y sus alumnos comparten un espacio virtual común de discusión, interacción, intercambio de ideas, preguntas y respuestas, intercambio de objetos textuales, gráficos y multimediales, etc.
- La educación se puede apoyar no sólo introduciendo tecnología en la interacción entre profesores y alumnos, sino utilizando directamente el computador como fuente de juegos educativos, tanto para alumnos aislados como para conjuntos de alumnos que comparten un mismo juego distribuido.

Estas aplicaciones involucran nuevos paradigmas de interacción tales como foros de discusión multimediales (videoconferencias o salas de clases virtuales), modificación coordinada y distribuida de objetos complejos (como un documento que se redacta en conjunto o un juego distribuido), distribución de material multimedial (como una pizarra electrónica que el profesor "escribe" con datos multimediales y todos los alumnos ven), e interacción entre un alumno y un juego con fines pedagógicos. Huelga decir que se trata de un área interdisciplinaria donde coexiste la tecnología con la pedagogía, la psicología y la sociología.

Algunas áreas relacionadas en computación:

Sistemas colaborativos,

Informática educativa,
Educación a distancia,
Interfaces multimediales.

En Chile y el DCC

Ha sido constantemente repetido que la educación es la clave para que el país alcance su desarrollo económico, social y cultural. De hecho, los Gobiernos recientes del país han puesto su prioridad presupuestaria en el desarrollo de la educación. El aporte del DCC es hacer investigación y proyectos de desarrollo para incorporar la computación y las redes en la educación en su sentido amplio. El Gobierno está haciendo un gran esfuerzo en el programa MECE en educación, y dentro de él, el *Programa MECE*, en el cual el DCC participa activamente a través del *Proyecto Enlaces*. También, cada vez es más frecuente que las actividades humanas (y en particular, la educación) se desarrollen grupalmente. Sin embargo, muchas de las aplicaciones computacionales actuales son de uso individual.

La informática educativa tiene un fuerte impacto en el área de las nuevas tecnologías de información y comunicación. Así, tecnologías como la computación, los multimedia y la Internet se han utilizado como apoyos en el proceso de aprendizaje. Se buscan claves para comprender cómo los alumnos pueden mejorar sus estrategias cognitivas y capacidades intelectuales a través de ambientes computacionales altamente interactivos.

Actualmente, en el DCC se experimenta con software interactivo para incrementar capacidades superiores como resolución de problemas en ámbitos científicos. Este software ha sido también implementado sobre Internet para ser analizado sincrónica y asincrónicamente, en versión local y distribuida. Se está explorando asimismo el uso de Internet para apoyar el aprendizaje colaborativo y a distancia con estudiantes de enseñanza media.

Se trabaja asimismo en modelizar e implementar ambientes de aprendizaje vía Web, ambientes multiusuario de aprendizaje y colaboración, ambientes de sonido tridimensional interactivo para niños ciegos, y diseño de software interactivo para aprendizaje.

El DCC ha obtenido amplio reconocimiento internacional en esta área. Cabe mencionar el *Stockholm Challenge Award 2000*, otorgado por la Comunidad Europea y la Municipalidad de Estocolmo, Suecia, en junio de 2000, donde un académico del DCC obtuvo el primer lugar por el proyecto *Hyperstories for Blind Children* entre más de 1000 proyectos de 70 países. Un segundo ejemplo es el *Global Junior Challenge 2000*, otorgado por la Comunidad Europea y la Municipalidad de Roma, en Diciembre de 2000, donde este proyecto también obtuvo un premio entre unos 580 proyectos de más de 50 países.

Con respecto a sistemas colaborativos, el aporte del DCC es hacer investigación validada internacionalmente (ver publicaciones) en los modelos y software para que esas actividades tengan soporte computacional grupalmente (de manera colaborativa). Asimismo el DCC trabaja en contacto con la industria. Un buen ejemplo es el *Proyecto PRIME* para *Codelco Chile*, donde se trata de implantar un modelo desarrollado teóricamente y publicado en *Decision Support Systems* (journal ISI) para uso de los niveles ejecutivos de la principal empresa nacional. Hay un contrato que termina en agosto próximo para desarrollar un software colaborativo de preparación de reuniones de decisión, de modo que éstas sean de mejor calidad.

5.3.2.4. Ingeniería de software

Situación global

Todos los problemas y soluciones que hemos estado considerando hasta ahora se han centrado en el desarrollo de la tecnología básica necesaria para abordar distintos problemas. Sin embargo, existe un largo camino en la práctica entre poseer la tecnología y poder aplicarla. El camino pasa por la construcción del software asociado a la aplicación.

El proceso de construcción de software, independientemente de su objetivo, plantea una problemática propia. El software puede ser visualizado como un objeto virtual con una estructura lógica extremadamente compleja, mucho más que los objetos manipulados en las otras áreas de la ingeniería. Es mucho más difícil construirlo correctamente, verificar que cumple los requerimientos, mantenerlo a lo largo del tiempo, estimar su costo y tiempo de construcción, etc. Como consecuencia, a diferencia de cualquier otra ingeniería, se considera aceptable que el producto salga al mercado con errores y fallas de todo tipo y que luego se vaya corrigiendo en sucesivas versiones, una práctica costosa para todos. Algunas razones de esta situación son bien conocidas en la disciplina:

- Las especificaciones del cliente que suelen ser vagas, inconsistentes y cambiantes con el tiempo. El cliente raramente sabe inicialmente lo que quiere.
- Por su complejidad, el software es diseñado y desarrollado por varias personas, no siempre con interfaces claras entre las partes de cada uno ni con las interdependencias adecuadamente definidas.
- A causa de lo anterior y de que los diseñadores e implementadores suelen ser las mismas personas, las etapas de especificación, diseño y construcción se entrelazan en el tiempo e interactúan de formas no deseadas.
- Aun no existen metodologías completamente aceptadas sobre la forma de desarrollar software, por tratarse posiblemente de la más joven de las ingenierías. El software termina utilizándose durante mucho más tiempo que el originalmente planeado, en ambientes totalmente distintos al imaginado por sus autores.
- Por razones económicas, el software se suele construir con mucho menos tiempo que el necesario para probarlo adecuadamente y documentarlo, y luego suele ser mantenido por gente distinta de la que lo creó.

No es necesario decir que, a medida que se utilizan los computadores para tareas más y más ambiciosas y se requiere de tecnología más sofisticada para abordarlas, la complejidad del software asociado crece en forma alarmante. Es sabido, por otro lado, que la dificultad de desarrollar y mantener un software crece abruptamente en función de su complejidad.

Como un ejemplo de la magnitud de los problemas que se enfrentan, podemos citar el conocido ejemplo del sistema operativo Windows, de unas 15 millones de líneas de código, al que se le detectaron unos 5 mil errores en la versión 9 luego de estar en el mercado. Asimismo es interesante observar que la última versión de Solaris, un sistema operativo mucho más complejo y robusto, tiene la mitad de esas líneas, lo que demuestra que un mismo software puede hacerse bien o mal según las técnicas que se apliquen. Otro ejemplo característico fue el plan del "escudo espacial" de la era Reagan, una de cuyas causas de abandono fue la imposibilidad de construir y mantener un software de la complejidad necesaria y con la imposibilidad de probarlo en un caso real previo. Un tercer ejemplo es el famoso efecto del año 2000, una consecuencia de usar el software durante mucho más tiempo del

que originalmente se había pensado.

La ingeniería de software es una disciplina que hoy tiene un rol importante en el desarrollo comercial e industrial de cualquier país, tanto desde el punto de vista de la empresa que desarrolla software, como desde la que contrata. Para las empresas que desarrollan software, la ingeniería de software es una guía, que les permite: (a) incorporar nuevas tecnologías al proceso de desarrollo de software (como es el caso del WWW), (b) trabajar más profesionalmente, (c) reducir los tiempos y costos de desarrollo, (d) garantizar, y posiblemente mejorar la calidad de los productos obtenidos, (e) certificar la capacidad de desarrollo de una empresa.

Desde el punto de vista de la empresa que contrata un desarrollo, la ingeniería de software es la herramienta que le permite alcanzar los objetivos planteados, en los tiempos y costos preestablecidos. Por otra parte, la ingeniería de software a través de los distintos programas de certificación, le brinda a las empresas contratantes la posibilidad de contratar sus desarrollos, con empresas certificadas, elevando así el porcentaje de éxito del proyecto. Hoy en día la capacidad de evolución de una empresa depende en gran medida de la infraestructura y de la calidad de los sistemas informáticos sobre los que se apoye.

Es claro que el desarrollo de claras y consistentes metodologías para el desarrollo de software traerían gigantescos beneficios a la industria y a la sociedad en general. Es incalculable lo que se pierde sólo en términos económicos por las pésimas prácticas de desarrollo de software imperantes hoy en día. Esta es claramente un área prioritaria de investigación, que necesita de una interacción muy fuerte con la industria.

Una de las herramientas que recientemente se han insertado en la metodología de desarrollo de software es la orientación a objetos, que permite una descomposición más modular de los problemas, interfaces más claras entre módulos, mayor reutilización y mejor mantenimiento. La orientación a objetos no es sólo una metodología de diseño sino que llega hasta los lenguajes de programación. Una metodología orientada a objetos se implementará más fácilmente sobre un lenguaje orientado a objetos, por lo que es importante también invertir esfuerzos en desarrollar lenguajes de este tipo que sean eficientes y claros.

Algunas áreas relacionadas en computación:

Ingeniería de software,
Orientación a objetos,
Lenguajes de programación,
Sistemas distribuidos.

En Chile y el DCC

En países en vías de desarrollo como Chile, que buscan modernizar y expandir su economía, la industria y exportación de software es una excelente alternativa, por varias razones: esencialmente es puro valor agregado, no requiere grandes inversiones, mejora la competitividad de otras industrias del país, emplea gente de alto nivel educativo, entrega ganancias relativamente altas a empresarios y empleados y no altera el medio ambiente. Varios países la situación de Chile han mejorado significativamente sus economías gracias al desarrollo de una industria de software nacional. Chile ha demostrado liderazgo tecnológico en Latinoamérica y ha logrado exportar productos de software a la

región.

Inicialmente, la introducción de computadores en las empresas nacionales generó una demanda de productos de software, que se satisfizo inicialmente mediante importaciones. En los ochenta, varias compañías mayores requirieron mejorar sus operaciones y buscaron nuevamente paquetes de software que importar. Pronto descubrieron que muchos de esos paquetes requerían modificaciones significativas o simplemente no servían, debido a prácticas de contaduría locales, uso de moneda indexada o leyes locales acerca de cuentas bancarias. Se necesitaba además soporte y modificaciones constantes. Estos problemas y necesidades dieron origen a la industria del software en Chile.

