



# TALLER DE PROSPECTIVA EN INVESTIGACIÓN EN TICS

FICH

UNL

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS HÍDRICAS

## **Conclusiones**

Desde fines de 2011 y durante 2012, en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL) se realizó un análisis prospectivo de la investigación científica en el área de tecnologías de la información y la comunicación (TICs).

Este proceso tuvo como principal objetivo identificar líneas estratégicas para investigación (LEI) en el área de TICs, y en el contexto de la FICH-UNL, para un desarrollo a 10 años.

La etapa previa al taller de prospectiva permitió contar con el resultado de otras prospectivas realizadas a nivel nacional e internacional, que si bien en su mayoría poseen un perfil más tecnológico, sirvieron de referencia en muchas etapas de esta prospectiva.

El taller se llevó a cabo los días 25 y 26 de agosto de 2011, contando con una gran afluencia de participantes, bajo la coordinación de Lucas Luchilo (del Centro Redes).

Durante los meses posteriores al taller se realizaron consultas a diferentes referentes para completar el análisis y la justificación de las líneas estratégicas de investigación detectadas. Se consideraron dos formas de definir las líneas estratégicas de investigación: partiendo desde las temáticas propias de la disciplina y desde las aplicaciones a otras disciplinas o las necesidades sociales.

En el primer grupo se identificaron como estratégicas: las redes inteligentes, el modelado computacional adaptable con incorporación de datos en tiempo real, la interoperabilidad semántica y la visión por computadora. Entre las principales aplicaciones se detectaron como estratégicas: la alerta temprana y detección de desastres, la generación y el uso óptimo de energía, la seguridad en el transporte, la seguridad en la información, la bioinformática y los videojuegos.

A continuación, se detallan todas las etapas del proceso y la justificación de las líneas estratégicas de investigación seleccionadas.

## 1. Objetivos y metodología general

Esta actividad se propuso como un espacio de reflexión entre los investigadores para establecer líneas estratégicas para investigación (LEI) en TICs en la FICH.

El objetivo general fue identificar LEI en el área de TICs, en el contexto de la FICH-UNL, para un desarrollo a 10 años. Estas LEI deberían permitir expandir las áreas de investigación, aumentando la diversidad de las temáticas abordadas e incrementando la producción de la facultad en esta disciplina.

Además, se fijó como objetivo editar y publicar un documento acerca de las conclusiones y recomendaciones generales extraídas del taller, que se adopte como referencia en toda la comunidad, especialmente para los órganos de gobierno.

A partir de estas conclusiones se determinarán acciones tendientes a promover el desarrollo, el fortalecimiento y la consolidación de los grupos de investigación en el área. En ningún caso se busca limitar o restringir las posibilidades de investigación en otras áreas que no hayan sido identificadas en este taller.

Para los aspectos metodológicos se contó con la participación de expertos en prospectivas científico-tecnológicas. Básicamente, se desarrollaron las siguientes etapas:

1. Análisis preliminar
2. Taller de prospectiva
3. Consultas a referentes
4. Difusión de los resultados

Para el desarrollo se contó con el asesoramiento y la participación de investigadores del Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior (Centro Redes) : Mario Albornoz y Lucas Luchilo. Las actividades del taller se llevaron a cabo en dos días consecutivos. El primer día se realizaron reuniones con los miembros del Centro Redes, donde se analizaron los estudios previos y se terminó de definir la dinámica del taller en sí mismo.

Además, se brindaron cuatro conferencias:

- Lucas Luchilo (Centro Redes): “Definición de agendas de investigación y prospectiva”.
- Rosita Wachenchauzer, Universidad de Buenos Aires (UBA) - Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT): “FONSOFT: 5 años de experiencia”.
- Santiago Ceria (UBA, Fundación Sadosky): “Fundación Sadosky: ideas, proyectos y programas para la innovación en TICs”.

- Silvio Gonnet, Instituto de Desarrollo y Diseño (INGAR), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Tecnológica Nacional (UTN): “CEBIT 2011. Grupos de I+D Alemanes: misión latinoamericana”.

- Guillermo Duran (UBA, CONICET): “Aplicaciones de investigación operativa a problemas del mundo real” y “Algunas ideas para relanzar la matemática aplicada en la Argentina y sus vínculos con la investigación en informática”.

## 2. Otras prospectivas e informes relacionados

En esta sección se analizan brevemente los aspectos más relevantes de las conclusiones y lineamientos de varios informes y prospectivas recientes, relacionadas con el sector de las TICs. Todos estos documentos estuvieron a disposición de los participantes en el sitio web de la facultad durante las semanas previas al taller.

### 2.1 Prospectivas regionales

#### **Informe 2010 sobre investigación y desarrollo en TICs en la Unión Europea**

Comisión Europea, Luxemburgo, 2010

Este informe ofrece un análisis de las inversiones en I+D en el sector de TICs en la Unión Europea. Combina tres perspectivas complementarias: las estadísticas nacionales (que abarcan tanto gastos privados como públicos en I+D), los datos de las empresas y los indicadores de base tecnológica. La principal conclusión que puede resultar de interés para esta prospectiva es que la industria de las TICs, a nivel mundial, mantiene su posición como sector inversionista líder en I+D, debido a su dinamismo, su capacidad de innovación y a que suministra la tecnología de propósito general para el resto de la economía.

#### **Programa Flagship de la Unión Europea**

7mo. Programa Marco, UE, 2007-2011

Europa se dio cuenta hace unos años que su manera habitual de plantear la investigación era mediante pequeños avances en los campos, paso a paso. Este modelo no coincide con el norteamericano, donde dejan volar más su imaginación y plantean proyectos de más largo alcance. Por ello propuso esta iniciativa, que actualmente se encuentra en la fase final de un complicado proceso de selección. Tras una convocatoria preliminar de ideas, a la que se presentaron casi treinta proyectos, se eligieron seis, a los que se dotó de dos millones de euros

y un año para preparar las propuestas definitivas, de entre las cuales se quedarían sólo con dos. Los elegidos comenzarán con una asignación de 50 a 100 millones de euros para dos años, que saldrán del séptimo programa marco.

Los proyectos por los que la Comunidad Europea ha apostado son los siguientes:

- **FuturICT:** desarrollo de nuevos paradigmas para sistemas complejos que permitan aumentar la confiabilidad y sostenibilidad de las actividades humanas.
- **Graphene-CA:** utilización del grafeno como nuevo material para desarrollo de hardware en TICs.
- **Guardian Angels:** desarrollo de sistemas autónomos de monitorización de la salud y prevención.
- **HBP-PS:** modelado e investigación avanzadas sobre el funcionamiento de un cerebro completo.
- **ITFOM:** estudio y modelado de datos biológicos personales para el diagnóstico clínico individualizado.
- **CA-RoboCom:** desarrollo de robots inteligentes, con capacidades emocionales cognitivas y perceptivas, enfocados como compañeros de las personas.

