

Los modelos de Teoría de Colas, propuesta de abordaje en una asignatura optativa de grado

Sonia I. Mariño, Pedro L. Alfonzo

Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. 9 de Julio n° 1449. CP: 3400. Corrientes. Argentina.
simarinio@yahoo.com, plalfonzo@hotmail.com

Resumen

Se presenta una propuesta de aprendizaje destinada a los alumnos de la asignatura optativa Modelos y Simulación de la carrera Licenciatura en Sistemas de la UNNE. El uso de las TIC y la multiplicidad de herramientas orientadas para facilitar el manejo, el acceso y la difusión de la información evolucionaron plasmándose en una diversidad de soluciones tecnológicas, siendo uno de ellos los sistemas de colas. El estudio de modelos basados en la Teoría de Colas radica en generar respuestas orientadas a optimizar el tiempo de espera ante un servicio determinado. En este sentido, el proyecto didáctico propone abordar el diseño y su correspondiente simulador de un modelo de sistema basado en la Teoría de Colas abstraído de un dominio empresarial; abordando métodos y herramientas de la Ingeniería del Software y orientado a proponer una solución ante una problemática real, generando información útil para la toma de decisiones. La aplicación de los conocimientos relacionados de la Teoría de Colas a un contexto empresarial permitirá la viabilidad de adecuación a otros dominios del conocimiento. La planificación expuesta se orienta a desarrollar competencias y habilidades transversales y brindar un acercamiento al ámbito local de inserción de los potenciales graduados y estudiantes avanzados.

1. Introducción

Una de las disciplinas de la informática es la Ingeniería del Software (IS). La IS nació a partir de las ingenierías de sistemas y de hardware. Se define a la IS, como una disciplina de ingeniería que se ocupa de todos los aspectos de la producción de software, desde las primeras etapas de especificación del sistema hasta su mantenimiento después de que haya entrado en uso. Para su elaboración como apoyo, aplican teorías, métodos y herramientas más apropiadas [1-2].

Asociaciones profesionales como la IEEE Computer Society [3] y la Association for Computing Machinery [4] han aunado sus trabajos y desarrollaron una guía del

Cuerpo de Conocimientos de la Ingeniería de Software o SWEBOK (Software Engineering Body of Knowledge). En SWEBOK [5] se definen 15 áreas de conocimiento, siendo una la denominada Matemática Aplicada.

La Teoría de Colas es el estudio matemático de las líneas de espera o colas en una red de comunicaciones. Se define como su principal objetivo analizar varios procesos, tales como la llegada de los datos al final de la cola, la espera en la cola, entre otros. En general, la Teoría de Colas se considera una rama de la Investigación Operativa. Lo expuesto se debe a la aplicación de sus resultados a una amplia variedad de situaciones entre las que se mencionan los negocios, comercio, industria, ingenierías, producción, transporte y telecomunicaciones, entre otras.

El estudio de modelos basados en la Teoría de Colas radica en generar respuestas orientadas a mejorar el tiempo de espera ante un servicio determinado con miras a evitar aglomeraciones, pérdida de tiempo o caos entre sus usuarios. Es decir, se debe lograr un balance económico entre el costo del servicio y el costo asociado a la espera por ese servicio.

En [6] se sostiene que “el pensamiento matemático es aquella capacidad que permite comprender las relaciones que se dan en el mundo circundante y la que posibilita cuantificarlas y formalizarlas para entenderlas mejor y poder comunicarlas”. La presente propuesta se enmarca en una asignatura optativa de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información (LSI), en la cual se brinda a los alumnos conocimientos sobre el desarrollo de modelos de tipo matemático, los cuales son utilizados para simular una amplia gama de sistemas reales.

2. Contexto de la asignatura

La asignatura optativa “Modelos y Simulación”, comprendida en el Área Ciencias y Métodos Computacionales del Departamento de Informática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste (FaCENA-UNNE). Corresponde al plan de estudios de la carrera LSI y se ha caracterizado en trabajos previos [7].

Los contenidos del programa pertenecen al campo de la Matemática Aplicada. La asignatura brinda formación complementaria, es decir, ofrece conocimientos, habilidades y valores que otorgan al estudiante una visión más amplia de su profesión y del mundo.

