

SIMULACIÓN Y MÉTODOS NUMÉRICOS EN CIENCIAS DE LA COMPUTACION: USO DE TICS

Adair Martins
amartins@uncoma.edu.ar

Claudia C.Fracchia
cfracchi@uncoma.edu.ar

Claudia Allan
allanclau@gmail.com

Susana Parra
su_parra@yahoo.com.ar

**Departamento Ciencias de la Computación
Facultad de Informática
Universidad Nacional del Comahue**

RESUMEN

El proceso de enseñanza y de aprendizaje de las Ciencias de la Computación no puede despegarse del uso de las actuales nuevas Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's). Estas nuevas tecnologías suponen cambios profundos e inevitables para la sociedad moderna y permiten la modificación y retroalimentación de esos procesos. En este trabajo se presentan los avances de la investigación que se está realizando y que abarca fundamentalmente las siguientes líneas: "Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs)", "Estudio y Aplicación de Técnicas de Simulación y Modelos", y "Desarrollo e Implementación de Algoritmos Iterativos Basados en la Deflación de Funciones No Lineales. Se muestran algunos resultados parciales alcanzados en la investigación que se está realizando.

Palabras clave:

TICs, Proceso de Enseñanza, Proceso de Aprendizaje, Técnicas de Simulación, Algoritmos Iterativos

CONTEXTO

Las líneas de investigación que se presentan pertenecen al proyecto Simulación y Métodos Numéricos en Ciencias de la Computación de la Facultad de Informática, Universidad Nacional del Comahue y tuvo inicio en el año 2009.

Está siendo llevado adelante por un grupo de trabajo interdisciplinario, con participación de distintos Departamentos, Facultades y de Universidades Argentinas y Brasileñas. Este proyecto integra el programa "Simulación y Otros Métodos Computacionales en Ciencias y Educación". Participan investigadores de la Facultad de Ingeniería, de los Departamentos de Matemática y Estadística de la Facultad de Economía y Administración pertenecientes a la Universidad Nacional del Comahue. Se cuenta con la participación de investigadores de las Universidades Brasileñas del Estado de São Paulo (UNESP), de Itajubá (UNIFEI) y de Brasilia (UCB).

1. INTRODUCCION

Dentro de la temática del proyecto de investigación presentado se está trabajando con tres subtemas que se mencionan a continuación:

Uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's).

La utilización de estas nuevas tecnologías requiere el diseño de nuevas metodologías, contenidos y actividades de aprendizaje, para que los estudiantes puedan desarrollar valores, habilidades y conocimientos significativos en una sociedad moderna. Esto implica la creación de escenarios educativos que permitan seleccionar información, procesar, modelizar, simular, y acceder a fuentes de información, para las cuales es necesario poner en marcha procesos que permitan la construcción de saberes.

Las herramientas tecnológicas permiten complementar la educación presencial y superar las barreras espacio-tiempo al introducir las modalidades de educación semipresencial y a distancia. Se continuará profundizando la línea de investigación de diseño de materiales educativos, priorizando el diseño de herramientas automatizadas para la evaluación de contenidos y aprendizajes, especialmente los colaborativos [1-7].

“Estudio y Aplicación de Técnicas de Simulación y Modelos”

La técnica de modelado y simulación de sistemas permite crear ambientes virtuales que imitan el comportamiento de prácticamente cualquier tipo de sistema a efectos de evaluar su desempeño minimizando los costos de la toma de decisiones. En los últimos años la oferta de programas especializados que incluyen animación gráfica hizo que la simulación fuese adoptada en forma creciente en el medio académico y empresarial.

Un método de modelado y simulación continua que viene siendo utilizado en forma creciente en los últimos años para este fin es la técnica denominada *Bond Graphs* (BG). Esta técnica de modelado y simulación de carácter universal se basa en el concepto de analogía de sistemas de distinta naturaleza física con los sistemas eléctricos. Proporciona una visualización gráfica de las interacciones

entre los distintos componentes del sistema y suministra implícita y sistemáticamente el modelado matemático del sistema en forma de variables de estado, facilitando el uso de recursos computacionales para la simulación, que se realiza directamente de esta representación gráfica. Existen un gran número de programas que permiten utilizar esta metodología y programas que permiten combinar la simulación discreta con la simulación continua. Se pretende seguir utilizando y profundizando en el conocimiento de estas técnicas de simulación en las áreas de: informática, ingeniería, economía, etc. [8-14].