### **Prioridades TICs de la Unión Europea**

Comisión Europea, Luxemburgo, 2011

El objetivo de esta prospectiva fue el de mejorar la competitividad de la industria europea y posibilitar que Europa domine y conforme la evolución de las TICs, de manera que las necesidades de su sociedad y su economía sean atendidas. Las actividades realizadas pretenden fortalecer la base científica y tecnológica de Europa y garantizar su liderazgo mundial en este campo, ayudar a impulsar y estimular la innovación de productos, servicios y procesos, y la creatividad mediante el uso de TICs, y asegurar que el progreso realizado se transforme rápidamente en beneficios para los ciudadanos europeos, las empresas, la industria y los gobiernos.

Los temas estratégicos seleccionados fueron:

- Nanoelectrónica, fotónica y sistemas micro/nano-integrados.
- Redes de comunicación ubicuas y de capacidad ilimitada.
- Sistemas embebidos, informática y control.
- Software, grids, seguridad y confiabilidad.
- Conocimiento, sistemas cognitivos y de aprendizaje.
- Simulación, visualización, interacción y realidades mixtas.

### **La investigación y el desarrollo en TICs en Iberoamérica**

Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad, 2011

Este informe presenta un panorama detallado de la investigación científica y del desarrollo tecnológico en el área de las TICs en Iberoamérica. Se ha buscado también dar cuenta de las principales tendencias registradas a nivel mundial en esta temática y su impacto y correlato con lo observado a nivel regional. En términos de la gran cantidad de citas que reciben en las revistas y de la intensidad de las relaciones existentes entre ellas, se destacan fuertemente trece disciplinas en Iberoamérica:

- Ingeniería eléctrica y electrónica.
- Informática e inteligencia artificial.
- Informática: teoría y métodos.
- Informática e ingeniería del software.
- Informática y sistemas de información.
- Informática y hardware.
- Matemáticas aplicadas.
- Investigación operativa y ciencias de la administración.
- Telecomunicaciones.
- Estadística y probabilidad.
- Administración de empresas.
- Óptica y sistemas de automatización y control.

## **2.2. Prospectivas a nivel de países**

### **Diseñando un futuro digital: investigación con fondos federales en TICs**

President's Council of Advisors on Science and Technology, EEUU, 2010

El programa de "Investigación y Desarrollo en Tecnologías de Redes y de Información" es el principal mecanismo por el cual el gobierno federal de EEUU coordina su red no clasificada de I+D en TICs. El programa ayuda a asegurar un aprovechamiento efectivo de las fortalezas propias, evita la duplicación y aumenta la interoperabilidad en áreas críticas como la supercomputación, las redes de alta velocidad, la seguridad cibernética, la ingeniería de software y la gestión de la información.

Las principales recomendaciones del reporte para utilizar los recursos de este programa son:

- TICs y sociedad: aumentar estudios sobre la interacción hombre-computadora para comprender y avanzar en la colaboración hombre-máquina y la

resolución de problemas en un entorno de red y en línea.

- TICs y entorno físico: diseñar y fabricar sensores para dominios específicos y que resulten más baratos, más pequeños, mejor envasados, de menor potencia y más autónomos que los disponibles en la actualidad.

- Manejo y análisis de datos a gran escala: investigar en la recopilación, el almacenamiento, la gestión y el análisis de datos.

- Sistemas confiables y seguridad cibernética: encontrar formas más efectivas de construir sistemas confiables y asegurar la ciberseguridad.

- Sistemas escalables y redes: asegurar que los sistemas en red se adaptarán a las necesidades siempre cambiantes de las aplicaciones, a las capacidades generadas por las nuevas tecnologías y a la evolución de las necesidades de seguridad y privacidad.

- Creación y evolución de software: mejorar el diseño de sistemas y la programación para la escalabilidad, los paradigmas para el paralelismo en múltiples niveles de granularidad, software para sistemas heterogéneos que impliquen interacción con el mundo físico y para los que incorporen la interacción humana.

- Computación de alto desempeño (HPC): investigar los fundamentos de las arquitecturas, con algoritmos y el software para la próxima generación de sistemas HPC. Desarrollar sistemas capaces de: (a) analizar grandes cantidades de datos, tanto numéricos y no numéricos, de manera eficiente; (b) manejar problemas que requieran respuesta en tiempo real, y (c) acelerar las nuevas aplicaciones.

#### **TICS 2020: Investigación para las innovaciones**

Ministerio Federal de Educación e Investigación, Alemania, 2007

Este informe establece las bases y prioridades del programa alemán de TICs hasta el año 2020. Entre las propuestas de futuros desarrollos a apoyar por el programa se destacan los siguientes temas:

- Nuevos chips.
- Nanomódulos.
- Software y redes inteligentes.
- Grids y supercomputadoras.
- Sistemas de sensores.
- Control de potencia.
- Computadoras y robots sensitivos.

## **2.3. Prospectivas en Argentina**

### **Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva**

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, Argentina, 2011

El plan tiene como objetivos principales: el fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y el desarrollo de la cultura emprendedora y de la innovación. El logro de ambos objetivos contribuirá a un posicionamiento más destacado de nuestro país en un escenario mundial que hoy y en el futuro próximo exigirá la multiplicación de estas capacidades para atender una demanda creciente y sofisticada en bienes y servicios.

En el mismo se han seleccionado los siguientes temas estratégicos, que si bien van mucho más allá de las TICs, en la mayoría de los casos requieren de desarrollos importantes en esta disciplina:

- Mejoramiento de cultivos y desarrollo de semillas.
- Procesamiento de materias primas para la producción de alimentos.
- Producción animal.
- Productos biotecnológicos.
- Desarrollo de cultivos energéticos.
- Transformación de recursos naturales en productos industriales de alto valor agregado.
- Agricultura de precisión.
- Electrónica.
- Nuevos materiales.
- Tecnologías aplicadas en equipos y procesos utilizados en la industria.
- Bioenergía y bioproductos.
- Energías renovables.
- Explotación no convencional de hidrocarburos.
- Generación distribuida de electricidad-redes inteligentes.
- Manejo de recursos hídricos.
- Remediación ambiental.
- Reciclado de residuos.
- Cambio climático.
- Reducción de las emisiones de gases con efecto invernadero (GEIs).
- Hábitat.
- Economía social.
- Inclusión social.
- Enfermedades infecciosas.