El plan de estudios de la carrera describe un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que definen el perfil profesional de los graduados. Entre éstas se encuentra la habilidad para el manejo sistemas de simulación computarizados, que junto a la capacidad para modelizar, constituyen el objeto de estudio de la asignatura.

A fin de lograr la conexión con el campo profesional y disciplinar, se introducen en el desarrollo de las clases, ejemplos basados en situaciones reales de dominio técnico o académico-científico, para ilustrar a los estudiantes avanzados cómo estos problemas pueden resolverse empleando los temas tratados en la asignatura.

Los conocimientos transmitidos sobre modelos matemáticos se complementan con los adquiridos en otras asignaturas (lenguajes de programación, paradigmas de desarrollo, técnicas de análisis de sistemas, cálculo de probabilidades y estadística) para resolver los trabajos prácticos propuestos. Se requiere un razonamiento de los alumnos para seleccionar aquellos lenguajes y modelos más adecuados a la resolución del problema presentado. Se pretende generar un trabajo original y creativo que propicie en los estudiantes la utilización de las distintas herramientas tecnológicas y los conocimientos que dispone, a partir de un proceso de aprendizaje iniciado en los primeros años de la carrera.

De este modo, se lleva a cabo una integración con otras asignaturas del plan de estudios, logrando la interconexión entre los contenidos de diversas ciencias, para el análisis del objeto de estudio, en este caso los modelos de simulación.

3. Propuesta didáctica

La propuesta tiende al desarrollo de diversas competencias demandadas a los profesionales del sector de las TI. Entre las que se mencionan: articulación vertical y horizontal de contenidos y conocimientos obtenidos previamente, implicadas tanto en la construcción del simulador (vertical) como en la redacción del informe (horizontal). Consisten en habilidades y destrezas en la localización, elección, procesamiento y análisis de información necesaria para determinar el problema abstraído de una situación real y susceptible de abordar con modelo de Teoría de Colas; el desarrollo de habilidades creativas plasmadas en la definición y delimitación del problema y su desarrollo con el método matemático; habilidades comunicativas reflejadas en el informe académico y en la exposición oral.

A continuación se expone el desarrollo de la secuencia didáctica, considerando los objetivos y las actividades previstas para los actores involucrados: docentes y alumnos.

Se definen como objetivos de la propuesta:

Objetivo general

- Realizar investigación aplicada, abordando métodos y herramientas apropiados para el diseño, desarrollo e implementación de un simulador basado en la Teoría de Colas, y orientado a proponer una solución ante una problemática particular real en un contexto empresarial.

Objetivos particulares

- Profundizar y analizar en el estudio de vinculaciones entre la Ingeniería del Software y otras ramas que requieren la construcción de software para la experimentación y simulación computacional.
- Profundizar y analizar la Teoría de Colas y sus elementos, y plantear la construcción de un simulador para implementar los conceptos estudiados.
- Seleccionar y analizar una situación problemática real abstraída de un contexto empresarial susceptible de modelizar a partir de la Teoría de Colas.
- Adquirir pericia en la delimitación de un problema real para su correspondiente modelización y simulación.
- Construir el simulador del modelo planteado con el fin de definir distintos escenarios y experimentar hasta encontrar las condiciones óptimas para su funcionamiento.
- Comparar y analizar los resultados obtenidos en las experimentaciones.
- Adquirir destreza y promover la escritura de textos académicos y la expresión oral y escrita; y la socialización de los resultados.

- Actividades a realizar por los docentes

En el equipo docente, la planificación de la actividad incluye:

- Coordinación institucional a fin de disponer de infraestructura y recursos para el desarrollo de la experiencia. Se trabajará en el Laboratorio de Informática, a fin de modelizar y concretar la realización de los simuladores. En referencia a los lenguajes de programación, los estudiantes podrán optar por los mismos y por ello se instalarán bajo demanda. Respecto a la bibliografía básica, se seleccionará y brindarán aquellos referentes del tema; así como desarrollos previos inherentes al tema a tratar.