“Desarrollo e Implementación de Algoritmos Iterativos”

En muchos problemas prácticos involucran la resolución mediante métodos numéricos de ecuaciones no lineales que no son polinómicas. El conocimiento de los métodos numéricos iterativos para resolución de ecuaciones no lineales permite aplicar el concepto de deflación en la obtención computacional de todas las raíces de un polinomio utilizando la división sintética con el método de Horner. En el caso general de funciones no lineales, los métodos iterativos como Newton Raphson, Müller o de la Secante permiten obtener sólo una raíz a la vez. Por lo tanto, es interesante observar que la técnica de la función reducida (deflactada) puede utilizarse para todo tipo de función, permitiendo hallar no una, sino todas las raíces de ecuaciones no lineal. En el proceso de la deflación surgen dificultades para la determinación de raíces múltiples como indeterminación y discontinuidades. Si bien estas ideas parecen bastante obvias no se encuentran exploradas en la bibliografía más difundida sobre métodos numéricos. Hasta donde conocemos, solamente Curtis F. Gerald y Patrick O. Wheatley [15-16] comentan sobre el potencial de aplicar el concepto de deflación de funciones pero sin profundizar en su implementación práctica. En la investigación que se está realizando se estudió y profundizó todos estos conceptos y se diseñó un algoritmo para la determinación de todas las raíces de una función no lineal, también válida para funciones lineales, eliminando todos estos inconvenientes. Se sigue estudiando para mejorar y automatizar el algoritmo, y que también

permita generar aleatoriamente las condiciones iniciales con una distribución de probabilidad uniforme en un intervalo [17].

2. LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO

Se detalla a continuación sintéticamente los ejes de los temas que se están investigando:

- Desarrollo de nuevos recursos hipermediales con el objetivo de complementar los dictados teóricos y prácticos en las distintas modalidades de educación
- Implementación de herramientas automatizadas para la evaluación del aprendizaje, generación de contenidos, seguimiento de las actividades de docentes y alumnos, etc., a fin de generar una base de conocimiento que permita mejorar la calidad educativa
- Estudio de las herramientas computacionales para simulación discreta y continua existentes en el mercado direccionando la búsqueda y evaluación a las herramientas de softwares libre y de bajo costo.
- Estudio y aplicación de la simulación discreta a redes de computadoras, confiabilidad de sistemas, etc., como así también en el estudio y aplicación de las técnicas de simulación continua utilizando la metodología de *Bond Graphs*.
- Diseño e implementación de algoritmos basados en métodos iterativos aplicando el concepto de deflación de funciones no lineales con aplicaciones a distintos campo del conocimiento.

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

Se puede mencionar los siguientes resultados alcanzados en las tres líneas de investigación que dieron origen a publicaciones en congresos, revistas y al dictado de distintos cursos de capacitación y extensión.

“Uso de TICs”

En la línea educativa se han realizado experiencias empleando la plataforma Moodle PEDCO [1] y distintos recursos TICs. Durante el transcurso del año 2009 docentes del proyecto han participado como tutores en cursos dirigidos a docentes de Nivel Superior, Inicial y Medio, dictados en modalidad a distancia. Se han coordinado y dictado cursos dirigidos a distintos organismos del medio, para la enseñanza de herramientas de ofimática en modalidad semipresencial. También se han realizado cambios en el diseño curricular de asignaturas de Computación. Se relataron las experiencias y algunos resultados parciales en los siguientes trabajos, que se han publicado y presentado en distintos congresos:

- **Una Experiencia en el Diseño y Realización de Actividades Colaborativas en un Entorno a Distancia.** El trabajo colaborativo en el ámbito educativo pretende el desarrollo de habilidades mixtas, tales como el aprendizaje y el desarrollo personal y social. Implica el desarrollo de procesos intencionales de un grupo para alcanzar los objetivos planteados, con lo cual es de utilidad emplear herramientas que provean soporte y que sean fáciles de usar. La capacitación de personas adultas puede beneficiarse de este paradigma, en el cual el principal desafío es lograr la motivación y participación activa del recurso humano. [2]

- **Formación de Docentes: Uso de TICs en los Procesos de Enseñanza.**

Se presenta una experiencia de diseño de un curso denominado “TICs en Educación” dirigido a docentes de educación superior, con el objetivo de que puedan incorporar las nuevas tecnologías de información y comunicación (TICs) en el aula. El diseño curricular estuvo a cargo de un grupo interdisciplinario de docentes que también fue responsable del dictado y evaluación del mismo. Se tuvieron en cuenta contenidos que abarcan la evolución de las TICs, los tipos de roles que pueden adoptar los distintos participantes (docentes, alumnos, tecnología, etc.), tipos de herramientas y recursos digitales disponibles (plataformas de educación a distancia, foros, blogs, priorizando software libre) y convenciones para el diseño de material educativo (uso de color, tipografía, principios de diseño gráfico, etc.). Las actividades tendieron a lograr que se aprenda sobre las TICs usando como medio de enseñanza las mismas TICs. [3]