- Enfermedades crónicas complejas asociadas a adultos.
- Vacunas.
- Medicina regenerativa.
- Nanomedicina.
- Fitomedicina.
- Genómica y proteómica.
- Bioinformática.

### **Libro Blanco de la Prospectiva TIC**

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, Argentina, 2008

En este informe se presenta el ejercicio de prospectiva sobre las TICs en Argentina del año 2008. Este trabajo es resultado de la reunión de más de 150 actores relevantes de la industria y la comunidad TICs que buscaron identificar las tecnologías, las áreas de aplicación y de negocios que deberían impulsarse prioritariamente en Argentina en el área de las TICs en los próximos años. Para esto se visualizaron las líneas de investigación que deberían generarse/fortalecerse, se describió la educación necesaria para el desarrollo de las TICs y se pensó cómo impulsar la interacción público-privada-académica. El método que se siguió fue el estudio de las áreas de aplicación, las áreas tecnológicas y las áreas transversales.

- Las áreas de aplicación relevadas son: Industria, Agro, Gobierno, Servicios, Contenidos y Seguridad.
- Las áreas tecnológicas son: Ingeniería de Software, Señales, Tecnologías de las Imágenes, Software Embebido, Micro y Nanoelectrónica.
- Finalmente, las áreas transversales son: Educación y Capital Humano, Innovación e I+D y Diáspora.

### **Taller de TICs en educación**

Consejo Interuniversitario Nacional, Argentina, 2009

Este taller se llevó a cabo en la ciudad de Santa Fe en junio de 2009 y analizó el estado y las necesidades de las TICs en el ámbito de la educación en nuestro país.

Se consideraron tres sub-áreas de relevancia:

- Innovación tecnológica para soporte de los procesos de enseñanza-aprendizaje.
- Usos e impactos de las TICs en educación.
- TICs para la inclusión y el desarrollo social.

## **3. Conferencias dictadas**

A continuación se resumen los principales aportes realizados por los conferencistas invitados.

### **Definición de agendas de investigación y prospectiva** Lucas Luchilo (Centro REDES)

El disertante presentó los objetivos del taller y la definición de agendas como problema de políticas públicas.

Las principales preguntas que se deberían hacer son:

- ¿Qué debe ser hecho?: se debe identificar la tendencia en la producción de conocimientos científicos y tecnológicos en campos específicos.
- ¿Por qué?: hay que hacer un juicio de valor sobre esas tendencias, sobre cuáles de todos los temas posibles son importantes o legítimos.
- ¿Para qué?: se debe identificar la finalidad que se desea alcanzar (ganar el Premio Nobel, resolver un problema regional relevante, fortalecer un área de docencia, etc.).
- ¿Por quién?: se debe identificar a los actores relevantes (investigadores, financiadores, usuarios, etc.).
- ¿Para quién?: se debe identificar a los destinatarios (definidos, imprecisos, acceso libre o restringido, etc.).
- ¿Con qué recursos?: se debe identificar las capacidades humanas, financieras, organizativas, de infraestructura y equipos.
- ¿En qué momento?: se debe identificar el contexto externo e interno.
- ¿Con qué instrumentos?: se debe identificar la suficiencia o insuficiencia de los instrumentos.

Además, es importante determinar quiénes definen y cómo se definen las agendas de investigación y prospectiva. Finalmente, destacó que se deben plantear escenarios a futuro, sobre el estado probable o deseable de la institución. Por ejemplo: ¿A diez años: cómo nos imaginamos que puede estar o cómo nos gustaría que esté la investigación en TICs en la FICH?

### **Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software: 5 años de experiencia**

Rosita Wachenchauzer (UBA, ANPCyT)

La disertante presentó los lineamientos básicos de FONSOFT, como fondo fiduciario que se creó en 2004 a partir de la sanción de la Ley de Promoción de la Industria del Software (Ley 25.922). El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva es su autoridad de aplicación y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica es su autoridad administradora.

A través de FONSOFT se establece el financiamiento de:

- Proyectos de investigación y desarrollo relacionados con las actividades de software y servicios informáticos.
- Programas de nivel terciario o superior para la capacitación de recursos humanos.
- Programas para la mejora en la calidad de los procesos de creación, diseño, desarrollo y producción de software.
- Programas de asistencia para la constitución de nuevos emprendimientos.

En la presentación se detallaron las características de estas líneas de financiamiento y se hizo una cronología y análisis de las adjudicaciones desde su creación, destacando las convocatorias anuales y de ventanilla permanente.

### **Fundación Sadosky: ideas, proyectos y programas para la innovación en TICs**

Santiago Ceria (UBA, Fundación Sadosky)

El disertante hizo una breve presentación de la Fundación Sadosky y posteriormente expresó algunas ideas sobre temas de prospectiva de investigación en TICs.

La Fundación Dr. Manuel Sadosky es una institución público-privada cuyo objetivo es favorecer la articulación entre el sistema científico-tecnológico y la estructura productiva en todo lo referido a TIC. Creada a través del Decreto Nro. 678/09 del Poder Ejecutivo Nacional, es presidida por el Ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Sus vicepresidentes son los presidentes de las cámaras más importantes del sector TIC: CESSI (Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos) y CICOMRA (Cámara de Informática y Comunicaciones de la República Argentina).

En cuanto a la visión respecto de lo que deberían ser líneas de interés en TICs, señaló que en primer lugar, esas líneas deberían atender las necesidades del país y aprovechar sus ventajas estratégicas.

Algunas líneas que enumeró son:

- TICs para energía y transporte.
- Reconocimiento de voz y procesamiento de lenguaje natural.
- Reconocimiento de imágenes.
- “-ilities” engineering.
- Software embebido.
- TICs para educación.

Señaló, además, la importancia de que se mejoren ciertos atributos de calidad (“ilities”) claves del software,

tales como confiabilidad, disponibilidad, usabilidad, seguridad e interoperabilidad.

### **CeBIT 2011. Grupos I+D alemanes: misión latinoamericana**

Silvio Gonnet (INGAR, CONICET/UTN)

El disertante contó su experiencia en CeBIT, feria líder a nivel mundial para el sector de las TICs. Fue la plataforma de la misión para presentar a los investigadores latinoamericanos el campo de cooperación existente para crear proyectos de innovación y desarrollo entre las dos regiones.

En esta oportunidad, el Ministerio Alemán de la Educación e Investigación (BMBF) invitó a 15 investigadores y científicos de América Latina a participar en su misión en I+D en el marco de la Feria CeBIT 2011, con el objetivo de instalar una red sostenible entre centros de investigación latinoamericanos y de Alemania, fomentando el intercambio de investigadores entre ambas regiones. La misión fue dirigida a representantes de universidades, de centros de investigación, de empresas con departamento I+D altamente activo, científicos.