La industria de software chilena se desarrolló a un punto en que se comenzó un incipiente proceso de exportación, que a principios de los noventa permitía presagiar un crecimiento importante en Latinoamérica y el mundo. Al mismo tiempo, se advertía que para conquistar nuevos mercados era necesario mejorar la calidad del software que se producía, ya que fuera de Latinoamérica no se contaba con la ventaja competitiva de un idioma y cultura comunes.

Durante 1997 y 1998 INTEC-Chile hizo una evaluación del estado de las empresas de desarrollo chilenas que involucró a 8 organizaciones, 38 proyectos, 137 participantes, 57 cuestionarios de riesgo, y 99 cuestionarios de prácticas.

Los resultados mostraron entre otras cosas: una clara inmadurez de los procesos de desarrollo de las organizaciones, un creciente interés por mejorar, la necesidad de generar nuevas competencias y habilidades para el personal involucrado, la necesidad de contar con instrumentos concretos para facilitar la implantación de prácticas que les ayuden a alcanzar una certificación.

El INTEC creó en ese entonces el grupo SPIN, que desde hace dos años está administrado por el DCC a través del CEIS (Centro Experimental de Ingeniería de Software) donde están afiliadas más de 60 empresas relacionadas con el desarrollo de software.

Actualmente existen en Chile solamente dos empresas certificadas de acuerdo con las normas ISO 9000 del software, pero el promedio de la práctica de las empresas de desarrollo de software no es absolutamente arcaico: se utilizan técnicas modernas de modelamiento, programación, control de configuración y administración de procesos de desarrollo. Existe además una inquietud en la industria por mantener su personal actualizado en temas de ingeniería de software.

El aporte de las universidades para paliar estos problemas apunta fundamentalmente a brindar recomendaciones (planes de acción) para mejorar procesos y productos. Otro aporte consiste en el desarrollo de frameworks en áreas específicas. El DCC de la Univ. de Chile ha definido un modelo de desarrollo de sistemas para Internet, específicamente para educación. Si bien este modelo aún se encuentra en una etapa de evaluación, podría ayudar mucho a mejorar el desarrollo de sistemas para Internet, en las empresas chilenas. También se han definido patrones arquitectónicos y de diseño para el desarrollo de sistemas colaborativos y distribuidos. El DCC ha ejecutado un proyecto Fondef y un Fondecyt en estas áreas. Es interesante mencionar que un académico del DCC recibió el Premio Simón Bolívar, de la Federación Latinoamericana de Asociaciones Usuaras de Informática (FLAI) en 1989, en mérito a la actividad de promover y demostrar que la industria de software es posible de desarrollar en Latinoamérica.

Otro aspecto del problema es el lenguaje de programación escogido es importante porque influye

directamente en la productividad de los programadores.

En el campo de la tecnología, el DCC ha sido pionero en Chile en la difusión y capacitación del lenguaje *Java*. Este es el más exitoso de los lenguajes recientes. Entre sus ventajas se cuentan las facilidades que entrega para desarrollar aplicaciones de gran tamaño, distribuidas y/o robustas.

En el campo de la investigación, uno de los aspectos más desafiantes en los lenguajes de programación es el paralelismo. Actualmente no existe un lenguaje de programación exitoso que permita que los programadores escriban cómodamente aplicaciones paralelas. En el

DCC se investiga cómo extender los lenguajes modernos con paralelismo, de una manera consistente y que permita desarrollar programas paralelos.

Con respecto a lenguajes y ambientes de programación distribuida, actualmente se desarrollan dos tesis de doctorado en torno al tema de agentes móviles y ambientes de programación distribuida en Java. La experiencia del grupo en ambientes de programación, recolección de basura distribuida y administración de objetos distribuidos permite presagiar un desarrollo importante de esta tecnología que podría tener un impacto productivo en el futuro.

5.3.2.5. Modelación y Visualización científica

Situación global

Esta es una de las primeras áreas donde se ha aplicado históricamente la computación. Actualmente se relaciona con complejas aplicaciones científicas y de ingeniería, en particular con la modelación, análisis y visualización de fenómenos físicos descritos por ecuaciones diferenciales parciales mediante tecnologías de elementos finitos y de volúmenes de control.

- La modelación y análisis de fenómenos físicos en aplicaciones de física e ingeniería, que involucra como primer paso la modelación discreta de objetos geométricos continuos, es un área con amplio uso a nivel global. Con este fin es necesario tanto aproximar el objeto mediante discretizaciones adecuadas como modelar y visualizar los fenómenos físicos involucrados en la aplicación específica. Esto se traduce además en la necesidad de integrar complejas tecnologías interdisciplinarias.
- En los últimos diez años las triangulaciones en particular se han consolidado como tecnologías importantes en el área de Ciencias de la Computación, motivadas por su evolución e importancia en un amplio rango de aplicaciones tecnológicas complejas: modelación de terrenos, computación gráfica, sistemas de información geográfica, métodos de elementos finitos para análisis en ingeniería, modelamiento geométrico, aplicaciones médicas y compresión de datos entre otras.
- La visualización científica es un área en rápido desarrollo, gracias al abaratamiento de los costos de los dispositivos gráficos y de la velocidad de procesamiento. Sin embargo, por la complejidad de las aplicaciones científicas, este proceso involucra la visualización de grandes volúmenes de datos que requieren de sofisticados algoritmos para presentar la información.
- La geometría computacional es un área teórica de las Ciencias de la Computación que estudia los

algoritmos geométricos, y ha tenido gran desarrollo en los últimos diez años motivada por su relación con las aplicaciones tecnológicas que están ligadas a complejos objetos geométricos.

Algunas áreas relacionadas con computación:

Triangulaciones
 Visualización de bases de datos,
 Computación gráfica
 Mallas geométricas
 Métodos de elementos finitos
 Métodos de volúmenes de control
 Visualización científica

En Chile y el DCC

En general en todas las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas se encuentran aplicaciones que requieren modelamiento geométrico de los objetos, modelación de los problemas físicos y análisis del problema para estudiar el comportamiento de los fenómenos físicos involucrados. En los países desarrollados la mayor parte los objetos o aparatos a fabricar, se diseñan y modelan computacionalmente con el fin de analizar sus propiedades y factibilidad. Esto permite fabricar los objetos o aparatos una vez que se cuenta con una proposición depurada computacionalmente. Por ejemplo autos, aviones, piezas mecánicas y transistores, entre otros son estudiados computacionalmente hasta obtener prototipos adecuados para construir y probar en la práctica. También existen aplicaciones en la minería para apoyar la explotación de minerales, explotación sustentable de recursos naturales, en medicina para apoyo a la detección de enfermedades, para el modelamiento de terrenos, desarrollo de sistemas de información geográficos, y modelamiento de fenómenos naturales (atmosféricos, terremotos, etc).

En Chile sería de particular utilidad desarrollar aplicaciones en el área minera, usando toda la potencialidad de las tecnologías más modernas, dada la importancia de esta área en la economía del país. Actualmente, es muy poco lo que se hace a nivel de industria nacional y es importante revertir esta situación. En general solo se importa software que se debe adaptar a las necesidades locales, y sin mucho éxito.

En esta área, en el DCC se han ejecutado 7 proyectos Fondecyt, se ha participado en dos proyectos de la Comunidad Europea (a través de la ETH-Zurich), y en un proyecto de medio ambiente.

En investigación, se han creado nuevos algoritmos en el área de representación de objetos complejos mediante mallas geométricas en dos y tres dimensiones, y se han diseñado e implementado generadores de mallas tanto para el método de elementos finitos como el de volúmenes de control para resolver problemas en superficies y en sólidos. Se han manejado aplicaciones relacionadas con modelamiento de terrenos y simulación de semiconductores.

Esta investigación es ampliamente reconocida en el extranjero. En particular, los algoritmos llamados "de Rivara" (por el nombre de nuestro académico que los creó) cuentan con amplio reconocimiento internacional. Versiones posteriores de esos algoritmos fueron patentadas en USA. Asimismo, varios algoritmos diseñados en el DCC han sido implementados para la simulación de semiconductores, en proyectos en conjunto con el Instituto de Sistemas Integrados de la ETH-Zurich. En particular se ha

colaborado con el desarrollo del software Omega para la simulación tridimensional de semiconductores ampliamente usado durante varios años a nivel internacional. En Chile estos temas no tienen actualmente gran aplicabilidad y deberían transformarse en temas prioritarios en los próximos años.

5.3.2.6. Algoritmos y fundamentos

Situación global

En el otro lado de la problemática del desarrollo de aplicaciones están los algoritmos. Un algoritmo es un método automático para resolver un problema, cuya formulación es independiente del lenguaje de programación (por ejemplo, cómo ordenar eficientemente un conjunto). La investigación en algoritmos consiste en tomar problemas que sean abstracciones de problemas reales encontrados en el desarrollo de aplicaciones, y buscar métodos para resolverlos optimizando el uso de recursos (tiempo de procesamiento, memoria principal o disco, uso de la red, probabilidad de éxito, etc.). Todas las áreas que hemos mencionado requieren del desarrollo de algoritmos eficientes para resolver los problemas. Cuanto más eficientes los algoritmos, más ambiciosas las metas que se podrán lograr. En general esto no se contrapone con el hecho de que las máquinas sean cada vez más rápidas, puesto que con las máquinas más rápidas vienen asociadas aplicaciones más ambiciosas y nuevamente se necesitan buenos algoritmos para poder llevarlas a la realidad. De modo que esta área está en el corazón de la ciencia de la computación.

Los algoritmos pueden tocar temas desde muy prácticos hasta muy teóricos, y en este último aspecto están relacionados con temas fundamentales de la ciencia de la computación como lenguajes formales, modelos de computación, etc. Es un error común el suponer que en computación se investiga en cosas que a veces no son "prácticas". Más bien habría que distinguir entre investigación a corto y a largo plazo. La investigación práctica ataca los problemas de aquí y ahora, y tiene efectos inmediatamente visibles y transferibles a la industria.

Por eso mismo, también sus alcances no son tan espectaculares como los de la investigación a largo plazo. Existen muchos casos conocidos de investigación que en su momento fue vista como teórica y sin mucha relación con la realidad, y que en poco o mucho tiempo se terminó convirtiendo en un pilar de la tecnología moderna. Un ejemplo es la criptografía moderna, esencial para las comunicaciones seguras en medios desde militares hasta de comercio electrónico, y cuyas bases descansan directamente en trabajos matemáticos sobre aritmética entera desarrollados hace siglos. Otro es la investigación en lenguajes formales, que hoy en día tiene cientos de aplicaciones en áreas que van desde compiladores hasta búsqueda en texto.

