

# SIMULACIÓN Y MÉTODOS NUMÉRICOS EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

Adair Martins                      Claudia C.Fracchia                      Claudia Allan  
[amartins@uncoma.edu.ar](mailto:amartins@uncoma.edu.ar)    [cfracchi@uncoma.edu.ar](mailto:cfracchi@uncoma.edu.ar)    [allanclau@gmail.com](mailto:allanclau@gmail.com)

Departamento Ciencias de la Computación  
Facultad de Economía y Administración  
Universidad Nacional del Comahue

## CONTEXTO

En el año 2008 se presentó el proyecto “Simulación y Métodos Numéricos en Ciencias de la Computación”. El mismo integra el programa “Simulación y Otros Métodos Computacionales en Ciencias y Educación”. Es una colaboración entre el Departamento de Ciencias de la Computación de la Facultad de Economía y Administración y el Departamento de Electrotecnia de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional del Comahue (UNCo). Participan también integrantes de los Departamentos de Estadística y de Matemática de la UNCo, además de las Universidades Brasileñas del Estado de São Paulo (UNESP), de Brasilia (UCB) y de Itajubá (UNIFEI).

## RESUMEN

Se presenta el proyecto “Simulación y Métodos Numéricos en Ciencias de la Computación”, perteneciente a la Facultad de Economía y Administración de la UNCo. Está siendo llevado adelante por un grupo de trabajo interdisciplinario, lo que enriquecerá y potenciará los objetivos que se proponen realizar. Se abarcan tres líneas de investigación: Simulación de Modelos, Algoritmos Numéricos y Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs). Mediante la técnica de modelado y simulación de sistemas se pretende trabajar en la creación de ambientes virtuales, tanto en el medio académico como en el empresarial. Profundizar en los fundamentos 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. También se desarrollarán e implementarán algoritmos numéricos basados en los métodos iterativos, y las variantes que no requieren derivada utilizando el concepto novedoso de deflación de funciones para obtención las raíces de funciones no lineales y su multiplicidad. Mediante el potencial que ofrecen las TICs se continuará diseñando herramientas para la evaluación del aprendizaje y materiales educativos, que permitan fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje mejorando la calidad educativa.

## *Palabras clave:*

Simulación, Bond Graphs, Algoritmos numéricos, TICs

## 1. INTRODUCCION

El crecimiento formidable de la utilización de herramientas computacionales se debe a la facilidad de uso y sofisticación de los ambientes de desarrollo de modelos, sumada al creciente poder de procesamiento de las computadoras personales y a las interfaces gráficas cada vez más amigables. Dentro de esta temática se abarcan tres subtemas que formarán parte de tesis de maestría y de grado: Simulación de modelos discretos y continuos, Generalización del concepto de deflación para resolución de funciones no lineales y Estudio y aplicación de TICs en educación.

### **Simulación de modelos discretos y continuos.**

En el ejercicio de las funciones típicas de cualquier actividad humana, el hombre tiene que tomar decisiones de uno y otro tipo en forma permanente. Esta situación trae consigo, por lo general, riesgo e incertidumbre, lo que compromete la calidad y el logro de la decisión; esto lo dificulta el hecho de que el responsable debe enfrentar la presión que implica la alta responsabilidad involucrada y, en ciertos casos, su inexperiencia o incompetencia. Para contrarrestar esta situación, el hombre ha desarrollado a través del tiempo una diversidad de herramientas que permiten minimizar el riesgo y la incertidumbre en la toma de decisiones.

La simulación es una de estas herramientas; con su aplicación no sólo se logra el anterior cometido, sino que se minimizan los costos involucrados en la decisión mediante un mejor uso de los recursos, la disminución del tiempo utilizado y la minimización de las probabilidades de riesgo. A través del proceso de diseño de un modelo de un sistema real, y dirigiendo el experimento con él, se puede entender el comportamiento del sistema, lo cual permite tomar mejores decisiones.