Las instituciones participantes fueron universidades de Argentina (1), Brasil (2), Chile (2), Costa Rica (1) y México (3); centros de investigación aplicada, intermediarios industria-estado-academia de Brasil (3) y Chile (1) y empresas de Colombia (1) y México (1). Los principales eventos de la misión consistieron en la visita a la feria CeBIT en sí misma, ruedas de cooperación y visitas técnicas a centros de investigación e institutos I+D del sector.

Entre los temas destacados del CeBIT y los laboratorios visitados se pueden destacar:

- Web 3.0.
- Cloud computing.
- Urban management (smart cities).
- Smart home.
- Health & traffic application.
- AutoID/RFID.
- Business communications & networks.
- ICT infrastructure.
- IT security.

### **Aplicaciones de investigación operativa a problemas del mundo real**

Guillermo Durán (UBA, CONICET)

La pregunta que propuso Durán fue: ¿Por qué trabajar en aplicaciones desde la academia? La respuesta básicamente fue que la universidad pública debe estar vinculada con el medio externo, trabajando en la resolución de problemas del mundo real.

La Investigación Operativa (IO) es una disciplina que puede aportar mucho en este sentido, ya que consiste en el desarrollo de métodos y algoritmos capaces de analizar simultáneamente miles de variables y escenarios posibles, a fin de decidir políticas óptimas para un problema dado.

Algunas de las posibles aplicaciones de la IO se encuadran en: problemas de logística y transporte, planificación de la producción, distribución eficiente de recursos humanos, diseño de redes, planificación de horarios, diseño de fixtures deportivos, gestión de licitaciones, etc.

A continuación se presentaron casos de estudios realizados en proyectos vinculados con el Estado, con el sector privado y con organizaciones sin fines de lucro. Dichos estudios no sólo aportan a la solución de problemas del mundo real, sino que además presentan desafíos académicos concretos. Esto permite que se generen nuevos proyectos de investigación, se publiquen nuevos trabajos, surjan nuevos temas de tesis, etc. Es decir, el mundo de las aplicaciones también retroalimenta a la investigación en el mundo académico.

#### **Algunas ideas para relanzar la matemática aplicada en Argentina y sus vínculos con la investigación en Informática**

Guillermo Durán (UBA, CONICET)

La pregunta que propuso en este caso Durán fue: ¿Qué significa hacer Matemática Aplicada desde el ámbito académico? La respuesta fue: significa trabajar en investigación y desarrollo en temas de Matemática que sirvan para resolver problemas del mundo real. Esto vincula fuertemente a la Matemática con otras disciplinas como: la Informática, la Ingeniería, la Economía y la Física. Trabajar seriamente en el desarrollo de la Matemática Aplicada implica no descuidar ninguno de sus dos pilares: la investigación básica y las aplicaciones al sector productivo.

El disertante destacó la necesidad de contar con centros de excelencia que desarrollen ciencia básica de primer nivel, pero que también se preocupen por trabajar en la resolución de problemas del mundo real.

Por otra parte, mencionó la necesidad de acercarse a los diferentes organismos del Estado, empresas privadas y organizaciones sin fines de lucro, a efectos de mostrarles la potencialidad de las técnicas matemáticas modernas en la resolución de problemas del mundo real.

La interacción de matemáticos con físicos, licenciados en computación, meteorólogos, geólogos, químicos, biólogos, ingenieros o economistas es fundamental para encarar los problemas desde las distintas miradas y las distintas formaciones. También se deberían conseguir convenios de coopera-

ción y proyectos conjuntos entre las universidades públicas y los organismos estatales de CyT como el INTI, el INTA, la CNEA o INVAP.

Finalmente, señaló que cualquier política para fortalecer la Matemática Aplicada traerá de la mano más desarrollo en Computación, y desde esa óptica es bueno ver a ambas disciplinas como socias y no como competidoras.

## **4. Análisis prospectivo**

### **4.1. Organización del taller de prospectiva**

El estudio prospectivo se realizó fundamentalmente mediante un taller, con la participación de investigadores del área.

La actividad fue diseñada y guiada por Lucas Luchilo, especialista en estudios de prospectiva, con amplia experiencia en el manejo de grupos en este tipo de talleres.

Para asegurar la asistencia al taller se realizaron invitaciones de acuerdo a la estructura académica de la FICH, de forma progresiva, tal como se presenta a continuación:

- Directores de Departamento.
- Directores de PACT y Redes CAI+D.
- Directores de CAI+D.
- Investigadores del área: en principio hasta 15, dependiendo de los confirmados en los puntos anteriores.
- Alumnos de grado y posgrado (al menos dos por carrera).
- Equipo de gestión.

Luego, se realizó una invitación amplia, a través de los medios de comunicación de la facultad.

El taller, desarrollado en el segundo día de actividades, contó con una introducción metodológica por parte de Lucas Luchilo, quién explicó las pautas para el desarrollo y luego se procedió al trabajo en grupo en torno a las consignas para la prospectiva (ver Apéndice A). A continuación, se realizó una puesta en común y discusión de las conclusiones de todos los grupos.

### **4.2. Dimensiones de análisis**

Las líneas de investigación identificadas durante el taller fueron analizadas según las siguientes dimensiones:

- **El desarrollo previo de los grupos:** ¿hay grupos que ya trabajan en esta línea o en líneas cercanas o es

necesario conformar nuevos grupos?

• **Necesidades regionales:** ¿el desarrollo de la línea de investigación tendría un impacto importante a nivel regional, sólo lo tendría indirectamente o no sería aplicable en la región?

• **Desarrollo internacional de la disciplina:** ¿la comunidad internacional está interesada en el desarrollo de la línea de investigación? Por ejemplo: ¿se observa que las temáticas comienzan a tratarse en congresos internacionales? ¿Hay llamados para números especiales en revistas prestigiosas?

• **Impacto en docencia y servicios:** ¿hay una clara necesidad de desarrollo de esta temática a nivel de la carrera de grado? ¿Se considera que el desarrollo de la línea de investigación luego puede ser de importancia para la transferencia de los conocimientos a nivel de la carrera de grado? ¿Es necesario a nivel profesional? Para el caso de los servicios, ¿se prevé que puede haber una demanda de servicios a mediano plazo, que puedan estar basados en el desarrollo de un grupo de investigación en la línea propuesta?

• **Dotación de recursos humanos:** ¿existen recursos humanos formados que puedan llevar adelante la línea propuesta o deberían formarse investigadores y/o radicarse investigadores formados?

• **Necesidades de equipamiento e infraestructura:** para el desarrollo de la línea de investigación, ¿es necesaria una inversión importante en equipamiento o infraestructura? ¿Es una línea que no requiere equipamiento o infraestructura especial o ya se cuenta con ella?

