

Estudio de la Influencia del Uso de Simulación en la Enseñanza de Redes de Computadoras en el Nivel Universitario (resultados finales)

Daniel Arias Figueroa¹, Javier Díaz², Cecilia Gramajo¹, Gustavo Gil¹, Ernesto Sánchez¹,
Loraine Gimson¹, Álvaro Gamarra¹, Jorge Silvera¹, Diego Gil¹
Nelson Rodríguez³, María Murazzo³, Marcelo Moreno³, Miguel Guevara³

C.I.D.I.A. (Centro de Investigación y Desarrollo de Informática Aplicada)¹

Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta

L.I.N.T.I. (Laboratorio en Nuevas Tecnologías Informáticas)²

Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata

Departamento e Instituto de Informática - F.C.E.F. y N. - U.N.S.J.³

Fac. de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan

daaf@cidia.unsa.edu.ar, nelson@iinfo.unsj.edu.ar

RESUMEN

La implantación de las técnicas de simulación mediante computadora en el aula es una realidad en los actuales sistemas educativos. La necesidad de poder comprender los conceptos y fundamentos de redes de computadoras obliga a utilizar la computadora como instrumento para el aprendizaje. Esto, sumado a los costos elevados de equipos específicos necesarios para montar un laboratorio de red, y a los escasos recursos con los que cuenta el Departamento de Informática de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta (similares a los recursos con los que cuentan la mayoría de las universidades públicas en el interior del país), hacen considerar a las herramientas de simulación, como una posible solución para que las prácticas sean mejor aprovechadas por los estudiantes, posibilitando además la utilización de estas herramientas fuera de los horarios de clase.

Dentro del trabajo de investigación se evaluó la influencia de la utilización de software de simulación, en la enseñanza de contenidos de redes de computadoras en carreras de grado y en cursos de

postgrado. Para ello se planteó un estudio aplicado, longitudinal y experimental que, asumiendo la complejidad del fenómeno educativo, consideró aspectos cuantitativos y cualitativos.

Palabras clave: Protocolo TCP-IP, Simulación, Virtualización, Enseñanza, Redes.

CONTEXTO

La línea de investigación fue apoyada por el C.I.D.I.A. (Centro de Investigación y Desarrollo de Informática Aplicada) que depende de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta y el L.I.N.T.I. (Laboratorio en Nuevas Tecnologías Informáticas) que depende de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata, y, por lo tanto, se contó con toda la infraestructura disponible para esta investigación. El proyecto fue acreditado como Proyecto Tipo "A" N° 2230/0 en el CIUNSa – Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta y contó con su financiamiento.

Además se firmó convenio de colaboración con la Universidad Nacional de San Juan, con el objetivo de replicar

las experiencias en la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos claves en la enseñanza de las redes de computadoras en la Licenciatura en Análisis de Sistemas, fue la de transmitir fundamentos y conceptos básicos a los estudiantes de nuestra carrera de grado. Sin embargo, desde hace un tiempo hemos venido investigando cómo facilitar la relación entre la realidad y las teorías y modelos, es decir, entre lo concreto y lo abstracto.

Las computadoras personales, con la variedad de software que se ha desarrollado, tienen en sí mismas un gran potencial para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, a fin de que:

- El aprendizaje sea más interesante.
- El aprendizaje sea activo, no pasivo en las aulas.
- Los estudiantes estén más motivados.
- El aprendizaje sea al ritmo del estudiante en forma personalizada.
- La educación sea permanente.

El Departamento de Informática de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNSa, ve a la simulación como una herramienta de apoyo pedagógico, que facilita la investigación y el desarrollo de una mejor calidad y pertinencia de la educación y de formación de saberes contextualizados entre teoría y práctica en el estudiante. Debido a esto, se está utilizando en diversas materias software de simulación.

2. LINEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

La línea de investigación, evaluó la influencia de la utilización de software de simulación en la enseñanza de contenidos de redes de computadoras, en el ámbito de las asignaturas relacionadas con la

temática en la carrera de Licenciatura en Análisis de Sistemas de la UNSa y en el ámbito de cursos de postgrado organizados por el C.I.D.I.A. Para ello, se llevó a cabo un estudio aplicado, longitudinal y experimental que, asumiendo la complejidad del fenómeno educativo, considera aspectos cuantitativos y cualitativos.