La simulación de Monte Carlo es una técnica que combina conceptos estadísticos (muestreo aleatorio) con la capacidad que tienen las computadoras personales para generar números pseudoaleatorios y automatizar cálculos. Así, en la actualidad es posible encontrar modelos que hacen uso de simulación de Monte Carlo en las áreas de informática, ingeniería, empresarial, económica, industrial e incluso social. Existen en el mercado varios programas de aplicación a la simulación de sistemas discretos, entre ellos puede mencionarse: ARENA, PROMODEL, SIMUL8, AUTOMOD, SIMPROCESS, etc. Inclusive, las últimas versiones de planillas de cálculo, particularmente Excel, pueden incorporar complementos para realizar simulación de Monte Carlo, siendo los más conocidos: @Risk y Crystall Ball. Las últimas versiones de algunos de estos programas han comenzado a incorporar la posibilidad de combinar la

simulación discreta con la continua en forma combinada [1-8].

Un método de modelado y simulación continua y que viene siendo desarrollado y utilizado en forma creciente en los últimos años es la técnica denominada en inglés Bond Graphs. Esta técnica de modelado y simulación de carácter universal se basa en el concepto de analogías entre 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 [9-11]. Existe actualmente un gran número de programas comerciales disponibles en el mercado que permiten usar este método. Se destacan 20-SIM, SYMBOLS2000, entre otros.

### **Generalización del concepto de deflación para resolución de funciones no lineales.**

En ciencias e ingeniería muchos problemas prácticos involucran la resolución de funciones no lineales que no son polinómicas mediante métodos numéricos. De los cursos de Álgebra de los primeros años de las carreras de ciencias e ingenierías es bien conocido el concepto de deflación de polinomios, la obtención de una nueva raíz permite disminuir el grado del polinomio simplificando progresivamente la obtención de las restantes. El conocimiento de los métodos numéricos iterativos para la obtención de raíces de ecuaciones no lineales, particularmente el método de Newton Raphson, permiten generalizar el concepto de deflación en la obtención computacional de todas las raíces de una ecuación no lineal [12]. Se pretende investigar la factibilidad de estimar numéricamente el orden de convergencia, consecuentemente la multiplicidad de una raíz, simultáneamente con el cálculo de la misma, para mitigar el efecto de las discontinuidades y optimizar el algoritmo.

## **Estudio y Aplicaciones de TICs en Educación**

El problema de la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias de la Computación no puede despegarse del empleo de las TICs. Estas nuevas tecnologías suponen, para la sociedad moderna, cambios profundos e inevitables. La tarea del docente requiere el diseño de metodologías, contenidos y actividades de aprendizaje, para que los estudiantes puedan desarrollar valores, habilidades y conocimientos significativos en una sociedad tecnológica. Esto implica la creación de escenarios educativos que permitan seleccionar información, administrar, procesar, modelizar, simular, y acceder a fuentes de información, para las cuales es necesario poner en marcha procesos que permitan la construcción de saberes.

También se posibilita definir nuevos marcos de interacción: relaciones a distancia (aulas virtuales), interacción continua y activa entre los estudiantes y sus tutores (redes interactivas), consideración del aprendizaje como la herramienta para la selección y organización de la ilimitada información disponible (recursos multimedia abiertos y flexibles), etc.

Las herramientas tecnológicas permiten complementar la educación presencial y superar las barreras espacio-tiempo al introducir las modalidades de educación semipresencial y a distancia. También facilitan la obtención de información sobre desempeños, usos de materiales, interacción entre los distintos participantes (alumnos, grupo de alumnos, profesores), que sirve para retroalimentar y modificar los procesos de enseñanza-aprendizaje empleados.

Se pretende continuar profundizando la línea de investigación de diseño de recursos tecnológicos, ya sean materiales educativos o herramientas computacionales, que sirvan para potenciar y fortalecer los procesos educativos, que estos permitan a los alumnos construir aprendizajes significativos, a los docentes realizar evaluaciones continuas de sus alumnos, diseñar material que resulte motivador, todo en busca de optimizar la calidad de la educación [14-19].