- **Empleo de TICs para el Dictado de Cursos de Extensión.** La necesidad de capacitación es algo que ha ido en aumento, donde la incorporación de las TICs ha permitido ofrecer una mayor flexibilidad en cuanto a la organización, el espacio y horario a utilizar. También ha significado una disminución importante de costos para algunas empresas y organismos, ya que las personas pueden capacitarse en su lugar de trabajo en horarios de descanso, en periodos de poca actividad laboral, y de acuerdo a los recursos utilizados también en su hogar. En este trabajo se presentaron dos experiencias de capacitación al personal de la Legislatura de la provincia de Neuquén, los recursos tecnológicos empleados, las

metodologías aplicadas, y algunas conclusiones. [4]

Dada la gran variedad de medios y tecnologías, resultó fundamental la planificación y desarrollo de una estructura que permitiera seleccionar y emplear tecnologías adecuadas para las distintas capacitaciones.

Se incorporaron distintos recursos tecnológicos a través de la Plataforma de Educación a Distancia Comahue (PEDCO) y se ha realizado la experiencia de un cambio en el diseño curricular de las materias de Computación y Cálculo Numérico para las carreras de la Licenciatura en Matemática. Surgió de la necesidad de lograr una mayor motivación de los estudiantes para mejorar el aprendizaje de dichas asignaturas, incorporando herramientas computacionales modernas, y estableciendo una mejor correspondencia entre estas dos materias. Se incluyeron en los contenidos la representación de problemas y estrategias para su resolución, diseño de algoritmos, representación gráfica a través de los diagramas de llaves y su posterior implementación en lenguaje C. Se trabajó en la identificación de softwares libres disponibles en Internet. Las herramientas utilizadas y creadas por el software libre suelen ser sencillas de aprender y a la vez potentes. La experiencia fue evaluada a través de una encuesta realizada a los estudiantes y el porcentaje de los niveles de aprobación en exámenes parciales mostrando resultados muy satisfactorios [6].

Como conclusión, se detecta la necesidad de diseño de materiales educativos interactivos y de calidad, como así también la selección y/o diseño de instrumentos de evaluación a ser aplicados en las distintas modalidades de educación

“Estudio y Aplicación de Técnicas de Simulación y Modelos”

Mediante la técnica de modelado y simulación de sistemas se está trabajando en

la creación de ambientes virtuales, tanto en el medio académico como en el empresarial. Se está estudiando la aplicación de la simulación discreta a redes de computadoras, confiabilidad de sistemas, etc., como así también en el estudio y aplicación de las técnicas de simulación continua utilizando la metodología de *Bond Graphs* aplicada a la simulación de Centrales Hidroeléctricas.

Se realizó la simulación utilizando la técnica de *Bond Graphs* y discute su aplicación en el modelado de los distintos componentes de una central hidroeléctrica brasilera. En primer lugar se presentan los conceptos y ecuaciones que definen los componentes que permiten modelar tuberías con parámetros concentrados [8-14]. En segundo lugar se analizan variantes para el modelado de la turbina, sus pérdidas y rendimiento, regulador de velocidad, inercia mecánica y carga eléctrica. Finalmente, los distintos componentes se integran en un modelo de sistema hidroeléctrico que es validado mediante la simulación de casos y de la Central Hidroeléctrica Santa Clara, Brasil [14].

Se seguirá profundizando en los fundamentos de la simulación discreta y se realizará aplicaciones a redes de computadoras, confiabilidad de sistemas, etc.

“Desarrollo e Implementación de Algoritmos Iterativos Basados en la Deflación de Funciones No Lineales”

Con respecto al tema de deflación de función se desarrolló un algoritmo para la obtención de todas las raíces de una ecuación no lineal utilizando deflación con el método de Newton Raphson y su implementación computacional en un entorno de programación. Se propuso una metodología para la generalización del concepto de deflación para funciones no lineales trascendentes. El aporte principal de la metodología propuesta consiste en la predicción numérica de la multiplicidad durante el proceso iterativo lo que permite solucionar los problemas provocados por las raíces múltiples. También se propuso un estimador del orden de convergencia, lo que

brinda información complementaria que sirve para confirmar la estimación de la multiplicidad. El funcionamiento de la metodología fue ilustrado mediante experimentos numéricos con un caso de aplicación [17].

4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

El equipo de investigación está constituido por doctores en Ciencias de la Computación y en Ingeniería como asesores. El equipo local cuenta con Licenciados en Computación, Analista en Computación, Master en Ciencias en Ingeniería y Ingenieros de distintas especialidades, Profesores de Matemática y alumnos de la carrera de Licenciatura en Computación. Actualmente dos integrantes cursan el segundo y último año de la maestría de Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales y uno de ellos está en la etapa de elaboración de tesis.