• **Necesidad de asociación y existencia de socios potenciales:** para el desarrollo de la línea, ¿se requeriría formar grupos o redes con actores claves del resto del país o a nivel internacional? ¿Ya se poseen esos contactos, hay experiencias previas en temáticas similares, o con los recursos humanos y contactos locales se podría desarrollar sin problemas la nueva línea de investigación?

• **Fuentes de financiamiento existentes o potenciales:** las agencias de financiación de la investigación, a nivel nacional o internacional, ¿tienen a esta línea de investigación como una prioridad en sus instrumentos de financiación? ¿Se observa alguna tendencia a nivel de la comunidad europea o las principales agencias del resto del mundo? ¿Podrían conseguirse fondos importantes de otras fuentes no tradicionalmente orientadas a financiar investigación?

### 4.3. Líneas de investigación propuestas

A continuación se presenta un resumen del análisis de cada línea de investigación propuesta en el taller. Este análisis está basado en las discusiones del taller en sí mismo y los posteriores aportes recibidos por correo electrónico y en consultas personales. En el taller se distinguieron las líneas propias de la disciplina de aquellas en las que las TICs son usadas como una herramienta para resolver problemas de otras áreas.

A continuación, se detallarán las líneas propias de la disciplina y en la siguiente sección se listarán las principales áreas de aplicación.

Como marco de referencia para la primeras, en el Apéndice B se pueden encontrar los niveles 0 y 1 de la clasificación de la disciplina que hace la Association for Computing Machinery.

#### Líneas de investigación propias de la disciplina

##### 1. Redes inteligentes

Las redes inteligentes son redes de comunicación y procesamiento en las que la inteligencia está distribuida en sus nodos. Estas redes poseen un amplio rango de aplicaciones, como la gestión y operación de redes de servicios públicos, redes de alerta temprana y el sensoramiento remoto de variables físicas, químicas, biológicas, entre otras.

Como línea de investigación, es muy incipiente en la FICH, pero se podría formar un grupo a mediano plazo en esta temática, ya que poseería un alto impacto regional y es un tema de gran interés en investigación y desarrollo tecnológico a nivel mundial.

##### Fortalezas detectadas:

• Posee alto impacto regional e interés social, en general.

• Hay recursos humanos disponibles.

• Posee un carácter interdisciplinario dadas sus aplicaciones.

• Es un área de vacancia a nivel nacional.

• Es altamente transferible y de alto impacto en el sector socio-productivo.

##### Debilidades detectadas:

• Falta de datos reales para comenzar a desarrollarla: los datos son generalmente provistos por los interesados en el dominio de la aplicación. En el entorno cercano podría realizarse una asociación con investigadores de la FICH que poseen datos hidrológicos de la región.

- Falta de recursos humanos formados en el área de comunicaciones: para un desarrollo a mediano plazo se requerirían asociaciones con otras instituciones académicas fuertes en comunicaciones y repatriar profesionales con este perfil.

- Falta de infraestructura en electrónica (telecomunicaciones en particular): existen subsidios a nivel nacional para este tipo de equipamiento.

## **2. Modelado computacional adaptable con incorporación de datos en tiempo real**

Los modelos computacionales que más se han desarrollado no son adaptables durante su etapa de producción. Es decir, una vez que son puestos en funcionamiento, no poseen la capacidad de adaptarse automáticamente ante el cambio de las condiciones del contexto o ante la llegada de nuevos datos en tiempo real. El desarrollo de nuevos modelos con estas capacidades de adaptación es actualmente un gran desafío en diferentes áreas de aplicación de los modelos computacionales.

En esta línea se consideró que hay recursos humanos formados que podrían iniciarla, aunque implica una importante inversión en tiempo para el desarrollo inicial, ya que no se continúa directamente de lo que están investigando en la actualidad. Además, hay interesados directos en las aplicaciones, por ejemplo, para la incorporación de información temporal a sistemas de toma de decisiones o el modelado de la variabilidad de familias de productos.

### **Fortalezas detectadas:**

- Existen recursos humanos medianamente formados.
- Se puede llevar adelante con la infraestructura existente.
- Posee un impacto específico en varias áreas de aplicación en la región, pero también se puede extender rápidamente a otras áreas a largo plazo.

### **Debilidades detectadas:**

- Requiere un desarrollo significativo de la investigación básica: lo que implica un tiempo importante hasta poder mostrar los primeros resultados y aplicaciones.
- Puede haber dificultades para la formulación de un proyecto y la constitución de un equipo de trabajo.

## **3. Procesamiento de lenguaje natural**

El procesamiento del lenguaje natural es parte de la inteligencia artificial e incluye todo el amplio espectro de algoritmos para mejorar la comunicación entre personas y entre personas y máquinas.

Desde una perspectiva más acotada, se puede decir que incluye el análisis y procesamiento del habla

humana mediante computadoras, particularmente en forma de texto. En la actualidad, las tecnologías de procesamiento del lenguaje natural han resurgido con gran auge dado el crecimiento de las redes sociales.

### **Fortalezas detectadas:**

- Gran demanda desde las redes sociales y otras aplicaciones relacionadas.
- Mucha información disponible y de acceso relativamente sencillo.
- Facilidad de conseguir financiamiento dada la actualidad de la temática.
- No se requiere una especial inversión en infraestructura para su desarrollo.

### **Debilidades detectadas:**

- Falta de recursos humanos formados: si bien hay investigadores en temáticas relacionadas (interfaces hombre-máquina, aprendizaje de máquinas), se requeriría radicar nuevos investigadores o realizar importantes asociaciones porque de otra forma el tiempo de desarrollo sería de más de cinco años.
- No posee un impacto regional específico.

## **4. Procesamiento de flujos de datos**

Los flujos de datos (streams) están presentes en todos los sistemas actuales de computación y especialmente en las aplicaciones multimedia.

Dentro de estos sistemas se pueden citar flujos de video y sonido, tanto en aplicaciones de comunicación en tiempo real, como en sistemas de acceso a grandes bases de datos multimedia en la web, compresión, indexación y búsqueda, etc.

En este área existen importantes desafíos científicos y tecnológicos a nivel mundial, siendo una clara vacancia a nivel nacional.

### **Fortalezas detectadas:**

- Posee un impacto importante a nivel de aplicaciones (no necesariamente regional).
- No representa un cambio tan brusco en relación a las líneas actuales.
- Hay recursos humanos formados en temáticas cercanas.
- Se puede conseguir financiamiento inicial, aunque hasta que no haya más recursos formados puede ser difícil competir a nivel nacional.
- No se requiere una inversión importante en infraestructura.
- En principio no se requerirían asociaciones con otras instituciones.