## **2. LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO**

Se desarrollarán tres líneas de investigación:

**Simulación de modelos:** Se profundizará en el estudio de los distintos componentes para el modelado y simulación discreta y continua de sistemas. Se realizarán aplicaciones avanzadas a problemas de distintos campos del conocimiento. También se efectuarán relevamientos de los distintos softwares existentes para determinar cuales son los más adecuados para uso académico y profesional.

**Algoritmos numéricos:** Se desarrollarán e implementarán algoritmos interactivos para la obtención de raíces de ecuaciones no lineales utilizando el concepto de deflación de funciones. Adicionalmente se investigará la factibilidad de estimar numéricamente el orden de convergencia, consecuentemente la multiplicidad de una raíz, simultáneamente con el cálculo de la misma, para disminuir el efecto de las discontinuidades propias del método y optimizar el algoritmo.

**Uso de TICs:** Se continuará profundizando la línea de investigación de diseño de materiales educativos, priorizando el diseño de herramientas automatizadas para la generación y evaluación de contenidos que potencien aprendizajes significativos, especialmente las colaborativas, para asegurar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. Se seguirá trabajando con *software* libre, utilizando lenguajes de programación y base de datos que permitan seguir desarrollando módulos para integrar a la plataforma vigente (*software moodle*), o para la implementación de otras herramientas a ser usadas en cualquier instancia, de cualquiera de las modalidades de educación.

## **3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS**

Conforme mencionado anteriormente este proyecto fue presentado en el año 2008, pero varios integrantes han participado en otros proyectos interdisciplinarios de investigación.

Se trabajaron técnicas de simulación discreta y continua aplicadas a simulación de centrales hidroeléctricas [9-11], se diseñaron recursos tecnológicos (Plataforma de Educación a Distancia Comahue - PEDCO), se realizaron experiencias educativas de dictado en la modalidad a distancia, se incorporaron técnicas de dinámica grupal en materias de programación [17-20].

Se pretende profundizar el estudio de las herramientas computacionales para simulación discreta existentes en el mercado direccionando la búsqueda y evaluación a las herramientas de *softwares* libre y de bajo costo. Realizar aplicaciones prácticas de modelado y simulación de sistemas de computación, procesos de piscicultura, etc., e identificar otras aplicaciones del medio que pueden estudiarse con esta metodología [1-8]. Continuar con el desarrollo de nuevos recursos hipermediales con el objetivo de complementar los dictados teóricos-prácticos en las distintas modalidades de educación. Implementar 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 [14-19].

Diseñar e implementar algoritmos basados en métodos iterativos, particularmente Newton Raphson y las variantes que no utilizan derivada como el método de la Secante y de Muller, utilizando el concepto novedoso de deflación de funciones para obtener las raíces de funciones no lineales y su multiplicidad [12-13].

Las líneas de investigación referentes a simulación y desarrollo de TICs buscan principalmente profundizar el conocimiento sobre los fundamentos, las metodologías, los avances y las aplicaciones de tecnologías de última generación; pueden eventualmente dar origen a nuevos conocimientos científicos y tecnológicos. El desarrollo de algoritmos basados en deflación de funciones no lineales posee gran potencial para originar nuevos conocimientos científicos de gran aplicación práctica.

#### 4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

Se pretende contribuir a la formación de recursos humanos mediante:

- la participación en la ejecución del proyecto.
- la presentación de trabajos en revistas y congresos.
- el desarrollo de Tesis de Maestría y de Grado de varios integrantes del grupo. Actualmente dos integrantes cursan el segundo año de la maestría de Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales y desarrollarán las respectivas tesis durante la ejecución del proyecto.
- continuar con el dictado de cursos en carreras de grado y posgrado (Simulación Discreta para la maestría de Estadística Aplicada y Simulación de Modelos para la maestría de Informática en proceso de implementación).
- el dictado y asistencia a cursos y seminarios.
- la interacción entre los integrantes de los proyectos que participan en el programa, con los de otros Departamentos, Facultades, Universidades y Empresas del país, y del Exterior.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Kelton D., Sadowski R. P., Sturrock D. T., "Simulación con Arena", Mc Graw Hill, 2008.
- [2] Banks J., Carson J. S., Nelson B. L. y Nicol D. M., "Discrete System Simulation in Management Science", Prentice Hall, 2001.
- [3] Banks J., "Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications and Practice", Wiley, 1998.
- [4] Chwif L., Medina A., "Modelagem e Simulação de Eventos Discretos – Teoria & Aplicações", Palas Athenas, Brasil, 2006.
- [5] Pidd M., "Computer Simulation in Management Science", Wiley, 1998.
- [6] Farrington, P. A., J. J. Swain, "Design of Simulation Experiments with Manufacturing