Como ventaja adicional, la enseñanza de los fundamentos de la computación obliga al alumno a pensar de un modo distinto, a ser capaz de ver los problemas desde una perspectiva más abstracta, a formalizar sus nociones intuitivas y a plantear soluciones totalmente nuevas, imposibles de vislumbrar si se viera el problema sin perspectiva. El resultado es un profesional capaz de resolver nuevos problemas y asimilar los rápidos cambios de la tecnología, en vez de un profesional entrenado en aplicar recetas que se vuelven obsoletas en pocos años en nuestra área.

Algunas áreas relacionadas en computación:

Diseño y análisis de algoritmos (tanto per se como aplicados a otras áreas)

como Bases de datos, Sistemas inteligentes, Criptografía, Minería de datos, Biología computacional, Búsqueda en texto, Compresión, Comunicaciones, Sistemas distribuidos, Computación gráfica, Mallas geométricas, etc.), Lenguajes formales y computabilidad, Visualización de algoritmos.

En Chile y el DCC

En el campo educativo, la enseñanza de los fundamentos es esencial para la formación de docentes, investigadores y profesionales altamente capacitados, que son imprescindibles para que el país adquiera liderazgo en computación, tanto en el área científica como tecnológica.

Frecuentemente las empresas culpan a las universidades de no formar los profesionales con el perfil que ellos desearían. Esto se debe a que los profesionales recién egresados no manejan los productos que están de moda en el año en que entran a las empresas. Sin embargo, ceder a este tipo de presión y formar alumnos hábiles en manejar estos productos y aplicar una serie de recetas sería una miopía en una ciencia que cambia a tal velocidad. Los productos que hoy están de moda serán obsoletos en 5 años. Darles a los alumnos una formación coja, orientada simplemente a la tecnología (como es común en muchas carreras cortas de computación de bajo nivel), no sólo los perjudica garantizándoles la obsolescencia en un futuro próximo sino que perjudica a la industria nacional al formar hábiles usuarios de tecnología que nunca podrían crear en vez de formar profesionales integrales capaces de resolver problemas nuevos.

La orientación correcta es enseñar los fundamentos, enseñar a pensar y a resolver problemas en abstracto, y ese es el objetivo de la enseñanza en fundamentos de la computación. La tecnología también debe enseñarse, pero siempre sabiendo que el profesional deberá mantenerse siempre actualizado en este aspecto cambiante de su formación, y que las empresas deberán asumir el costo de mantenerlo actualizado mediante cursos de postítulo. Un profesional que domina los fundamentos de la computación nunca tendrá dificultad en mantenerse actualizado en la tecnología. Lo inverso no es cierto.

La investigación en algoritmos, por otro lado, tiene efectos inmediatos sobre la investigación en otras áreas más aplicadas, las cuales sí impactan directamente a la sociedad. Por ejemplo, un algoritmo más eficiente para manipulación de secuencias genéticas puede acelerar los proyectos Genoma de secuenciamiento de ADN.

El DCC tiene varios académicos de primer nivel en esta área. Su productividad científica puede evaluarse por el gran número de publicaciones de primer nivel (muchas veces son algoritmos aplicados a otras áreas de investigación). Asimismo se ha trabajado en animación de algoritmos, con aplicación a la docencia, donde existen algunos productos utilizados como *XAA* (algoritmos de búsqueda en texto) y *VCC* (programas escritos en C).

5.3.3. El DCC y su aporte a la Computación en Chile

Presentamos a continuación un breve resumen del aporte del Departamento de Ciencia de la Computación de la Universidad de Chile al desarrollo de la computación, globalmente y particularmente en Chile.

Docencia y extensión

El DCC imparte la carrera de Ingeniería Civil en Computación, Magíster en Computación y Doctorado en Computación. Asimismo dicta cursos de postítulo para actualización tecnológica de profesionales de la industria.

Con respecto al doctorado, que es el tema que nos ocupa, el DCC tiene un alumno graduado (que se incorporó como académico) y ocho alumnos cursando. La posibilidad de ofrecer algunas becas internas estimuló el ingreso de alumnos de Chile y Latinoamérica este año de un modo notable, lo que sugiere que la falta de financiamiento es una de las barreras más importantes para el crecimiento del programa. Sin embargo, el DCC no cuenta con recursos suficientes para ofrecer más becas.

El DCC ha proyectado su imagen al exterior en el campo de la educación publicando tres libros con editoriales internacionales: *Information Retrieval*, de W. Frakes y R. Baeza-Yates (Prentice-Hall 1992), *Modern Information Retrieval*, de R. Baeza-Yates y B. Ribeiro-Neto (Addison-Wesley 1999, ya impreso tres veces y traducido a otros idiomas), y *Flexible Pattern Matching in Strings*, de G. Navarro y M. Raffinot (Cambridge University Press 2001). Asimismo ha contribuido con capítulos en varios libros internacionales.

El DCC participa activamente del *Programa MECE* a través del *Proyecto Enlaces*, en el cual el Gobierno está poniendo un gran esfuerzo para mejorar la educación en todo el país. Asimismo, la investigación en informática educativa ha obtenido importantes premios en concursos internacionales de muy alto nivel, tales como el premio al proyecto *Hyperstories for Blind Children*.

Transferencia tecnológica

El DCC ha producido o colaborado en la producción de diversos sistemas de software de alta calidad, varios de los cuales han sido distinguidos con diversos premios: *BIRDS/TEX-TRIEVE*, que lideró la industria nacional de software de exportación; *SearchCity*, que obtuvo el premio de PC Magazine al mejor software chileno en 1992 y el portal *TodoCL* ampliamente conocido en el país y en la prensa; entre otros.

Asimismo el DCC coopera activamente con empresas nacionales y extranjeras, por ejemplo el Proyecto PRIME con Codelco Chile para un software colaborativo, o el Proyecto ACESSNOVA con Nokia, Cisco, NTT DoCoMo, ENTEL Chile y Telefónica CTC Chile para tecnología de comunicaciones. El DCC asimismo administra el grupo SPIN, creado por el INTEC para asegurar la calidad del desarrollo de software, al que están afiliadas más de 60 empresas nacionales.

Finalmente, el DCC presta servicios al país tales como la creación y mantención del sistema de Elecciones Presidenciales y la administración del dominio *.cl*, del que dependen todos los dominios de Internet inscritos en Chile.

Investigación

En el campo de la investigación el DCC está avalado por cientos de publicaciones de primer nivel en todas las áreas en las que se investiga (ver aparte), y cuenta con amplio reconocimiento internacional. El DCC es uno de los dos grupos relevantes en Latinoamérica con respecto a la investigación en

computación. Sus investigadores han obtenido premios a nivel nacional e internacional por su contribución al desarrollo de la investigación en computación, lideran la organización de conferencias del área y la realización de proyectos de investigación a nivel regional, forman parte de los comités editoriales de los mejores journals de computación en el mundo y tienen vinculación con los principales centros de investigación en Estados Unidos, Europa y Latinoamérica.

Dos académicos del DCC se cuentan actualmente entre los 10 mil investigadores en Computación más referenciados del mundo (uno de ellos entre los mil más referenciados). Dentro de Chile, el DCC tiene 5 de los 6 académicos más referenciados y 11 de los 13 artículos más referenciados. Con respecto a patentes, los académicos del DCC han obtenido dos patentes, para algoritmos de geometría computacional y biología computacional. Varios algoritmos diseñados en el DCC han sido implementados en proyectos aplicados conjuntos en el extranjero.

El DCC ha ganado varios proyectos de investigación Fondecyt y proyectos Fondef de investigación con transferencia tecnológica a lo largo de los años.

5.3.4. Publicaciones en los últimos 5 años

Incluimos a continuación las publicaciones de académicos del DCC, clasificadas por áreas, restringiéndonos a las publicadas en libros, revistas o conferencias internacionales sometidas a referato y en los últimos 5 años.

Búsqueda y manipulación

1. Gonzalo Navarro y Mathieu Raffinot. *Flexible Pattern Matching in Strings*. (Practical on-line search algorithms for texts and biological sequences.) Cambridge University Press. Por aparecer.
2. Ricardo Baeza-Yates, Alistair Moffat y Gonzalo Navarro. Searching Large Text Collections. Por aparecer en J. Abello, P. Pardalos and M. Resende (editores), *Handbook of Massive Data Sets*, Kluwer Academic Publishers.
3. Edgar Chávez, Gonzalo Navarro, Ricardo Baeza-Yates y José Luis Marroquín. Proximity Searching in Metric Spaces. Por aparecer en *ACM Computing Surveys*.
4. Ricardo Baeza-Yates y Gonzalo Navarro. New and Faster Filters for Multiple Approximate String Matching. Por aparecer en *Random Structures and Algorithms (RSA)*.
5. Gonzalo Navarro. A Guided Tour to Approximate String Matching. Por aparecer en *ACM Computing Surveys*.
6. Gonzalo Navarro y Ricardo Baeza-Yates. Improving an Algorithm for Approximate String Matching. Por aparecer en *Algorithmica*.
7. Edgar Chávez, José Luis Marroquín y Gonzalo Navarro. Fixed Queries Array: A Fast and Economical Data Structure for Proximity Searching. *Multimedia Tools and Applications (MTAP)* 14(2):113--135, 2001. Kluwer.
8. Gonzalo Navarro y Mathieu Raffinot. Fast and Simple Character Classes and Bounded Gaps Pattern Matching, with Application to Protein Searching. En *Proc. ACM RECOMB'01*, páginas 231--240.
9. Gonzalo Navarro y Mathieu Raffinot. Compact DFA Representation for Fast Regular Expression Search. Por aparecer en *Proceedings of WAE'01*. LNCS.
10. Gonzalo Navarro. Regular Expression Searching over Ziv-Lempel Compressed Text. Por aparecer en *Proceedings of CPM'01*. LNCS.