#### **Debilidades detectadas:**

- Hace falta más investigación con formación para generar conocimiento a nivel de los fundamentos teóricos.
- Si bien hay recursos humanos en temáticas cercanas, éstos podrían guiar a graduados recientes pero no podrían desarrollar nuevas líneas por sí mismos.
- Si bien puede considerarse incluida dentro de otras líneas más generales, no ha sido destacada como una línea prioritaria a nivel nacional.

#### **5. Interoperabilidad semántica**

La interoperabilidad semántica permite que los sistemas computacionales intercambien datos sin ambigüedades y con un significado compartido. De esta forma, los sistemas informáticos pueden realizar tareas de inferencia y extraer conocimiento útil, automáticamente, de grandes bases de datos distribuidas, soportar *federación* de datos y colaborar entre sí de manera automática.

#### **Fortalezas detectadas:**

- Posee un amplio espectro de aplicaciones.
- Consiste en una reproducción ampliada, dado que hay investigadores en la región (no en la FICH) con líneas de trabajo cercanas.
- Posee un impacto positivo en la formación profesional.
- No requiere una gran inversión en infraestructura.

#### **Debilidades detectadas:**

- Escasa formación en el tema.
- Requiere de acciones de asociatividad a nivel regional, lo que depende de la disponibilidad de investigadores de otras instituciones o de la inversión para traer expertos formadores en la temática.

#### **6. Procesamiento de imágenes y visión computacional**

El procesamiento de imágenes es una disciplina bien consolidada a nivel internacional y con un amplio abanico de aplicaciones.

La visión computacional incluye al procesamiento de imágenes, incorporando además una etapa de reconocimiento de patrones.

#### **Fortalezas detectadas:**

- Es un área de vacancia en investigación a nivel nacional, ya que los grupos existentes tienen un perfil más aplicado.
- Es de gran aplicabilidad y permanente demanda en muchas disciplinas, incluso dentro de la misma Informática: biometría, generación de efectos espe-

ciales, representación y visualización de datos, realidad virtual, fotogrametría, algoritmos de navegación, videojuegos.

- Constituye una reproducción ampliada, ya que en la FICH hay un grupo en temáticas cercanas.
- No requiere una gran inversión en infraestructura ni asociaciones con otras instituciones.

#### **Debilidades detectadas:**

- La gran demanda del sector productivo hace que peligre la conformación de un grupo sólido de investigación.
- Es una área de alto impacto, pero de gran competitividad a nivel científico.
- Posee una frontera muy difusa entre investigación y desarrollo.
- Siempre se considera accesoria en la formación profesional, en todas las ingenierías.
- La factibilidad de financiamiento a través de las aplicaciones puede distorsionar el desarrollo de un grupo fuerte en investigación.

#### **7. Computación gráfica**

La computación gráfica abarca la generación, visualización y manipulación de modelos geométricos y datos técnicos mediante computadoras. En particular, lo que a nivel científico tiene mayor potencial para la investigación es la geometría computacional. Muchas de las fortalezas y debilidades de esta línea son compartidas con la de procesamiento de imágenes y visión por computadora.

#### **Fortalezas detectadas:**

- Es de gran aplicabilidad y permanente demanda en muchas disciplinas.
- Constituye una reproducción ampliada, ya que en la FICH hay un grupo que trabaja directamente en esta temática.
- No requiere una gran inversión en infraestructura ni asociaciones con otras instituciones.

#### **Debilidades y amenazas detectadas:**

- La gran demanda del sector productivo hace que peligre la conformación de un grupo de investigación.
- La factibilidad de financiamiento a través de las aplicaciones puede distorsionar el desarrollo de un grupo fuerte en investigación.

#### **8. Sistemas embebidos**

Un sistema embebido está diseñado para realizar tareas con recursos computacionales escasos, re-

duciendo los costos y maximizando la eficiencia del sistema resultante.

Al principio, debido a las limitaciones tecnológicas, los sistemas embebidos fueron utilizados en aplicaciones sencillas: electrodomésticos, sistemas de seguridad, automóviles, automatismos básicos, etc. Sin embargo, los desarrollos recientes en microelectrónica y software open source han permitido el desarrollo de sistemas embebidos más poderosos que permiten desarrollar aplicaciones avanzadas con una mayor robustez y confiabilidad.

#### **Las fortalezas detectadas:**

- Gran variedad de aplicaciones tecnológicas con impacto regional, por ejemplo: sensoramiento remoto para hidrología, seguridad, instrumental de laboratorio, sensores inteligentes, algoritmos de navegación, instrumental de maquinaria agrícola, etc.
- El equipamiento que se requiere es barato y se pueden obtener subsidios con relativa facilidad.
- Permite desarrollar proyectos multidisciplinarios dentro de la misma institución.
- Permite generar independencia para desarrollos propios en diversas áreas de la FICH.
- Poseen un alto impacto en formación de grado.
- Hay capacidad incipiente: representa un cambio pero no es tan brusco y ya está en marcha.
- Hay oportunidades de financiamiento dado que es una temática muy presente para los organismos de financiamiento de ciencia y tecnología.

#### **Debilidades detectadas:**

- Es difícil de definir lo que puede abordarse a nivel de investigación: existe un límite muy borroso entre el desarrollo tecnológico y la investigación.

### **9. Interfaces hombre-máquina**

Las interfaces hombre-máquina incluyen un amplio abanico de métodos por los que el ser humano puede intercambiar información con una computadora. Entre estos se pueden incluir desde una interfaz cerebro-computadora hasta un simple teclado, pasando por reconocedores del habla, reconocedores de gestos en el rostro, monitores LCD o sintetizadores para acceso mediante el tacto.

De este amplio rango de interfaces hombre-máquina, existe desarrollo local principalmente en las interfaces basadas en la voz y algún desarrollo inicial en interfaces cerebro computadora.

#### **Fortalezas detectadas:**

- Existen capacidades en recursos humanos e infraestructura.

- Es posible conseguir subsidios a nivel nacional e internacional.

- Hay demandantes de tecnología pero de poco desarrollo comercial en el país.

#### **Debilidades detectadas:**

- Su aplicación no tiene un especial interés regional.
- Algunas áreas requieren equipamiento específico de alto costo, por lo que se deben seleccionar cuidadosamente los temas a investigar.

### **10. Modelización y computación de alto desempeño**

Esta línea trata del desarrollo de modelos para la computación de alto desempeño, incluyendo especialmente la computación paralela.