Del resultado de la búsqueda de la mejora de la enseñanza realizada y la formación y experiencia adquiridas, surgieron las siguientes hipótesis causales de investigación, en relación a las correlaciones aprendizaje-métodos de simulación:

- Hipótesis I: A igualdad de recursos utilizados y experiencias, el alumno aprende mejor, más significativamente, cuando complementa esas experiencias con métodos de simulación.
- Hipótesis II: El uso de software de simulación como complemento a los prácticos tradicionales o de laboratorio, mejora el aprendizaje de conceptos y la comprensión.

Asimismo, la investigación persiguió en el marco del paradigma cualitativo los siguientes objetivos:

- Realizar entrevistas y estudios de casos con los alumnos durante los períodos previstos.
- Diseñar actividades prácticas y de investigación adecuadas para ser realizadas con los simuladores.
- Fomentar el aprendizaje cooperativo entre los estudiantes.
- Introducir a los estudiantes de nivel universitario en la cultura científica actual, que concibe la simulación por computadora como una herramienta fundamental para el estudio, la investigación y la experimentación.

3. RESULTADOS ALCANZADOS

La primera etapa consistió en la preparación del material, guías de trabajos prácticos para la utilización de los simuladores y realización de pruebas piloto para validación del mismo.

En la segunda etapa del proyecto se realizaron diversas experiencias con simulación en asignaturas de la Licenciatura en Análisis de Sistemas y cursos de postgrado de la Universidad Nacional de Salta y en la Universidad Católica de Salta a través del convenio firmado entre ambas instituciones.

En la tercera etapa del proyecto se analizaron los resultados obtenidos buscando responder a las preguntas planteadas.

Experiencias realizadas

A continuación se mencionan las experiencias realizadas en el período 2012-2016:

Año 2012

- Experiencia con el simulador Packet Tracer en la asignatura Conectividad y Teleinformática de la Licenciatura en Análisis de Sistemas de la UNSa.
- Experiencia con el simulador KivaNS en la asignatura Conectividad y Teleinformática de la Licenciatura en Análisis de Sistemas de la UNSa.

Año 2013

- Experiencia con el simulador Packet Tracer en la asignatura Redes de Computadoras I de la Licenciatura en Análisis de Sistemas de la UNSa.
- Experiencia con el simulador Packet Tracer en un curso de Postgrado organizado por el CIDIA.

Año 2014

- Experiencia con Packet Tracer en la asignatura Redes de Computadoras I

de la Licenciatura en Análisis de Sistemas de la UNSa.

- Experiencia con el simulador MACSim en la asignatura Redes de Computadoras II de la Licenciatura en Análisis de Sistemas de la UNSa.
- Experiencia con el simulador Packet Tracer y el Protocolo ARP en la asignatura Redes de Computadoras II de la Licenciatura en Análisis de Sistemas de la UNSa.
- Experiencia con el simulador MACSim en la asignatura Conectividad y Teleinformática de la Licenciatura en Análisis de Sistemas de la UNSa.

Año 2015

- Experiencia con el simulador Packet Tracer y el Protocolo DNS en la asignatura Redes de Computadoras I de la Licenciatura en Análisis de Sistemas de la UNSa.
- Experiencia con GNS3 en un curso dictado en el marco de las Jornadas de Ingeniería de la UNSa.
- Experiencia con el simulador Packet Tracer y el Direccionamiento IP en la asignatura Redes de Computadoras I de la Licenciatura en Análisis de Sistemas de la UNSa.
- Experiencia con el simulador Packet Tracer y el Ruteo IP en la asignatura Redes de Computadoras I de la Licenciatura en Análisis de Sistemas de la UNSa.
- Experiencia con el simulador MACSim en la asignatura Redes I de la Ingeniería en Telecomunicaciones en la Universidad Católica de Salta.
- Experiencia con GNS3 en un curso de extensión organizado por el CIDIA.
- Experiencia con el simulador MACSim en la asignatura Redes de

Computadoras II de la Licenciatura en Análisis de Sistemas de la UNSa.

- Experiencia con el simulador Packet Tracer y el Protocolo ARP en la asignatura Redes de Computadoras II de la Licenciatura en Análisis de Sistemas de la UNSa.