11. Veli Mäkinen, Gonzalo Navarro y Esko Ukkonen. Approximate Matching of Run-length Compressed Strings. Por aparecer en *Proceedings of CPM'01*. LNCS.
12. Edgar Chávez y Gonzalo Navarro. A Probabilistic Spell for the Curse of Dimensionality. Por aparecer en *Proceedings of ALENEX'01*. LNCS.
13. Gonzalo Navarro, Takuya Kida, Masayuki Takeda, Ayumi Shinohara y Setsuo Arikawa. Faster Approximate String Matching over Compressed Text. En *Proceedings of IEEE DCC'01*, páginas 459--468.
14. Gonzalo Navarro y Ricardo Baeza-Yates A Hybrid Indexing Method for Approximate String Matching *Journal of Discrete Algorithms (JDA)* 1(1):205--239, 2000. Hermes Science Publishing.
15. Ricardo Baeza-Yates y Gonzalo Navarro. New Models and Algorithms for Multidimensional Approximate Pattern Matching. *Journal of Discrete Algorithms (JDA)*1(1):21--49, 2000. Hermes Science Publishing.
16. Gonzalo Navarro y Mathieu Raffinot. Fast and Flexible String Matching by Combining Bit-Parallelism and Suffix Automata. *ACM Journal of Experimental Algorithmics (JEA)* 5(4), 2000.
17. Nivio Ziviani, Edleno de Moura, Gonzalo Navarro y Ricardo Baeza-Yates. Compression: A Key for Next-Generation Text Retrieval Systems. *IEEE Computer* 33(11):37--44 (cover feature), Noviembre 2000.
18. Gonzalo Navarro, Edleno de Moura, Marden Neubert, Nivio Ziviani y Ricardo Baeza-Yates. Adding Compression to Block Addressing Inverted Indexes. *Information Retrieval* 3(1):49--77, 2000. Kluwer.
19. Edleno de Moura, Gonzalo Navarro, Nivio Ziviani y Ricardo Baeza-Yates. Fast and Flexible Word Searching on Compressed Text. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)* 18(2):113--139, 2000.
20. Gonzalo Navarro. Improved Approximate Pattern Matching on Hypertext. *Theoretical Computer Science (TCS)* 237:455--463, 2000.
21. Gonzalo Navarro, Ricardo Baeza-Yates, Eduardo Barbosa, Nivio Ziviani y Walter Cunto. Binary Searching with Non-uniform Costs and Its Application to Text Retrieval. *Algorithmica* 27(2):145--169, 2000.
22. Ricardo Baeza-Yates y Gonzalo Navarro. Block Addressing Indices for Approximate Text Retrieval. *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)* 51(1):69--82, 2000.
23. Ricardo Baeza-Yates y Gonzalo Navarro. XQL and Proximal Nodes (Preliminary Version). En el *XML Workshop of SIGIR'00* , <http://www.haifa.il.ibm.com/sigir00-xml>.
24. Josué Kuri, Gonzalo Navarro, Ludovic Méy Laurent Heye. A Pattern Matching Based Filter for Audit Reduction and Fast Detection of Potential Intrusions. En H. Debar, L. Me y S. Felix Lu (editores), *Proceedings of RAID'00*, páginas 17--27. LNCS 1907.
25. R. Baeza-Yates and G. Valiente, An Image Similarity Measure based on Graph Matching, *Proceedings of the 7th Symposium on String Processing and Information Retrieval (SPIRE'2000)*, IEEE CS Press, 2000, 28-38.
26. Kimmo Fredriksson, Gonzalo Navarro y Esko Ukkonen. An Index for Two Dimensional String Matching Allowing Rotations. En J. van Leeuwen, O. Watanabe, M. Hagiya, P. Mosses and T. Ito (editores), *Proceedings of IFIP TCS 2000*, páginas 59--75, LNCS 1872.
27. Juha Kärkkäinen, Gonzalo Navarro y Esko Ukkonen. Approximate String Matching over Ziv-Lempel Compressed Text. En R. Giancarlo y D. Sankoff (editores) *Proceedings of CPM'00*, páginas 195--209. LNCS 1848.
28. Gonzalo Navarro y Jorma Tarhio. Boyer-Moore String Matching over Ziv-Lempel Compressed Text. En R. Giancarlo y D. Sankoff (editores) *Proceedings of CPM'00*, páginas 166--180. LNCS 1848.
29. Gonzalo Navarro, Erkki Sutinen, Jani Tanninen y Jorma Tarhio. Indexing Text with Approximate

- q -grams. En R. Giancarlo y D. Sankoff (editores) *Proceedings of CPM'00*, páginas 350--363. LNCS 1848.
30. Josué Kuri y Gonzalo Navarro. Fast Multipattern Search Algorithms for Intrusion Detection. En *Proceedings of SPIRE'00*, páginas 169--180. IEEE CS Press.
 31. Edgar Chávez y Gonzalo Navarro. An Effective Clustering Algorithm to Index High Dimensional Metric Spaces. En *Proceedings of SPIRE'00*, páginas 75--86. IEEE CS Press.
 32. A. Bassi, "A dynamic associative semantic model for natural language processing based on a spreading activation network", *XX Conferencia de la SCCC*, Santiago, 13-18 noviembre 2000.
 33. A. Bassi, "Codificación bidimensional de patrones vocales mediante un esquema de reducción dimensional basado en redes neuronales", *CLEI'2000*, Ciudad de México, 18-22 septiembre 2000.
 34. R. Baeza-Yates and B. Ribeiro-Neto, *Modern Information Retrieval*, Addison-Wesley, England, 513 pages, 1999.
 35. A. Hevia, M. Kiwi. "Strength of Two Data Encryption Standard Implementations under Timing Attacks", *ACM Transactions on Information and System Security*, vol.2, n.4, Nov. 1999, pp. 416-437, ACM Press.
 36. Gonzalo Navarro y Ricardo Baeza-Yates. Very Fast and Simple Approximate String Matching. *Information Processing Letters (IPL)* 72: 65--70, 1999.
 37. Ricardo Baeza-Yates y Gonzalo Navarro. Faster Approximate String Matching. *Algorithmica* 23(2):127--158, 1999.
 38. Gonzalo Navarro y Ricardo Baeza Yates. Fast Multi-dimensional Approximate Pattern Matching. En M. Crochemore y M. Paterson (editores) *Proceedings of CPM'99*, páginas 243--257. LNCS 1645.
 39. Gonzalo Navarro y Ricardo Baeza Yates. A New Indexing Method for Approximate String Matching. En M. Crochemore y M. Paterson (editores) *Proceedings of CPM'99*, páginas 163--185. LNCS 1645.
 40. Gonzalo Navarro y Mathieu Raffinot. A General Practical Approach to Pattern Matching over Ziv-Lempel Compressed Text. En M. Crochemore y M. Paterson (editores) *Proceedings of CPM'99*, páginas 14--36. LNCS 1645.
 41. Gonzalo Navarro y Mathieu Raffinot. Fast Regular Expression Search. En J. Vitter and C. Zaroliagis (editores) *Proceedings of WAE'99*, páginas 198--212. LNCS 1668.
 42. Edgar Chávez, José Luis Marroquín y Gonzalo Navarro. Overcoming the Curse of Dimensionality. En *Proceedings of CBMI'99*, páginas 57--64.
 43. R. Baeza-Yates and W. Cunto. The ADT Proximity and Text Proximity Problems. In *6th Symposium on String Processing and Information Retrieval (SPIRE'99)*, Cancun, Mexico, September 1999. IEEE CS Press, 24-30.
 44. R. Baeza-Yates and G. Gonnet. A Fast Algorithm on Average for All-Against-All Sequence Matching. In *6th Symposium on String Processing and Information Retrieval (SPIRE'99)*, Cancun, Mexico, September 1999. IEEE CS Press, 16-23.
 45. E. Chávez, J.L. Marroquín, and R. Baeza-Yates. Spaghettis: An Array based Algorithm for Similarity Queries in Metric Spaces. In *6th Symposium on String Processing and Information Retrieval (SPIRE'99)*, Cancun, Mexico, September 1999. IEEE CS Press, 38-46.
 46. Gonzalo Navarro. Searching in Metric Spaces by Spatial Approximation. En *Proceedings of SPIRE'99*, páginas 141--148. IEEE CS Press.
 47. J. Vegas, P. de la Fuente, and R. Baeza-Yates. The EC Query Language Applied to Old Manuscripts. In *6th Symposium on String Processing and Information Retrieval (SPIRE'99)*, Cancun, Mexico, September 1999. IEEE CS Press, 206-223.
 48. R. Baeza-Yates and Iván Rivera. Experimental Analysis of Fixed Queries Trees. In *XXV Latinamerican Conference on Informatics*, volume 1, Asunción, Paraguay, August, 1999, 161-172

49. João Paulo Kitajima y Gonzalo Navarro. A Fast Distributed Suffix Array Generation Algorithm. En *Proceedings of SPIRE'99*, páginas 97--104. IEEE CS Press.
50. A. Bassi, "An Associative Semantic Model for Text Processing", *String Processing and Information Retrieval Symposium SPIRE 1999*, Cancún, 22-24 septiembre 1999.
51. A. Bassi, "A semantic formalism based on a dynamic associative network with learning capacities" (versión extendida), *Apprentissage des principes naturels aux méthodes artificielles*, Gilbert Ritschard, Hermes, 1998, ISBN 2-86601-734-X, 321-329.
52. A. Hevia, M. Kiwi. "Strength of Two Data Encryption Standard Implementations under Timing Attacks", *Third Latin American Symposium on Theoretical Informatics, LATIN*, Campinas, Brasil, Abril 1998.
53. Gonzalo Navarro y Ricardo Baeza-Yates. A Practical q -Gram Index for Text Retrieval Allowing Errors. *CLEI Electronic Journal*, 1(2), 1998 (www.clei.cl).
54. Edleno de Moura, Gonzalo Navarro, Nivio Ziviani y Ricardo Baeza-Yates. Fast Searching on Compressed Text Allowing Errors. En B. Croft, A. Moffat, C. Rijsbergen, R. Wilkinson y J. Zobel (editores), *Proceedings of ACM SIGIR'98*, páginas 298--306, 1998.
55. Gonzalo Navarro y Mathieu Raffinot. A Bit-parallel Approach to Suffix Automata: Fast Extended String Matching. En M. Farach (editor), *Proceedings of CPM'98*, páginas 14--33. LNCS 1448.
56. Ricardo Baeza-Yates y Gonzalo Navarro. Fast Two-Dimensional Approximate String Matching. En C. Lucchesi y A. Moura (editores), *Proceedings of LATIN'98*, páginas 341--351. LNCS 1380.
57. Gonzalo Navarro. Improved Approximate Pattern Matching on Hypertext. En C. Lucchesi y A. Moura (editores), *Proceedings of LATIN'98*, páginas 352--357. LNCS 1380.
58. R. Baeza-Yates. Similarity in two dimensions. In *COOCON'98*, LNCS 1449, Taipei, Taiwan, August 1998. Springer Verlag, 319-328.
59. Ricardo Baeza-Yates y Gonzalo Navarro. Fast Approximate String Matching in a Dictionary. En R. Werner (editor), *Proceedings of SPIRE'98*, IEEE CS Press, páginas 14--22.
60. Edleno de Moura, Gonzalo Navarro, Nivio Ziviani y Ricardo Baeza-Yates. Direct Pattern Matching on Compressed Text. En R. Werner (editor), *Proceedings of SPIRE'98*, IEEE CS Press, páginas 90--95.
61. Berthier Ribeiro, João Paulo Kitajima, Gonzalo Navarro, Cláudio Sant'Ana y Nivio Ziviani. Parallel Generation of Inverted Lists for Distributed Text Collections. En Y. Eterovic (editor), *Proceedings of SCC'98*, IEEE CS Press, páginas 149--157.
62. Autran Macêdo, Marco Cristo, Elaine Silva, Denilson Barbosa, João Paulo Kitajima, Berthier Ribeiro, Gonzalo Navarro y Nivio Ziviani. Experimental Analysis of a Parallel Quicksort-Based Algorithm for Suffix Array Generation. En *Proceedings of VECPAR'98*, páginas 1049--1062.
63. Gonzalo Navarro y Ricardo Baeza-Yates. Proximal Nodes: A Model to Query Document Databases by Content and Structure. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)* 15(4):400--435, Oct 1997.
64. Ricardo Baeza-Yates y Gonzalo Navarro. Block Addressing Indices for Approximate Text Retrieval. En F. Golshani y K. Makki (editores), *Proceedings of ACM CIKM'97*, páginas 1--8.
65. Ricardo Baeza-Yates y Gonzalo Navarro. Multiple Approximate String Matching. En F. Dehne et al. (editores), *Proceedings of WADS'97*, páginas 174--184. LNCS 1272.
66. Gonzalo Navarro, João Paulo Kitajima, Berthier Ribeiro y Nivio Ziviani. Distributed Generation of Suffix Arrays. En A. Apostolico y J. Hein (editores), *Proceedings of CPM'97*, páginas 102--115. LNCS 1264.
67. Gonzalo Navarro. Multiple Approximate String Matching by Counting. En R. Baeza-Yates (editor), *Proceedings of WSP'97*, Carleton University Press, páginas 125--139.
68. Gonzalo Navarro. A Partial Deterministic Automaton for Approximate String Matching. En R. Baeza-Yates (editor), *Proceedings of WSP'97*, Carleton University Press, páginas 112--124.