Es importante enfatizar que la cuestión de particular interés en esta línea es el desarrollo de modelos pensados, desde su concepción misma, para ser ejecutados en sistema de computación de alto desempeño. Esto no implica la simple paralelización de modelos existentes ni – en el otro extremo – el desarrollo de modelos físicos o mecánicos y la posterior paralelización por medios automáticos.

#### **Fortalezas detectadas:**

- Hay recursos humanos formados.
- Existe la posibilidad de conseguir financiamiento internacional.
- Hay demanda por parte de la industria.

#### **Debilidades detectadas:**

- Puede requerirse equipamiento específico de alto costo.
- Se requiere de una inversión importante a nivel de soporte técnico.
- Hay una creciente competencia a nivel nacional.

### **4.4. Áreas principales de aplicación de las TICs**

En cuanto a las principales áreas de aplicación de las TICs, que podrían dar lugar a importantes asociaciones y obtención de subsidios, se seleccionaron:

A. TICs para alerta temprana y detección de desastres: de especial interés regional e institucional.

B. TICs para generación y uso óptimo de energía: es un tema central a nivel nacional e internacional, en el contexto de mejor aprovechamiento de las fuentes renovables.

C. TICs para seguridad en el transporte: hay una demanda concreta a nivel de desarrollos tecnológicos.

D. Seguridad en la información: si bien no hay recursos formados, hay una demanda creciente de tecnologías a nivel internacional.

E. Bioinformática: en particular, el procesamiento de datos genómicos y metabolómicos, que son de gran interés a nivel nacional e internacional.

F. Videojuegos: es un área de gran crecimiento a nivel tecnológico y con importantes proyecciones de mercado.

#### 4.5. Selección de las líneas estratégicas de investigación

En la siguiente lista se han considerado las líneas anteriormente analizadas, organizándolas y ajustando los títulos según las opiniones recibidas.

En la selección se tuvo especialmente en cuenta la posibilidad de generar nuevos grupos de investigación en estas temáticas.

Para el caso de las líneas de investigación que son muy cercanas a las que actualmente desarrollan los grupos de investigación existentes en la facultad, si bien no dejan de ser estratégicas, se consideró que ya poseen una importante fuente para su desarrollo en las fortalezas de estos mismos grupos.

A continuación, se detallan las LEI seleccionadas y las principales razones en cada caso:

• **Redes inteligentes:** el desarrollo de esta LEI tendría un gran impacto regional e incluso en las otras áreas de la misma facultad. Hay recursos humanos disponibles y en un futuro cercano será posible formar más recursos a nivel de doctorado, dado que en la carrera de grado hay un creciente interés por parte de los alumnos. Esta línea incluye en gran medida a los sistemas embebidos, como una herramienta para su desarrollo, lo que implica que se debería avanzar con un desarrollo simultáneo de ambas.

• **Modelado computacional adaptable con incorporación de datos en tiempo real:** esta línea se selec-

cionó principalmente por lo novedosa a nivel científico y el bajo nivel de inversión en infraestructura que requiere para llevarse adelante (en relación a las otras propuestas). Existen recursos humanos en áreas cercanas que podrían integrarse para desarrollarla, aunque es claro que por lo novedoso de la temática se requerirá de la incorporación de nuevos investigadores o un plan de formación a mediano plazo.

• **Interoperabilidad semántica:** única línea con un marcado perfil de procesamiento simbólico, en comparación con las restantes de corte más numérico. En la facultad podría ser la primera línea concreta que actúe como disparador para el desarrollo de una nueva área de la computación. Por ser una línea completamente nueva, no cuenta con recursos propios pero podría iniciarse a partir de recursos humanos que están vinculados a la facultad pero no desarrollan tareas de investigación actualmente en este ámbito.

• **Visión por computadora:** constituye un área de vacancia a nivel nacional, especialmente en investigación, y posee una amplia gama de aplicaciones de gran interés tecnológico. Hay grupos temáticamente relacionados en la actualidad que deberían focalizarse en la formación de recursos humanos para la investigación en esta área o la radicación de nuevos investigadores.

Resulta interesante analizar de manera conjunta a todas las líneas listadas en la sección anterior y las áreas estratégicas de aplicación. Si bien es cierto que cada línea puede aportar a todas las aplicaciones en mayor o menor medida, se han seleccionado para cada caso sólo las principales aplicaciones que podrían aprovechar esas tecnologías de las TICs.

	A. Alerta temp.	B. Energía	C. Transporte	D. Seguridad	E. Bioinformát.	F. Videojuegos
1. Redes inteligentes						
2. Modelado adaptable						
3. Proc. del lenguaje natural						
4. Proc. de flujos de datos						
5. Interoperabilidad semántica						
6. Proc. de imág. y visión comp.						
7. Computación gráfica						
8. Sistemas embebidos						
9. Interfaz hombre-máquina						
10. Model. y comp. de alto desempeño						

## Apéndices

### A. Consignas para la actividad presencial

#### Dimensión prospectiva:

Líneas estratégicas de investigación en TICs

#### Consigna:

Enumere cinco líneas de investigación en el campo de las tecnologías de la información y la comunicación que, a su entender, puedan ser consideradas de carácter estratégico para el desarrollo de la disciplina en nuestra institución a cinco o diez años.

#### Guías para el análisis

1. Realice un cuadro especificando todas las líneas de investigación que considere y en cada caso indique brevemente por qué considera que es estratégica y por qué podría no serlo.

2. En función de las siguientes preguntas, ordene y priorice cinco de las líneas estratégicas listadas en el punto anterior:

- ¿Cuál es la relación que hay entre las líneas propuestas y las que actualmente se llevan adelante?
- ¿Cuáles son las fortalezas que nuestros grupos actuales poseen para afrontar estas temáticas?
- ¿Cuáles son las debilidades que nuestros grupos poseen para afrontar estas temáticas?
- ¿Cuáles son las oportunidades y amenazas que resultan de iniciar un proceso de cambio?
- ¿Cuáles son las oportunidades y amenazas de sostener la situación actual?
- ¿En qué medida las líneas propuestas podrían impactar en la producción científica de los grupos de investigación?
- ¿De qué modo las líneas propuestas responden a las necesidades y al contexto de la región?
- ¿En qué medida la definición de nuevos temas de investigación facilitará el acceso a mejores líneas de financiamiento externo?

#### Recomendaciones generales para los participantes

- Responder a la consigna y no a las preguntas guía. Estas últimas sirven para motivar la discusión pero en el plenario deben exponerse, en primer término, los resultados que se piden en las consignas.
- Cuando se solicita enumerar, si es posible, ordenar de acuerdo a prioridad o importancia.
- Tratar de pensar primero en la institución como un todo, antes que en el grupo o proyecto propio y que en uno mismo.