Año 2016

- Experiencia con el simulador Packet Tracer y el Direccionamiento IP en la asignatura Redes de Computadoras I de la Licenciatura en Análisis de Sistemas de la UNSa.
- Experiencia con el simulador Packet Tracer y el Ruteo IP en la asignatura Redes de Computadoras I de la Licenciatura en Análisis de Sistemas de la UNSa.
- Experiencia sobre el Direccionamiento IP con Router Cisco 3600 en la asignatura Redes de Computadoras I de la Licenciatura en Análisis de Sistemas.
- Experiencia sobre el Ruteo IP con Router Cisco 3600 en la asignatura Redes de Computadoras I de la Licenciatura en Análisis de Sistemas.
- Experiencia con el Simulador MACSim en la asignatura Redes de Computadoras II de la Licenciatura en Análisis de Sistemas.
- Experiencia en un Curso para certificación Mikrotik organizado por el CIDIA.
- Experiencia con la herramienta GNS3 y Laboratorio real en la asignatura Redes I de la UCASAL.
- Encuesta a docentes de asignaturas de redes de computadoras de diversas universidades vinculadas al proyecto.

Respuestas obtenidas a las preguntas planteadas

¿Cómo influyen en la enseñanza y el aprendizaje, los TP realizados con un software de simulación?

Contribuyen poderosamente a afianzar los conocimientos que se imparten. El estudiante puede verificar en topologías virtuales, como responde una variable dependiente a las variaciones de otra, u otras.

Los métodos de simulación son una herramienta que, bien utilizada, permite expandir las posibilidades de la realidad física, potenciando el aprendizaje.

¿Qué efectos causan los programas de simulación, en lo que hace a motivar al estudiante a aprender a resolver los problemas analizados en las clases teóricas?

Los estudiantes se mostraron muy receptivos e interesados en las diferentes herramientas de software utilizados, manifestando decididamente en las encuestas realizadas, que el uso del mismo los ha motivado al aprendizaje.

¿Cuánto pueden contribuir los trabajos sobre el simulador a que se reafirmen los conceptos teóricos y la comprensión de los fundamentos y funcionamiento en general de las redes?

Según las evaluaciones, las experiencias realizadas contribuyeron a brindarles una comprensión acabada de los conceptos teóricos, en mayor medida que los trabajos prácticos tradicionales. La posibilidad de variar la configuración de los componentes y visualizar el cambio de comportamiento potencia el aprendizaje. También en las encuestas, los estudiantes manifestaron su satisfacción.

Dado que el alumno puede diseñar e inventar topologías y experimentar con ellas ¿hasta qué punto favorece la creatividad?

En la medida que el alumno se sienta motivado a utilizar las herramientas de simulación, tendrá flexibilidad y oportunidades, que no es posible en la práctica tradicional. No tiene prácticamente limitaciones para crear y probar diferentes topologías. Los estudiantes manifestaron su actitud favorable hacia esta posibilidad de diseñar e inventar, sin costo ni peligros.

¿Hasta qué punto contribuyen a reemplazar un aprendizaje memorístico por aprendizaje significativo?

En general puede decirse que el uso de métodos de simulación potencia el aprendizaje significativo de los conceptos que se aprenden en las clases, donde se enseñan los conceptos teóricos y se realizan ejemplos de aplicación.

¿En qué momento conviene aplicar estos métodos, antes y/o después de los trabajos prácticos tradicionales? ¿Qué condiciones deben darse para la aplicación de estos métodos?

Por el nivel alcanzado por los estudiantes en las evaluaciones realizadas de las actividades prácticas, se considera que es conveniente su utilización después de la presentación teórica y la práctica tradicional en aula, para permitir que el estudiante llegue al mismo con los conceptos más asimilados y más motivado. El trabajo práctico de laboratorio con equipo real le sirve, así, para terminar de aprender aspectos procedimentales, relacionados con la operación de dispositivos, como ya hemos mencionado.

¿Cómo estructurar una actividad práctica utilizando métodos de simulación?

Por lo expuesto, consideramos que las mismas deben realizarse en forma muy coordinada con las clases en las que se

explica la teoría y la práctica tradicional. Debe buscarse la forma de que el estudiante se confronte con los conceptos aprendidos. Consideramos que las experiencias realizadas avalan la postura inicial en el sentido que estas experiencias con simulación complementan las prácticas tradicionales, y ponen de manifiesto que son un recurso excelente para complementar la enseñanza.