69. Márcio Araújo, Gonzalo Navarro y Nivio Ziviani. Large Text Searching Allowing Errors. En R. Baeza-Yates (editor), *Proceedings of WSP'97*, Carleton University Press, páginas 2--20. Este trabajo ganó el premio a la mejor herramienta de software en SBES'97 (Simposio Brasileiro de Engenharia de Software) y el 4to premio en el IV Concurso CLEI-UNESCO de Tesis de Maestría Latinoamericanas.
70. Edleno de Moura, Gonzalo Navarro y Nivio Ziviani. Indexing Compressed Text. En R. Baeza-Yates (editor), *Proceedings of WSP'97*, Carleton University Press, páginas 95--111.
71. João Paulo Kitajima, Gonzalo Navarro, Berthier Ribeiro y Nivio Ziviani. Distributed Generation of Suffix Arrays: a Quicksort-Based Approach. En R. Baeza-Yates (editor), *Proceedings of WSP'97*, Carleton University Press, páginas 53--69.
72. Ricardo Baeza-Yates y Gonzalo Navarro. A Practical Index for Text Retrieval Allowing Errors. En R. Monge (editor), *Proceedings of CLEI'97*. Volumen 1, páginas 273--282.
73. A. Bassi, "A semantic formalism based on a dynamic associative network with learning capacities", *VIIIth Conference of the International Association for the Development of Interdisciplinary Research (AIDRI)*, Ginebra, 23-26 junio 1997.
74. R. Baeza-Yates and G. Gonnet. Fast text searching for regular expressions or automaton searching on tries. *Journal of the ACM*, 43(6):915--936, Nov 1996.
75. R.A. Baeza-Yates, E. Barbosa, and N. Ziviani. Hierarchies of indices for text searching. *Information Systems*, 21(6):497--514, 1996.
76. R.A. Baeza-Yates and C.H. Perleberg. Fast and practical approximate pattern matching. *Information Processing Letters*, 59:21--27, 1996.
77. Ricardo Baeza-Yates y Gonzalo Navarro. Integrating Contents and Structure in Text Retrieval. *ACM SIGMOD Record* 25(1):67--79, Mar 1996.
78. Ricardo Baeza-Yates y Gonzalo Navarro. A Faster Algorithm for Approximate String Matching. En D. Hirschberg y G. Myers (editores), *Proceedings of CPM'96*, páginas 1--23. LNCS 1075.
79. Eduardo Barbosa, Gonzalo Navarro, Ricardo Baeza-Yates, Chris Perleberg y Nivio Ziviani. Optimized Binary Search and Text Retrieval. En P. Spirakis (editor), *Proceedings of ESA'96*, páginas 311--326. LNCS 979.
80. Gonzalo Navarro. An Optimal Index for PAT Arrays. En N. Ziviani, R. Baeza-Yates y K. Guimarães (editores), *Proceedings of WSP'96*, Carleton University Press, páginas 214--227.
81. Ricardo Baeza-Yates y Gonzalo Navarro. A Fast Heuristic for Approximate String Matching. En N. Ziviani, R. Baeza-Yates y K. Guimarães (editores), *Proceedings of WSP'96*, Carleton University Press, páginas 47--63.
82. V. Bruyere, R. Baeza-Yates, O. Delgrange, and R. Scheihing. On the size of Boyer Moore automata. In N. Ziviani, R. Baeza-Yates, and K. Guimaraes, editors, *Proc. of WSP'96*, pages 31--46, Recife, Brazil, August 1996.
83. R. Baeza-Yates. A unified view of string matching algorithms. In Rodrigo Cardoso, editor, *Proceedings of the XXII Latin American Conference on Informatics, CLEI'96*, volume 1, pages 335--346, Bogotá, Colombia, June 1996.

Interfaces gráficas y sistemas multimediales

1. J. Piquer, Group Large Causality: Message and Multicast Ordering for Large-Scale Networks, *ACM ALCOM'01*, Costa Rica, Abril 2001.
2. O. Alonso and R. Baeza-Yates, A Model and a Software Architecture for Search Results

- Visualization on the WWW. *Proceedings of the 7th Symposium on String Processing and Information Retrieval (SPIRE'2000)*, IEEE CS Press, 2000, 8-16.
3. J. Piquer and P. Poblete, Domain Name Conflict Resolution under the .CL Top-Level Domain, *INET'99 proceedings*, San José, California, USA, Julio 1999.
 4. C. Collao, T. Barros, N. Vidal, J. Piquer, E. Vera, K. Yamauchi, M. Matusmoto, H. Tominaga, Transmission Characteristics for Multimedia Information Using MBONE Technology between Japan and Chile, *The Journal of The Institute of Image Electronics Engineers of Japan*, Vol. 28, N. 4, pp 414--422, Agosto 1999.
 5. F. Elisei, P. Inostroza, "Video-Driven Real-Time Update of Eyes and Mouth Regions on the Texture of a 3D Head Model". International Workshop on Synthetic-Natural Hybrid Coding and Three Dimensional Imaging (IWSNHC3DI'99), September 15-17 1999, Fera Congress Centre, Santorini, Greece.
 6. P. Inostroza, J. Lemordant, J.M. Trivi, Selection de sources et composition 3D temps reel. *Coresa'98*, Lannion, France june 1998. pp.261-271
 7. O. Alonso and R. Baeza-Yates. A Model for Visualizing Large Answers in WWW, In *XVIII Int. Conf. of the Chilean CS Society*, Antofagasta, Chile, November 1998, IEEE CS Press, 2-7.
 8. T. Barros, C. Collao, K. Morikawa, N. Yamauchi, R. Arenas, J. M. Piquer, P. Pax, E. Vera, R. Baeza-Yates, M. Matsumoto, and H. Tominaga. Long Distance MBONE Experiments between Japan and Chile, In *IEEE Workshop on Networked Appliances (IWNA'98)*, Kyoto, Japan, November 4-6, 1998.
 9. Ricardo Baeza-Yates, Gonzalo Navarro, Jesús Vegas y Pablo de la Fuente. A Model and a Visual Query Language for Structured Text. En R. Werner (editor), *Proceedings of SPIRE'98*, IEEE CS Press, páginas 7--13.
 10. R. Baeza-Yates. Visualizing large answers in text databases. In *Int. Workshop on Advanced User Interfaces (AVI'96)*, pages 101--107, Gubbio, Italy, May 1996. ACM Press.
 11. R. Baeza-Yates, J.M. Piquer, E. Vera, Y. Inoue, K. Wakabayashi, K. Hagishima, AccessNova: ATM Experiments in Chile, *Third Workshop on Protocols for Multimedia Systems (PROMS'96)*, Madrid, España, Octubre, 1996, pp. 311-319.
 12. R. Baeza-Yates, J.M. Piquer, E. Vera, E. Makino, Y. Inoue, AccessNova: Broadband networks and multimedia services experiments in Chile, *IFIP World Congress 1996: Advanced IT Tools*, Camberra, Australia, Septiembre 1996, pp. 106-113.

Uso del computador para apoyar procesos sociales humanos (educación, cooperación, etc.)

1. S. Ochoa, D. Fuller. Un Modelo Evolutivo para el Desarrollo de Cursos Basados en Tecnología. Capítulo 12 del Libro *Educación y Tecnología*, a ser publicado durante el 2001, por la editorial Trillas, de México.
2. Baloian, N., Vidal, N., Diaz, A., Vera, E., Yasuyoshi, I., Wakahara, T., Matsumoto, M.: Intelligent use and reuse of computer-based learning material for CSCL. *The Journal of the Institute of Image Electronics Engineers in Japan*. Vol. 30, No. 2, March 2001.
3. N. Baloian, D. Fuller, S. Ochoa. A Model for Courseware's Design (MCD). Accepted in *AACE Conference SITE 2001*. Florida, USA. Mar. 05-10, 2001.
4. N. Baloian, D. Fuller, S. Ochoa. A Model for Component-Based Courseware Development (CBCD). Accepted in *IEEE SEKE01 (Software Engineering & Knowledge Engineering)*