- Elaboración y difusión de una guía didáctica e ilustrada basada en los contenidos mínimos de la asignatura e integrando la teoría y la práctica.
- Definición y difusión de los criterios de evaluación de la actividad.
- En el trayecto asociado a la generación del proyecto, se facilitará la comprensión, atención a consultas y dudas.
- La evaluación de los aprendizajes se realizará durante el proceso de construcción del modelo planteado. Se coincide con [8] quienes sostienen que teniendo en cuenta la génesis de cada asignatura es el docente quien diseña y pone en práctica las estrategias evaluativas. En este sentido, la evaluación de aprendizajes se aborda desde una perspectiva formativa y sumativa, es decir, se realiza un seguimiento continuo del alumno durante el proceso de aprendizaje. Es importante resaltar que la apreciación valorativa de la devolución al estudiante en particular, también se socializa en la clase, permitiéndoles tomar conciencia de la problemática, en caso de presentárseles la misma situación.
- Evaluación de los informes elaborados por los estudiantes según los criterios establecidos, teniendo en cuenta la calidad del mismo, la presentación, las fuentes de información y la valoración personal (reflexión crítica).
- Análisis y reflexión del proceso y productos generados a fin de lograr mejoras en sucesivas experiencias y motivar a los alumnos en el uso de la técnica promocionada.

- Actividades a realizar por los alumnos

Entre los estudiantes se definen las siguientes actividades:

- Lectura comprensiva de una guía didáctica e ilustrada. El documento describe los contenidos de la asignatura vinculados a la experiencia, los objetivos de la experiencia, las actividades planificadas que comprenden la experiencia y los resultados esperados.
- Revisión bibliográfica de métodos y herramientas adecuadas para el modelado y construcción de sistemas basados en la Teoría de Colas.
- Diseño y construcción del simulador fundamentado en la Teoría de Colas. Las fases comprendidas por el proyecto de simulación se basarán en la propuesta definida en [9]:
 - ✓ Formulación del problema: Se definirá el problema a estudiar incluyendo los objetivos.
 - ✓ Diseño del modelo conceptual: Se realizará especificación del modelo y se describirán las relaciones estructurales y sus interacciones del sistema a simular.

- ✓ Recolección de datos: Se identificarán, recopilarán y analizarán los datos necesarios para el estudio.
- ✓ Construcción del modelo: Se construirá el modelo de simulación partiendo del modelo conceptual y de los datos.
- ✓ Verificación y validación: Se verificará que el modelo se comporte como es de esperar y se validará la similitud entre el sistema real y el modelo de simulación.
- ✓ Diseño de experimentos: Se ejecutará la simulación de acuerdo a los objetivos planteados y a las condiciones establecidas.
- ✓ Análisis de resultados: Se analizarán los resultados de la simulación con el objetivo de detectar problemas y realizar mejoras.
- ✓ Documentación: Se generará y proporcionará documentación de soporte sobre el trabajo efectuado.
- Experimentación e Implementación: Se diseñarán distintos experimentos, se evaluarán los resultados y se procederá al ajuste de los parámetros de los distintos modelos planteados.

Entre las actividades específicas a considerar para los modelos basados en Teoría de Colas, y que se llevarán a cabo se mencionan:

- Diseño de los formatos para la toma de arribos y de servicio correspondientes, determinar las tasas en las que se realizará una prueba de ajuste para verificar el comportamiento que siguen los datos (distribuciones Poisson o Exponencial). Se construirá el simulador y se diseñaran distintos experimentos a fin de analizar los resultados y exponer los objetivos logrados.
- Aplicación del concepto de Calidad del Servicio o QOS (Quality of Service). En estos modelos, también es importante conocer cuánto tiempo un usuario que llega al sistema debe esperar hasta recibir el servicio.
- Definición de la disciplina de cola, que es un proceso para decidir qué usuario será llamado de la cola. En un sistema de cola existen distintas modalidades que permiten determinar aquel usuario al que se prestara el servicio cuando éste quede libre y en la cola exista más de uno . Las disciplinas más habituales se denominan: FIFO (First-In-First-Out): Primero en entrar, primero en salir. Es decir, se atiende primero al cliente que antes haya llegado; LIFO (Last-In-First-Out): Pila que consiste en atender primero al cliente que ha llegado el último; SIRO (Service-In-Random-Order): se selecciona los clientes de manera aleatoria, de acuerdo a algún procedimiento de prioridad u otro orden.