Los resultados alcanzados fueron publicados en revistas internacionales, congresos nacionales e internacionales y también hemos publicado un libro denominado “Redes de Computadoras I con Packet Tracer”, que fue evaluado y aprobado por la Editorial de la Universidad Nacional de Salta – EDUNSa – ISBN 978-987-633-132-6-1.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El equipo de investigación se conformó con un director y cinco miembros entre docentes, egresados y estudiantes avanzados. Además se sumaron docentes de otras dependencias de la universidad con trabajos concretos de tesis de especialidad en seguridad y redes. También se contó con el apoyo de un asesor.

- Especialidad en Seguridad y Redes – UNLP. “Virtualización para la enseñanza de redes IP”. Expte. 3300-3489/11. Miguel A. Aguirre. (En desarrollo).
- Especialidad en Seguridad y Redes – UNLP. “Herramientas de Software de Simulación para Redes de Comunicaciones”. Expte. 3300-5305/12. Juan Antonio Torres. (Aprobada en julio de 2015).
- Doctorado en Ciencias Informáticas – UNLP. “Estudio de la influencia de un entorno de simulación en la

enseñanza de redes en el nivel universitario”. Expte. 3300-5743/13. Daniel Arias Figueroa. (Tesis presentada para su evaluación).

- Magister en Redes de Datos – UNLP. “Un estudio comparativo en extensiones de seguridad para el sistema de nombre de dominio (DNS)”. Expte. 3300-002113/10-000. Ernesto Sánchez.
- Magister en Ingeniería de Software – UNLP. “Desarrollo basado en Conocimiento siguiendo prácticas ágiles”. Expte. 3300-006507/13-000. Loraine Gimson. (Aprobada en noviembre de 2015).
- Cursando la Maestría en Redes de Datos en la UNLP. Ing. Álvaro I. Gamarra.
- Cursando la Licenciatura en Análisis de Sistemas en la UNSa. Diego Gil.

5. BIBLIOGRAFIA

SAKAR, N. I. (2006) Teaching TCP/IP Networking Using Practical Laboratory Exercises, *International Journal of Information and Communication Technology Education*, Vol. 2, No. 4, pp. 39-50.

GOLDSTEIN, G., M LEISTEN, S, STARK, K., & TICKLE, A. (2005) Using a Network Simulation Tool to Engage Students in Active Learning Enhances Their Understanding of Complex Data Communications Concepts, Proceedings of the 7th Australasian conference on Computing Education, pp. 223-228.

JAVIDI, G. & SHEYBANI, E. (2008) Content-Based Computer Simulation of a Networking Course: An Assessment, *Journal of Computers*, Vol. 3, No. 3, pp. 64-72.

CAMERON, B. (2003): Effectiveness of simulation in a hybrid online networking course. *Quarterly Review of Distance Education*, 4(1), 51.

GATTO, D. (1993): The use of interactive computer simulations in training. *Australian Journal of Educational Technology*, 9(2), 144-156.

YAVERBAUM, G., & NADARAJAN, U. (1996): Learning basic concepts of telecommunications: an experiment in multimedia and learning. *Computers & Education*, 26(4), 215-224.

ZHU, S. Y. (2011). Teaching Computer Networks through Network Simulation Programs. Faculty of Business, Computing and Law – School of Computing. University of Derby. *Learning Teaching & Assessment Conference*.

KUROSE, J.F. & ROSS, K.W. (2015). Computer Networking: A Top-Down Approach. 6th Edition. *Pearson Education*. ISBN: 9780132856201.

AVILA BLAS, Orlando José (2003). Probabilidad y estadística inferencial: teoría y aplicaciones. ISBN: 978-987-9381-23-6. *Editorial: Univ. de Salta*.

GLIEM, J & GLIEM, R. (2003). Calculating, Interpreting, and Reporting Cronbach’s Alpha Reliability Coefficient for Likert-Type Scales. Conference in Adult, Continuing, and Community Education. Midwest Research to Practice.

CÁMARA, ALZUGARAY (2011). Trabajos Prácticos, Métodos de Simulación y aprendizaje significativo. La Tecnología Educativa al servicio de la Educación Tecnológica.