Applications”, Proceedings of the Winter Simulation Conference, G. W. Evans et al., pp 69-75,1993.

[7] Nance R. E. y R.G. Sargent, “Perspectives on Evolution of Simulation”, Operations Research, pp. 161-172, 2003

[8] Sadowski, R. P., “Selling Simulation and Simulation Results”, Proceedings of the Winter Simulation Conference, G. W. Evans et al., pp. 65-68, 1993.

[9] Karnopp Dean C., Donald L. Margolis y Ronald C. Rosenberg. “*System Dynamics: Modeling and Simulation of Mechatronic System*”.USA:Wiley-Interscience publication, 2000.

[10] Martins A.,Tiago Filho G. L., Huerga M.y 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.

[11] Martins A, Tiago Filho G. L. y Laurent R, “La Sintonización de la Capacitancia en la Simulación del Golpe de Ariete con Bond Graphs”, , Revista PCH Noticias & SHP News, Centro Nacional de Referencias em Pequenos Aproveitamentos Hidroenergéticos, ISSN 1676-0220, Ano 9 N° 32, pp. 10-13, Brasil, 2007

[12] Burden, R. y Faires J.D. *Numerical Analysis*, Brooks-Cole Publishing, 2004.

[13] Gerard, Curtis F. y Patrick O. Wheatley. “*Applied Numerical Analysis*”. Massachussets: Addison Wesley Longman Inc, 2003.

[14] Granda, J. ,”La Universidad en la Sociedad de la Información y el Conocimiento”. Revista Cognición N° 13 ISSN 1850-1974 Edición Especial II Congreso CREAD Andes y II Encuentro Virtual Educa UTPLoja, Ecuador ,2008.

[15] Leal Ortiz, N. ,”Líneas de investigación y Calidad de la Educación Superior a Distancia”, Revista Cognición N° 13 ISSN 1850-1974 Edición Especial II Congreso CREAD Andes y II Encuentro Virtual Educa UTPLoja, Ecuador ,2008.

[16] Omaña Cervantes, O., “Calidad a través del Seguimiento de Experiencias en Educación en Línea. La especialidad en Tecnología educativa de la Universidad Autónoma del

Estado de Hidalgo”,. Revista Cognición N° 13 ISSN 1850-1974. Edición Especial II Congreso CREAD Andes y II Encuentro Virtual Educa UTPLoja, Ecuador, 2008.

[17] C. Fracchia, A. Martins, C. Allan “Una Primera Experiencia del Dictado a Distancia de una Materia Introdutoria a la Programación”, Primeras Jornadas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas, Universidad Nacional de Quilmes, Octubre, 2008.

[18] C. Allan, A.Martins “Incorporación de recurso Metodologicos para la Enseñanza de Matemática en Carreras de Informática”., XX Jornadas de Matemática de la zona sur, Puyehue, Chile, 2006.

[19] C.Fracchia, A.Martins “Uso de Recursos Tecnológicos y de Técnicas de Dinámica Grupal en Materias de Programación”,. Encuentro de Académicos e Investigadores Patagónicos de Argentina y Chile, Punta Arenas, Chile, 2005.

[20] Fracchia C, Alonso de Armiño A, “PEDCO (*Plataforma de Educación a Distancia* Universidad Nacional del Comahue)”. Workshop de Tecnología Informática aplicada en Educación (WTIE). Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Universidad Nacional de La Matanza , San Justo, Buenos Aires, 2004.