- Conference*. Bs. As. Argentina, Jun. 13-15, 2001.
5. Guerrero, L. y Fuller D. A Pattern System for the Development of Collaborative Applications. *Information and Software Technology*, Vol.43, No.7, may, 2001, pp. 457-467.
 6. O. Herrera, S. Ochoa, Vidal Rodríguez, D. Fuller. Shaknoma: A Collaborative Tool for Shared Knowledge Management. *Proceedings of IEEE Conference Ed-Media 2000*. Montreal, Canadá, June 26 to July 1, 2000.
 7. Sánchez, J. *Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación para la construcción del Aprender*, Universidad de Chile, 2000.
 8. Sánchez, J. *Informática Educativa* (3era Edición, 2000, Editorial Universitaria, Santiago)
 9. Sánchez, J. *Construyendo y Aprendiendo con el Computador*. Proyecto Enlaces, (1999)
 10. Sánchez, J. *Internet, un Nuevo Recurso para la Educación* (Ministerio de Educación, 1999, Miembro Equipo Editor).
 11. M.R. Borges, J. A. Pino, D.A. Fuller, A.C. Salgado: "Key issues in the design of an asynchronous system to support meeting preparation". *Decision Support Systems* 27, 1999, pp. 269-287.
 12. Romero, N., Pino, J., y Guerrero, L. Organizational Memories as Electronic Discussion By-products. *Proceedings of the Sixth International Workshop on Groupware, CRIWG2000*, IEEE CS Press, Madeira, Portugal, October 2000, pp.11-18.
 13. Herrera, C., Pino, J.A. and Borges, M.R.S., "CESD: Participatory Selection of Business Process Designs", *Fifth International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD 2000)*. Nov. 29-Dec. 1, 2000. Hong Kong. 269-273.
 14. Borges, M.R.S., Pino, J.A., "Requirements for Shared Memory in CSCW Applications", *Tenth Annual Workshop on Information Technologies and Systems (WITS 2000)*, Dec. 2000, Brisbane, Australia. 211-216.
 15. Santoro, F. M. Borges, M.R., Pino, J.A., "CEPE: Cooperative Editor for Processes Elicitation", IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA (USA). *Proc. of the 33rd Hawaii Int. Conf. On System Sciences*. Maui, HI (USA) Jan. 4-7, 2000, pp. 1-10 (nominated to best paper award).
 16. Guerrero, L., Alarcón, R., Collazos, C., Pino, J. y Fuller, D. Evaluating Cooperation in Group Work. *Proceedings of the Sixth International Workshop on Groupware, CRIWG2000*, IEEE CS Press, Madeira, Portugal, October 2000, pp.28-35.
 17. Guerrero, L., Alarcón, R., y Collazos, C. Indicadores de Cooperación en el Trabajo Grupal. *Memorias de la Conferencia Latinoamericana de Informática, CLEI2000*, México DF, México, Septiembre, 2000.
 18. Portugal, R., Guerrero, L., y Fuller, D. DeskTOP, a System Based on Virtual Spaces to Support and to Promote Collaborative Learning. Poster *Proceedings of the The Third International Conference on Collaborative Virtual Environments, CVE2000*, ACM Press, San Francisco, USA, September, 2000.
 19. S. Ochoa, D. Fuller. Un Modelo Espiral para la Implementación de Cursos Basados en Tecnología. *Proceedings of the Sixth Interamerican Conference on Engineering and Technology Education (INTERTECH 2000)*. Cincinnati, Ohio, USA. June 14~V16, 2000.
 20. O. Herrera, S. Ochoa, V. Rodriguez, D. Fuller. Un Modelo Colaborativo para el Manejo de Conocimiento Estructurado. *Proceedings of the Sixth Interamerican Conference on Engineering and Technology Education (INTERTECH 2000)* . Cincinnati, Ohio, USA. June 14 V16, 2000.
 21. Sánchez, J. (2000). Usability and cognitive impact of the interaction with 3D virtual interactive acoustic environments by blind children. *Journal of Cyberpsychology and Behavior, CP&B* (in press).
 22. Baloian, N., Hoppe, H.U.; Pino, J.A.: A Teaching/Learning approach to CSCL, IEEE Comp. Science press, Los Alamitos, CA(USA) *33rd Annual Hawaii International Conference on System Science*. Maui, HI(USA), Jan 4-7, 2000.

23. Tewissen, F., Baloian, N., Hoppe, H.U., Reimberg, E.: "MatchMaker" Synchronising Objects in Replicated Software-Architectures. *Proceedings of the CRIWG-2000*, October 2000 Madeira, Portugal. Published by IEEE Computer Society Press. PR00828 pp 60-67.
24. Sánchez, J. (2000). Learning with Internet: Myths and Realities. *Proceedings 4th Iberoamerican Congress on Informatics and Education, RIBIE 2000*, Viña del Mar, Chile. December 2000.
25. Sánchez, J. (2000). Interactive virtual environments for blind children: Usability and cognition. *Proceedings 4th Iberoamerican Congress on Informatics and Education, RIBIE 2000*, Viña del Mar, Chile. December 2000.
26. Sánchez, J. (2000). Usability and cognitive impact of the interaction with 3D virtual interactive acoustic environments by blind children. *Proceedings of the 3rd International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies*, pp. 67-73. September 23-25, 2000, Alghero, Sardinia, Italy.
27. Sánchez, J. (2000). Interactive virtual environments to assist the cognition of blind children. *Proceedings of the VII Iberoamerican Scientific Conference, CYTED*, Panamá, May 8th, 2000.
28. Sánchez, J. (2000). Sharing best practice. *The Stockholm Challenge Award Seminars 2000*. Stockholm, Sweden.
29. Sánchez, J. (2000). Interactive worlds for blind children: computing, usability, and cognition. *Proceedings of NIMIS Workshop: Designing tomorrow's classrooms today, collaborative technologies for early literacy*. Waldeck, Germany.
30. Sánchez, J. (2000). 3D interactive games for blind children. *Proceedings of Technology and Persons with Disabilities, CSUN 2000*. Los Angeles, USA.
31. Sánchez, J. (2000). Usability and cognitive impact of the interaction with 3D virtual interactive acoustic environment by blind children. *Medicine Meets Virtual Reality: 7*, Newport Beach, California, USA.
32. S. Ochoa, D. Fuller. Presente y Futuro de la WEB: Impacto en las Personas y en las Organizaciones. *Memorias del 4º Congreso Internacional de Informática*. San Juan, Argentina, del 20 al 23 de Octubre 1999.
33. S. Ochoa, O. Herrera. Ambientes Integrados de Apoyo a la Educación a través de Internet: Un Análisis Crítico. *Memorias del 4º Congreso Internacional de Informática*. San Juan, Argentina, del 20 al 23 de Octubre 1999.
34. Borges M.R., Pino, J.A. "PAWS: Towards a Participation Approach to Business Process Reengineering", IEEE Comp. Soc. Press. Los Alamitos, CA (USA), *Proc. of the 5th International Workshop on Groupware (CRIWG'99)*. Cancun, Mexico, Sep. 22-24, 1999, pp. 262-268.
35. Borges, M.R., Pino, J.A., "Awareness Mechanisms for Coordination in Asynchronous CSCW", *Proc. of the 9th Annual Workshop on Information Technologies and Systems (WITS'99)*. Charlotte, NC (USA), Dec. 11-12, 1999, pp. 69-76
36. Portugal, R., Guerrero, L. y Fuller, D. A Software Architecture for the Development of Collaborative Web Applications. *Proceedings of the ISCA 12th International Conference*, Atlanta, Georgia, {EEUU, Noviembre, 1999, pp. 91-94.
37. N. Baloian, J.A. Pino, U. Hoppe: "Intelligent navigation support for lecturing in an electronic classroom". In *Artificial Intelligence in Education* IOS Press, Amsterdam 1999, pages. 606-610.
38. Guerrero, L., y Fuller, D. Design Patterns for Collaborative Systems. *Proceedings of the 5th International Workshop on Groupware, CRIWG'99*, IEEE CS Press, Cancún, México, Septiembre, 1999, pp. 270-277.
39. Guerrero, L. y Fuller, D. A Web-Based OO Platform for the Development of Multimedia Collaborative Applications. *Decision Support Systems Journal*, Vol.27, No.3, noviembre, 1999, pp. 257-270.
40. Portugal, R., Guerrero, L., y Fuller, D. A Customizable Collaborative Virtual Environment on the

- Web. *Proceedings of the 5th International Workshop on Groupware, CRIWG'99*, IEEE CS Press, Cancún, México, Septiembre, 1999, pp. 328-335.
41. Portugal, R., Guerrero, L., y Fuller, D. DeskTOP: A Virtual Environment on the Web to Promote Social Interaction and Collaborative Work. Poster *Proceedings of the 8th International World Wide Web Conference*, Toronto, Canadá, Mayo, 1999, pp. 66-67.
 42. Guerrero, L., Portugal, R. and Fuller, D. TOP: A Platform for the Development of Web Interfaces and Collaborative Applications. *CLEI Electronic Journal* (ISSN 0717-5000). Volume 2, Number 2: December 1999.
 43. Sánchez, J. , Lumbreras, M. (1999). Virtual Environment Interaction through 3D Audio by Blind Children . *Journal of Cyberpsychology and Behavior, CP&B* 2(2), pp. 101-111.
 44. Sánchez, J. (1999). Interactive 3D sound hyperstories for blind children. *Proceedings of ACM-CHI* , pp. 318-325.
 45. Sánchez, J. , Lumbreras, M. (1999). Virtual environment interaction through 3D audio for blind children. *Medicine Meets Virtual Reality : 7*, San Francisco, USA.
 46. J.A. Pino: "Information Access for a Deep Democracy". *Proc. of the ASIS Annual Meeting* 35, 1998, pp. 542-548.
 47. Lumbreras, M. , Sánchez, J. (1998). 3D aural interactive hyperstories for blind children. *International Journal of Virtual Reality* 4(1), 20-28.
 48. J.A. Pino, H.A. Mora: "Scheduling meetings using participants preferences". *Information Technology and People* 11, 1998, pp. 140-151.
 49. Guerrero, L. y Fuller, D. Objects for Fast Prototyping of Collaborative Applications. *Proceedings of the 4th CYTED-RITOS International Workshop on Groupware, CRIWG'98* , Rio de Janeiro, Brasil, Septiembre, 1998.
 50. Guerrero, L., Portugal, R. y Fuller, D. TOP: Una Plataforma para el Desarrollo de Interfaces y Aplicaciones Colaborativas sobre Web. *Memorias de la Conferencia Latinoamerica de Informática, CLEI'98* , Quito, Ecuador, Octubre, 1998, pp. 667-678.
 51. Sánchez, J. , Cernuzzi, L.(1998). Web site interaction design for children with disabilities. *International Conference on Technology and People with Disabilities* . California, USA.
 52. Lumbreras, M. , Sánchez, J. (1998). 3D Aural interactive hyperstories for blind children. *The 2nd European Conference on Disability, Virtual Reality, and Associated Technologies* . Skovde, Sweden.
 53. Sánchez, J.(1998) Interactivity in virtual environments. *Proceedings of the International Workshop on Interactive Technologies* , Ciudad Real, Spain.
 54. Sánchez, J.(1998) Interactivity in learning environments. *Proceedings 4th Iberoamerican Congress on Informatics and Education, RIBIE 98* , Brasilia, Brasil. October 1998.
 55. Baloian, N.; Gassner, K.; Hoppe, H.U.: Integration of external WWW-Documents into the electronic classroom. *Proceedings of the ED-MEDIA 97 Conference* , Calgary, Canada. July 1997.
 56. Lumbreras, M , Sánchez, J.(1997). Hyperstories: A model to specify and design interactive Educational stories. En R. Baeza (Editor). *Computer Science* , USA: Editorial IEEE Computer Society, pp. 135-146. Los Alamitos, California.
 57. Sánchez, J. , Lumbreras, M.(1997). HyperHistoires: narration interactive dans des mondes virtuels. En Balpe, J., Lelu, A., Nanard, M. & Saleh, I. (Editors). *Hypertextes et Hypermédias* . Paris: Editorial Hermes, Vol. 1, 2-3-4, pp. 329-338.
 58. Sánchez, J. , Alonso, O. (1997). GUI evaluation through Web. En Smith, M., Salvendy, G., Koubek, R. (Editores). *Advances in Human Factors: Design of Computing Systems: Social and Ergonomic Considerations* , 21B, New York: Elsevier Publishers.
 59. Fuller, D., Guerrero, L. A Web-based OO Platform for the Development of Didactic Multimedia