El tema de tesis que se está desarrollando está relacionado con el diseño de instrumentos que permitan la evaluación, en modalidad a distancia, de las estructuras de control básicas de programación estructurada. El análisis de los puntos fuertes y débiles de las distintas experiencias realizadas en TICs nos permitió, además de mejorar tales propuestas en pos de nuevas y mejores ofertas de enseñanza, comenzar a construir una base para el desarrollo de la propuesta de la tesis mencionada.

Se está asesorando permanentemente a aquellos alumnos de la carrera de Licenciatura en Ciencias de la Computación interesados en realizar su tesina en las líneas de investigación de Simulación y uso de TICs.

Se pretende continuar con el dictado de cursos en carreras de grado y posgrado. Actualmente se dicta la asignatura Simulación Discreta para la maestría en Estadística Aplicada.

También se continuará con el trabajo interdisciplinario, lo que está enriqueciendo y potenciando los objetivos e avances de las líneas de investigación propuesta.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Fracchia, C., Alonso de Armiño, A.C., “PEDCO (Plataforma de Educación a Distancia Universidad Nacional del Comahue)”. X Congreso Argentino de Cs. De la Computación. Universidad Nacional de la Matanza.. Vol. I., Octubre, 2004
- [2] Fracchia C., Plaza M.J., Alonso de Armiño. A. C.. “Una experiencia en el diseño y Realización de Actividades Colaborativas en un Entorno a Distancia”. Segundo Congreso Virtual Iberoamericano de Calidad en Educación a Distancia, EduQ@2009, ISBN 978 – 987 - 24871 – 8 – 8, Octubre 2009.
- [3] Fracchia C., A. Alonso de Armiño, Plaza, M.J., “Formación de Docentes: Uso de TICs en los Procesos de Enseñanza.”, Virtual Educa Argentina 2009, Noviembre , 2009.
- [4] Fracchia, C., Parra, S., Quiroga, P., Martins, A., “Empleo de TICs para el Dictado de Cursos de Extensión.” Marzo 2010. – Con Referato – Trabajo Completo. Segundas Jornadas de Educación Mediada por Tecnología. ISBN: 978-987-1549-16-0. pp. 213-218.
- [5] Martins, A., Fracchia, C., Allan, C. “Simulación y Métodos Numéricos en Ciencias de la Computación”, WICC2009, San Juan, Argentina, Mayo, 2009.
- [6] Martins, A., Allan, C., Parra, S., “Cambios Metodológicos para la Enseñanza de Programación y Cálculo Numérico en Carreras de Matemática”, V congreso Internacional sobre el Enfoque Basado en Competencias. CIEBC, Bogotá, Colombia, Mayo, 2009.
- [7] Fracchia, C., Martins, A., Allan, C., “Una Primera Experiencia del Dictado a Distancia de una Materia Introductoria a la Programación”, Primeras Jornadas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas, Universidad Nacional de Quilmes, Octubre, 2008.
- [8] Kelton D., Sadowski R. P., Sturrock D. T., “*Simulación con Arena*”, Mc Graw Hill, 2008.
- [9] Banks J., Carson J. S., Nelson B. L. y Nicol D. M., “*Discrete System Simulation in Management Science*”, Prentice Hall, 2001.
- [10] Banks J., “*Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications and Practice*”, Wiley, 1998.
- [11] Pidd M., “*Computer Simulation in Management Science*”, Wiley, 1998.
- [12] Karnopp Dean C., Donald L. Margolis y Ronald C. Rosenberg. “*System Dynamics: Modeling and Simulation of Mechatronic System*”. USA:Wiley-Interscience publication, 2000.
- [13] Martins A., Tiago Filho G. L., Huerga M., Laurent R., “Modeling and Simulation of hydraulic turbines using the *bond graphs* methodology”. IAHR, 24 Symposium on Hydraulic Machinery and Systems, Foz do Iguassu, Brasil, 2008.
- [14] Martins A, Tiago Filho G. L. y Laurent R, Capítulo de libro: “Modelización Aplicada a la Ingeniería”, ISSN 978-950-42-0082-6, Vol 2, pp. 266-292, 1, UTN, Buenos Aires, Argentina, 2007.
- [15] Burden, R. y Faires J.D. *Numerical Analysis*, Brooks-Cole Publishing, 2004.
- [16] Gerard, Curtis F. y Patrick O. Wheatley. “*Applied Numerical Analysis*”, Massachussets: Addison Wesley Longman Inc, 2003.
- [17] Martins, A., Allan C., Parra S., Laurent R., “Generalización del Concepto de Deflación en la Resolución de Ecuaciones No Lineales”, Mecánica Computacional, Vol. XXVIII, ISSN 1666-6070, pp. 2649-2655, Tandil, Noviembre, 2009.