- Elaboración de trabajos. Con la finalidad de introducir prácticas efectivas vinculadas a la redacción de trabajos, el simulador generado así como el proceso seguido para su obtención se describirán.
- Difusión y transferencia de conocimientos. Las innovaciones, en este caso los simuladores obtenidos, podrán difundirse en espacios educativos y hacia un contexto específico de uso.

El desarrollo de la experiencia promoverá una forma de pensamiento, que coincidiendo con [6], se traduce en el uso y manejo de procesos cognitivos tales como: “razonar, demostrar, argumentar, interpretar, identificar, relacionar, graficar, calcular, inferir, efectuar algoritmos y modelizar en general y, al igual que cualquier otra forma de desarrollo de pensamiento, es susceptible de aprendizaje”.

4. Consideraciones finales

En ámbitos de la Educación Superior la vinculación entre actividades de docencia y transferencia es relevante, dado que permite visualizar en la práctica los aportes teóricos, siendo la transferencia de resultados una actividad prioritaria de la I+D. Por lo expuesto, de la metodología a aplicar, su adecuación con el objeto de estudio, la temática y los objetivos se deriva que: el desarrollo del proyecto permitirá aportar conocimientos aplicados de la Teoría de Colas a un contexto empresarial con viabilidad de adecuación a otros dominios. El simulador y los modelos construidos permitirán responder con distintas alternativas ante las situaciones problemáticas planteadas, por ejemplo aquellas atinentes a reducir tiempos de atención, incrementar el número de servidores, entre otras cuestiones comprendidas por la Teoría de Colas. Por otra parte, su potencial implementación en un dominio empresarial, generará información de retroalimentación. El desarrollo de la propuesta permitirá el desarrollo de procesos cognitivos asociados al razonamiento crítico, el análisis y selección de problemas, la comunicación y cooperación entre pares.

Además, se espera que, como un aporte conceptual, los resultados derivados del diseño y desarrollo de simuladores permitan ampliar la categoría “métodos y aplicaciones prácticas” propuesta en [1]. Además, desde la revisión bibliográfica se detectaron taxonomías de herramientas software para gestionar conocimiento en diversos dominios. En [10] se presentan una clasificación compuesta por siete categorías, permitiendo el desarrollo de la propuesta incorporar el proceso y el producto de la beca en una de ellas, acrecentando la propuesta.

5. Referencias

- [1] Barchini, G., Sosa, M. y Herrera, S., "La informática como disciplina científica. Ensayo de mapeo disciplinar", *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, Año 1, 1(2), 2004.
- [2] Sommerville I., *Ingeniería del Software*, Ed. Pearson Educacion, 2011.
- [3] Computer Society. [en línea]. Disponible en: <https://www.computer.org/>
- [4] ACM, "Association for Computing Machinery". [en línea]. Disponible en: <https://www.acm.org/>
- [5] SWEBOK, "Guide to the Software Engineering Body of Knowledge". [en línea]. Disponible en: <http://www.computer.org/portal/web/swebok>.
- [6] Mendez, P., "Enseñanza Inteligente de la Matemática. Un Modelo para promover las habilidades del pensamiento en el desarrollo Lógico-Matemático", *Revista Venolozana de Ciencia y Tecnología*, 5 (2), 2015, pp. 135-157
- [7] Bordelecau, F. Jara, S. Mariño, S. I. El Aprendizaje Basado en Problemas. Una experiencia en el modelado y simulación de problemas de inventario, *International Journal of Educational Research and Innovation*, Año 1, no 2, 2014, pp 83- 97.
- [8] Celman, S. y Olmedo, V., "Diálogos entre comunicación y evaluación. Una perspectiva educativa", *Revista de Educación*, Año 2, no. 2, 2011, pp. 67-82.
- [9] Piera, M. A., Guasch, T., Casanovas, J. y Ramos J. J., *Como mejorar la logística de su empresa mediante la simulación*, Ediciones Díaz de Santos, 2006.
- [10] Núñez, P. I. y Nuñez Govín, Y., "Propuesta de clasificación de las herramientas-software para la gestión del conocimiento", *Acimed*, 13(2), 2005.