- Collaborative Applications. *Proceedings of the 7th Annual Workshop on Information Technologies & Systems, WITS'97*, Atlanta, EEUU, Diciembre, 1997, pp. 257-266.
60. Guerrero, L y Fuller, D. CLASS: A Computer Platform for the Development of Education's Collaborative Applications. *Proceedings of 3th CYTED-RITOS International Workshop on Groupware*, CRIWG'97, Madrid, España, Octubre, 1997, pp. 51-60.
 61. R. Baeza-Yates and J. A. Pino. A first step to formally evaluate collaborative work. In *ACM GROUP'97*, pages 56--60, Phoenix, AZ, USA, November 1997.
 62. Espinosa, J., Pino, J.A., Pollard, P. "On the development of a SISCO implementation using Java", *Proc. of the 3rd International Workshop on Groupware (CRIW'97)*, Madrid, Spain, Oct. 1-3, 1997, pp. 17-24.
 63. Pino, J.A., Mora, H.A. "Scheduling meetings with guests approval" IEEE Comp. Soc. Press, Los Alamitos, CA (USA). *Proc. of the XVII Int. Conf. of the SCCC*, Valparaíso, Chile Nov. 10-15, 1997, pp. 132-189.
 64. Borges, M.R., Pino, J.A., Fuller D.A., Salgado, A.C. "Key issues in the design of an Asynchronous System to Support Meeting Preparation", *Proc. of the 7th Annual Workshop on Information Technologies and Systems (WITS'97)*. Atlanta, GA(USA), Dec. 13-14, 1997, pp. 130-137.
 65. Sánchez, J., Lumbreras, M., Silva, J. (1997). Virtual reality and learning: trends and issues. *Proceedings of The Fourteenth International Conference on Technology and Education*, Oslo, Norway, August.
 66. Sánchez, J.(1997). Hyperstories for people with disabilities. *Conference on Technology for People with Disabilities, CSUN 97*, Los Angeles, USA.
 67. Cernuzzi, L., Kreitmayr, Sánchez, J.(1997). *Supporting the design of hypermedia stories. Proceedings of ED-MEDIA '97*, 385-395, Vancouver, Canadá.
 68. Lumbreras, M., Sánchez, J.(1996). Hyperstories for learning. En Nanard, M(Editor) *Workshop in Computing, Hypermedia Design*, Springer-Verlag, ISBN 3-540-199-85-3.
 69. Eterovic, Y., Fuller, D., Pino, J.A. "Building Synchronous Collaborative Applications with Colloquium", *Proc. of the 2nd. International Workshop on Groupware (CRIWG'96)*. Puerto Varas, Chile, Sept. 1996, pp. 109-122
 70. Pino, J.A., Salgado, A.C. "A Visual Interface for Versionable Objects in a Cooperative Environment", *Proc. of the 2nd. International Workshop on Groupware (CRIWG'96)*. Puerto Varas, Chile, Sept. 1996, pp. 11-21.
 71. J.A. Pino: "A visual approach to versioning for text co-authoring". *Interacting with Computers* 8, 1996, pp. 299-310.
 72. G. Bellasai, M. Borges, D.A. Fuller, J.A. Pino, A.C. Salgado: "An IBIS-based model to support group discussions". In *Information Systems and Technology in the International Office of the future* (B. Glasson, D. Vogel, P. Bots and J. Nunamaker, eds.), Chapman and Hall, Londn, 1996; pp. 49-62.
 73. Sánchez, J., Cernuzzi, L., Lumbreras, M. (1996). Hyperstories for hyperlearning. *Proceedings of the 3rd Iberoamerican Congress on Informatics and Education, RIBIE 96*, Barranquillas, Colombia, July1996.
 74. Sánchez, J., Lumbreras, M. (1996). A methodology to construct hyperstories. *Proceedings of the 3rd Iberoamerican Congress on Informatics and Education, RIBIE 96*, Barranquillas, Colombia, July 1996.
 75. Cernuzzi, L., Sánchez, J. (1996). Hyperstories for people with disabilities. *Proceedings of the Second Iberoamerican Congress on Augmentative and Alternative Communication*, Viña del Mar, Noviembre 14-16.
 76. Sánchez, J., Cernuzzi, L.(1996). Hyperstories for thinking. *Proceedings of The Thirteenth International Conference on Technology and Education*, Volume 2, 647-649, New Orleans, USA,

March.

77. Lumbreras, M., Barcia, M. , Sánchez, J. (1996). A 3D sound hypermedial system for the blind. *Proceedings of The 1st European Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies* , 187-191, Maidenhead, UK.
78. Sánchez, J. , Lumbreras, M.(1996). Hyperstories for creative thinking. *Proceedings of ED-MEDIA '96* , 805, Boston, USA, July.
79. Sánchez, J. , Alonso, O.(1996). A web-based tool to evaluating user-computer interaction. *Proceedings of WebNet 96* , 776-778. San Francisco, California, USA.

Ingeniería de software

1. Bastarrica, M. C., Caballero, R. E., Demurjian, S. A., Shvartsman, A. A. "Two Optimization Techniques for Component-Based Systems Deployment". Aceptado en la *XIII International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, SEKE'2001* , Buenos Aires, Argentina, Junio, 2001.
2. Bastarrica, M. C., Demurjian, S. A., Shvartsman, A. A. ``Comprehensive Specification of Distributed Systems Using I5 and IOA , IEEE Press, pp.74-82, Santiago, Chile, Noviembre, 2000.
3. Bastarrica, M. C., Craig, S., Demurjian, S. A., Shvartsman, A. A. "Structural Specification of a Distributed System Using I5. *Proc. Of the 5th International Conference on Computer Science and Informatics, IC2000* , Atlantic City, Febrero de 2000.
4. Jens Hardings and Luis Mateu, "Una aplicación de patrón de composición para realizar animaciones", *Proceedings of the XXVI Conferencia Latinoamericana de Informática* , Mexico, Sept. 2000.
5. Luis Mateu and J. M. Piquer, "Safe-threads: a New Model for Object-Oriented Multi-Threaded Languages", *Proceedings of the XIX International Conference of the Chilean Society of Computer Science , IEEE*, October, 1999.
6. Smarkusky, D., Demurjian, S., Bastarrica, M, y Ting, T.C., "Role-Based Security and Java", in *Database Security, XII: Status and Prospects* , Capítulo 13. S. Jajodia (ed.), Kluwer, 1999.
7. Bastarrica, M. C., Demurjian, S. A., Shvartsman, A. A. "A Framework for Architectural Specification of Distributed Object Systems." *Studia Informatica* , Vol. 5, pp. 127-148, 1999.
8. Bastarrica, M. C., Demurjian, S. A., Shvartsman, A. A. "I5: A Framework for Specifying Object-Oriented Distributed Systems." *Proc. Of the 3rd International Conference on Principles of Distributed Systems, OPODIS'99* , Hanoi, Vietnam, Octubre de 1999.
9. M. Cecilia Bastarrica, Alex A. Shvartsman, Steven A. Demurjian. "A Binary Integer Programming Model for Optimal Object Distribution.". *Proceedings of the 2nd International Conference On Principles Of Distributed Systems, OPODIS'98* , Amiens (Francia), Diciembre, 1998.
10. M. Cecilia Bastarrica, Steven A. Demurjian Sr., Alexander A. Shvartsman, "Software Architectural Specification for Optimal Object Distribution.". *Proceedings of the XVIII International Conference of the Chilean Computer Science Society* , IEEE Press, Antofagasta, Chile, Noviembre, 1998.
11. J. M. Piquer, I. Visconti, Indirect Reference Listing: A Robust Distributed GC, *EuroPar'98* , Southampton, UK, Septiembre 1998, Lecture Notes in Computer Science, N. 1470, pp. 610 -- 619.
12. D. Smarkusky, S. Demurjian, M. C. Bastarrica, T.C. Ting, "Security Capabilities and Potentials of Java.", en *Proc. of Twelfth IFIP WG 11.3 Working Conference on Database Security* , Chalkidiki, Grecia, Julio 1998
13. Luis Mateu, J. M. Piquer and Juan León, "Resurrecting Ada's Rendez-Vous in Java", *Proceedings of the XVIII international Conference of the Chilean Society of Computer Science* , IEEE, pp. 106-112, November 1998.

14. José M. Piquer, Indirect Distributed Garbage Collection: Handling Object Migration, *ACM Transactions on Programming Languages and Systems (TOPLAS)* , Vol. 18, No. 5, Septiembre 1996, pp. 615-647.
15. José M. Piquer, Distributed Shared Memory Based on Group Large Causality, *EuroPar'96* , Lyon, Francia, Agosto 1996, *Lecture Notes in Computer Science*, N. 1123, pp. 532--537.
16. M. Cecilia Bastarrica, Leopoldo Bertossi, Ricardo Valdivia. "Optimización Semántica de Consultas: Un Caso Práctico." *Revista de la Sociedad Chilena de Ciencia de Computación* , 1,1, pp. 31-44, 1996.