• El taller está centrado en la investigación: tener en cuenta pero evitar priorizar el desarrollo tecnológico, la innovación o transferencia o la enseñanza en el análisis.

• Pensar a largo plazo, no lo que se necesita para el año que viene ni para el otro. Pensar en la formación de un grupo de investigación o la ampliación de uno existente hacia nuevas líneas de investigación que darán sus frutos a cinco o 10 años.

• Evitar caer en la generalización excesiva en la línea en la que todo *entra*, porque deja de ser una línea estratégica.

• Evitar caer en una clasificación de la disciplina: focalizar en lo estratégico a 5-10 años y en lo que puede ser una línea de investigación con resultados a mediano y largo plazo.

• Evitar caer en querer ver la línea de cada uno, o de su grupo, reflejada en alguna de las líneas: pensar en la facultad como un todo, pensar en la facultad a 5-10 años.

• Evitar confundir lo estratégico de una línea con la fortaleza de los grupos actuales: es mejor si hay fortalezas o trayectoria, pero una línea bien puede ser estratégica para la facultad así haya que crear un nuevo grupo de investigación en los próximos cinco años. Un tema estratégico puede ser abordado a partir de la formación de un grupo nuevo o el fortalecimiento de un grupo que actualmente no tiene mucha trayectoria.

# The ACM Computing Classification System (1998)

## Levels 0-1

- A. General Literature
  - A.0 GENERAL
  - A.1 INTRODUCTORY AND SURVEY
  - A.2 REFERENCE (e.g., dictionaries, encyclopedias, glossaries)
  - A.m MISCELLANEOUS
- B. Hardware
  - B.0 GENERAL
  - B.1 CONTROL STRUCTURES AND MICROPROGRAMMING (D.3.2)
  - B.2 ARITHMETIC AND LOGIC STRUCTURES
  - B.3 MEMORY STRUCTURES
  - B.4 INPUT/OUTPUT AND DATA COMMUNICATIONS
  - B.5 REGISTER-TRANSFER-LEVEL IMPLEMENTATION
  - B.6 LOGIC DESIGN
  - B.7 INTEGRATED CIRCUITS
  - B.8 PERFORMANCE AND RELIABILITY (C.4)
  - B.m MISCELLANEOUS
- C. Computer Systems Organization
  - C.0 GENERAL
  - C.1 PROCESSOR ARCHITECTURES
  - C.2 COMPUTER-COMMUNICATION NETWORKS
  - C.3 SPECIAL-PURPOSE AND APPLICATION-BASED SYSTEMS (J.7)
  - C.4 PERFORMANCE OF SYSTEMS
  - C.5 COMPUTER SYSTEM IMPLEMENTATION
  - C.m MISCELLANEOUS
- D. Software
  - D.0 GENERAL
  - D.1 PROGRAMMING TECHNIQUES (E)
  - D.2 SOFTWARE ENGINEERING (K.6.3)
  - D.3 PROGRAMMING LANGUAGES
  - D.4 OPERATING SYSTEMS (C)
  - D.m MISCELLANEOUS
- E. Data
  - E.0 GENERAL
  - E.1 DATA STRUCTURES
  - E.2 DATA STORAGE REPRESENTATIONS
  - E.3 DATA ENCRYPTION
  - E.4 CODING AND INFORMATION THEORY (H.1.1)
  - E.5 FILES (D.4.3, F.2.2, H.2)
  - E.m MISCELLANEOUS
- F. Theory of Computation
  - F.0 GENERAL
  - F.1 COMPUTATION BY ABSTRACT DEVICES
  - F.2 ANALYSIS OF ALGORITHMS AND PROBLEM COMPLEXITY (B.6, B.7, F.1.3)
  - F.3 LOGICS AND MEANINGS OF PROGRAMS
  - F.4 MATHEMATICAL LOGIC AND FORMAL LANGUAGES
  - F.m MISCELLANEOUS
- G. Mathematics of Computing
  - G.0 GENERAL
  - G.1 NUMERICAL ANALYSIS
  - G.2 DISCRETE MATHEMATICS
  - G.3 PROBABILITY AND STATISTICS
  - G.4 MATHEMATICAL SOFTWARE
  - G.m MISCELLANEOUS
- H. Information Systems
  - H.0 GENERAL
  - H.1 MODELS AND PRINCIPLES
  - H.2 DATABASE MANAGEMENT (E.5)
  - H.3 INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL
  - H.4 INFORMATION SYSTEMS APPLICATIONS
  - H.5 INFORMATION INTERFACES AND PRESENTATION (e.g., HCI) (I.7)
  - H.m MISCELLANEOUS
- I. Computing Methodologies
  - I.0 GENERAL
  - I.1 SYMBOLIC AND ALGEBRAIC MANIPULATION
  - I.2 ARTIFICIAL INTELLIGENCE
  - I.3 COMPUTER GRAPHICS
  - I.4 IMAGE PROCESSING AND COMPUTER VISION
  - I.5 PATTERN RECOGNITION
  - I.6 SIMULATION AND MODELING (G.3)
  - I.7 DOCUMENT AND TEXT PROCESSING (H.4, H.5)
  - I.m MISCELLANEOUS
- J. Computer Applications
  - J.0 GENERAL
  - J.1 ADMINISTRATIVE DATA PROCESSING
  - J.2 PHYSICAL SCIENCES AND ENGINEERING
  - J.3 LIFE AND MEDICAL SCIENCES
  - J.4 SOCIAL AND BEHAVIORAL SCIENCES
  - J.5 ARTS AND HUMANITIES
  - J.6 COMPUTER-AIDED ENGINEERING
  - J.7 COMPUTERS IN OTHER SYSTEMS (C.3)
  - J.m MISCELLANEOUS
- K. Computing Milieux
  - K.0 GENERAL
  - K.1 THE COMPUTER INDUSTRY
  - K.2 HISTORY OF COMPUTING
  - K.3 COMPUTERS AND EDUCATION
  - K.4 COMPUTERS AND SOCIETY
  - K.5 LEGAL ASPECTS OF COMPUTING
  - K.6 MANAGEMENT OF COMPUTING AND INFORMATION SYSTEMS
  - K.7 THE COMPUTING PROFESSION
  - K.8 PERSONAL COMPUTING
  - K.m MISCELLANEOUS

<http://www.acm.org/about/class/ccs98.html>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS HÍDRICAS

Ciudad Universitaria  
Santa Fe, Argentina.  
Casilla de correo 217 (S3000ADQ)  
**Tel.:** (0342) 4575228  
**E-mail:** [fich@fich.unl.edu.ar](mailto:fich@fich.unl.edu.ar)  
**Sitio web:** [www.fich.unl.edu.ar](http://www.fich.unl.edu.ar)