Visualización y modelización científica

1. B. Simpson, N. Hitschfeld, M C. Rivara: Approximate shape quality Mesh Generation. Aceptado para publicación en *Engineering With Computers* , Fecha probable: segundo semestre del 2001.
2. A. Plaza and M.C. Rivara, On the adjancencies of triangular meshes based on skeleton-regular partitions, To appear in *Journal of Computational and Applied Mathematics*.
3. N. Hitschfeld, L. Villablanca, J. Krause, M.C, Rivara, Improving the quality of meshes for the simulation of semiconductor devices using LEPP-based algorithms, resumen aceptado para el *3rd Symposium on Trends in Unstructured Mesh Generation* , que forma parte del 6th U. S. National Congress on Computational Mechanics, Dearborn, Michigan, Agosto 1-4, 2001.
4. M. C. Rivara, N. Hitschfeld, B. Simpson: Terminal-edges Delaunay (small-angle based) algorithm for the quality triangulation problem. *Computer-Aided Design (CAD)* , Vol. 33, páginas 263-277, Marzo 2001.
5. B. Simpson, N. Hitschfeld, M.C. Rivara: Approximate Quality Mesh Generation Based on Small Edge Details, *Actas del 9th Annual International Meshing Roundtable* , October 2-5, 2000, New Orleans, U.S.A, pp: 411-422.
6. N. Hitschfeld, M.C. Rivara: Quality nonobtuse boundary and/or interface Delaunay triangulations. *Actas del 7th International Conference on Numerical Grid Generation in Computational Field Simulations* , September 25-28, 2000, Whistler, British Columbia, Canada, pp: 285-294.
7. Nancy Hitschfeld, Gonzalo Navarro y Rodrigo Fariás. Tesselations of Cuboids with Steiner Points. *En Proceedings of the 9th International Meshing Roundtable* , 2000, páginas 275--282.
8. M. C. Rivara and N. Hitschfeld. "LEPP-Delaunay algorithm: a robust tool for producing size-optimal quality triangulations." *Proc. of the 8th Int. Meshing Roundtable* , pages 205-220, October 1999.
9. N. Hitschfeld, M. C. Rivara, M. Palma: Improving the quality of Delaunay triangulations for the control volume discretization method. *Simulation of Semiconductor Processes and Devices* , Springer-Verlag, pp: 189-192, 1998. (SISPAD'98)
10. M.C. Rivara and P. Inostroza. Using longest-side bisection techniques for the automatic refinement of Delaunay triangulations. *International Journal for Numerical Methods in Engineering* , 40:581-597, 1997.
11. M.C. Rivara, Longest-edge algorithms for the refinement and/or improvement of triangulations, In *Numerical Methods in Mechanics* , C. Conca and G. Gatica (editors). Addison Wesley Longman Limited, Harlow, 1997, pp. 131-140.
12. M.C. Rivara. "New longest-edge algorithms for the renement and/or improvement of unstructured triangulations." *Int. J. Num. Methods* , 40:3313-3324, 1997.
13. M.C. Rivara and M. Palma, "New LEPP algorithms for quality polygon and volume triangulation: Implementation issues and practical behavioir," In *Trends in unstructured mesh generation* . Eds: S. A. Cannan, S. Saigal. AMD-Vol. 220, ASME Publication, pp. 1--8, 1997.
14. N. Hitschfeld, M.C. Rivara: Non-obtuse boundary Delaunay triangulations. *Actas del 6th Annual*

- International Meshing Roundtable* . Octubre 1997, Park City, Utah, Estados Unidos, pp: 391.
15. M.C. Rivara and G. Iribarren. The 4-triangles longest-side Partition of Triangles and linear Refinement Algorithms. *Mathematics of Computation*, 65(216):1485--1501, october 1996.
 16. M.C. Rivara and M. Venere. Cost Analysis of the longest-side (triangle bisection) Refinement Algorithms for Triangulations. *Engineering with Computers* , 12:224--234, 1996.
 17. M.C. Rivara, "New mathematical tools and techniques for the refinement and/or improvement of unstructured triangulations", *5th. International Meshing Roundtable'96* , Sandia National Laboratories, pp. 77--86, (1996).
 18. N. Hitschfeld, R. Farias: 1-irregular element tessellation in Mixed Element Meshes for the Control Volume Discretization Method. *Actas del 5th Annual International Meshing Roundtable* . Octubre 1996, Pittsburgh, Pennsylvania, Estados Unidos, pp: 195-204.
 19. N. Hitschfeld: Generalization of Modified Octrees for Geometric Modeling. *Geometric Modeling: Theory and Practice. The state of the art* , Springer-Verlag, pp 260-272, 1997. (Blaubeuren II'96)

Algoritmos y fundamentos

Notar que muchos trabajos publicados en otras áreas se pueden considerar comode algoritmos. En esta lista incluimos solamente aquellos que se pueden considerar como de algoritmos puros.

1. C. Gutiérrez Equations in Free Semigroups with involution and their relation to Equations in Free Groups. Por aparecer en *Theoretical Computer Science* .
2. C. Gutiérrez, Normal forms for connectedness in categories *Annals of Pure and Applied Logic* , 108 (1-3) (2001) pp. 237-247
3. Patricio V. Poblete. Analysis of an Adaptive Algorithm to Find the Two Nearest Neighbors. *Algorithmica* 29(1): 227-237 (2001).
4. V. Diekert, C. Gutiérrez, Ch. Hagenah, The existential theory of equations with rational constraints in free groups is PSPACE-complete, en: A. Ferreira, H. Reichel Ed., *Proc. of the 18th. STACS* , Lecture Notes in Computer Science Vol. 2010, pp. 170-182, Springer, 2001.
5. D. Dougherty, C. Gutiérrez, Normal Forms and Reduction for Theories of Binary Relations. En: L. Bachmair Ed., *Rewriting Techniques and Applications, 11th Int. Conf. RTA-2000* , Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1833, pp. 95-109, Springer, 2000.
6. C. Gutiérrez, On Free Inverse Semigroups, *Semigroup Forum* , Vol. 61 (2000), pp. 154-158.
7. C. Gutiérrez, Satisfiability of Equations in Free Groups is in PSPACE, *Proc. 32nd ACM Symposium on the Theory of Computing, STOC* , ACM Press, 2000, pp. 21-27.
8. C. Gutiérrez, Equations in Free Semigroups with Anti-involution and their relation to Equations in Free Groups. En: Gonnet, G. y Panario, D. (Eds.), *LATIN 2000: Theoretical Informatics* , Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1776, pp. 387-396, Springer 2000.
9. Baeza-Yates, R. and Soza-Pollman, H. Optimal Bounded Disorder, *XXVI Latinamerican Conference on Informatics* , Mexico City, September 2000.
10. R. Baeza-Yates and P. Poblete. Searching. In Mikhail Atallah, editor, *Handbook on Algorithms and Theory of Computation* , chapter 2. CRC Press, 1999.
11. C. Gutiérrez, A Categorical Rewrite Theorem. Resumen. *The Bulletin of Symbolic Logic* , Vol. 5, No. 4, Dec. 1999, p'ag. 504.
12. Ricardo Baeza-Yates, Ricard Gavaldá, Gonzalo Navarro y Rodrigo Scheihing. Bounding the Expected Length of Longest Common Subsequences and Forests. *Theory of Computing Systems (TOCS)* 32(4):435--452, 1999.
13. Edleno de Moura, Gonzalo Navarro y Nivio Ziviani. Linear Time Sorting of Skewed Distributions.

- En *Proceedings of SPIRE'99*, páginas 135--140. IEEE CS Press.
- 14.R. Baeza-Yates and H. Soza-Pollman. Analisis of linear hashing revisited. *Nordic Journal of Computing*, 5:70--85, 1998.
 - 15.C. Gutiérrez, Satisfiability of Word Equations with Constants is in EXPSPACE. *Proc. 39th Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science, FOCS*, 1998, IEEE Computer Soc. Press, pp. 112-119.
 - 16.C. Gutiérrez, Solving Equations in Strings: On Makanin's Algorithm. En: Lucchesi, C. y Moura, A. (Eds.), *LATIN 98: Theoretical Informatics*, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1380, pp. 358-373, Springer 1998.
 - 17.M. Marín and R. Baeza-Yates. Parallel Priority Queues using Binary Tournaments. In *XXIV Latin American Conference on Informatics, CLEI'98*, volume 2, Quito, Ecuador, Oct. 1998, 1093-1102.
 - 18.R. Baeza-Yates, J. Gabarro and X. Messeguer. Fringe Analysis of Synchronized Parallel Algorithms on 2--3 trees. In *RANDOM'98*, Barcelona, Spain, Sept. 1998, LNCS 1518, Springer Verlag, 131-144.
 - 19.Alfredo Viola, Patricio V. Poblete. The Analysis of Linear Probing Hashing with Buckets. *Algorithmica* 21(1): 37-71 (1998)
 20. P. Flajolet, P. Poblete, and A. Viola. On the analysis of linear probing hashing. *Algorithmica* 22(4): 490-515 (1998).
 - 21.Alfredo Viola and Patricio V. Poblete, "Analysis of the total displacement in linear probing hashing," presented at the *3rd Dagstuhl Seminar in Analysis of Algorithms* (9 July 1997).
 - 22.P. Poblete, A. Viola and J.I. Munro, Analyzing the LCFS Linear Probing Hashing Algorithm with the Help of Maple. *Maple Technical Newsletter*, 4(1), pp. 8-13, Winter 1997.
 - 23.P. Poblete, A. Viola and J.I. Munro, The Diagonal Poisson Transform and its Application to the Analysis of a Hashing Scheme, *Random Structures & Algorithms*, 10, 1997.
 - 24.R. Baeza-Yates. Searching: An algorithmic tour. In Allen Kent and James G. Williams, editors, *Encyclopedia of Computer Science and Technology*, volume 37, pages 331--359. Marcel Dekker, Inc., 1997.
 - 25.R. Baeza-Yates, G. Quezada, and G. Valmadre. Visual debugging and automatic animation of C programs. In Peter Eades and Kang Zhang, editors, *Software Visualisation*, volume 7 of Software and Knowledge Engineering, chapter 3, pages 46--58. World Scientific, 1996
 - 26.R. Baeza-Yates and L. Fuentes. A framework to animate string algorithms. *Information Processing Letters*, 59(5):241--244, Sept. 1996.
 - 27.R. Baeza-Yates. *Bounded disorder: The effect of the index*. *Theoretical Computer Science*, 168:21-38, 1996.
 - 28.Viola A., Patricio V. Poblete. The Analysis of Linear Probing Hashing with Buckets. *European Symposium on Algorithms (ESA 1996)*: 221-233. LNCS v. 1136.
 - 29.Ricardo Baeza-Yates, Ricard Gavaldá y Gonzalo Navarro. Bounding the Expected Length of Longest Common Subsequences and Forests. Trabajo invitado. En N. Ziviani, R. Baeza-Yates y K. Guimarães (editores), *Proceedings of WSP'96*, Carleton University Press, páginas 1--15.
 - 30.Gonzalo Navarro y Ricardo Baeza-Yates. A Class of Linear Algorithms to Process Sets of Segments. En R. Cardoso (editor), *Proceedings of CLEI'96*. Volumen 2, páginas 671--682.

5.3.5. Referencias

- *TodoCL*, <http://www.todoel.cl>
- Varios artículos sobre la ciencia y la tecnología en Chile, Sociedad Chilena de Ciencia de la Computación, <http://www.sccc.cl>,

- Discurso del Presidente de la Republica ante el Congreso, 21 Mayo 2001.
- *Computer and Information Science and Engineering, National Science Foundation, U.S.A.* , <http://www.cise.nsf.gov> .
- Report to Computing Curricula 2001 Task Force, *Association for Computing Machinery* , <http://www.acm.org> .
- *Consejo Nacional pesquisas, Area Sociedade da Informacao* ,<http://www.cnpq.br> .