

## 9991 EXPERIENCIA EN LA ASIGNATURA REDES I CON HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN Y PRÁCTICAS CON EQUIPO REAL

Daniel Arias Figueroa<sup>(1)(2)</sup>, Loraine Gimson Saravia<sup>(1)(3)</sup>, Alvaro Gamarra<sup>(1)(4)</sup>, Ernesto Sanchez<sup>(1)(5)</sup>,  
Gustavo D. Gil<sup>(1)(6)</sup>

<sup>(1)</sup>C.I.D.I.A. – Centro de Investigación y Desarrollo en Informática Aplicada  
Facultad de Ciencias Exactas – Universidad Nacional de Salta  
Cátedra Redes I – Ingeniería en Telecomunicaciones – Universidad Católica de Salta

<sup>(2)</sup>daaf@cidia.unsa.edu.ar

<sup>(3)</sup>lgimson@cidia.unsa.edu.ar

<sup>(4)</sup>alvaroig@cidia.unsa.edu.ar

<sup>(5)</sup>esanchez@cidia.unsa.edu.ar

<sup>(6)</sup>gdgil@unsa.edu.ar

### Resumen

Desde hace un tiempo ya, el uso de herramientas de software de simulación ha demostrado ser de gran utilidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje de redes de computadoras. Son muchas las ventajas que se pueden enumerar, entre las que se destacan, la reducción significativa en costos de adquisición de dispositivos de red tales como routers, switchs, cableado, entre otros. Así mismo, se reducen los tiempos para la puesta en marcha de los laboratorios físicos convencionales.

Este trabajo presenta un estudio realizado en la asignatura Redes I de la carrera Ingeniería en Telecomunicaciones de la Universidad Católica de Salta, cuyo objetivo fue contrastar el aprendizaje de los estudiantes con laboratorios con herramientas de simulación y laboratorios con equipo real.

**Palabras clave:** SIMULACIÓN, ENSEÑANZA REDES, VIRTUALIZACIÓN, GNS3, PACKET TRACER.

### Introducción

Los conceptos y fundamentos de redes son difíciles de asimilar debido a la complejidad de los procesos involucrados que no son siempre visibles [1], [2], [3], [4]. 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 en la mayoría de las universidades del 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 (Laboratorio virtual).

De acuerdo a lo dicho anteriormente, se podría resumir la problemática de la siguiente manera:

- El docente debe plantear los trabajos prácticos de laboratorio adecuándose a las características del equipo disponible, generalmente escaso.
- Habitualmente, la cantidad de estudiantes es elevada. Cada Año, aproximadamente 20 estudiantes cursan la asignatura Redes I.
- Los equipos de hardware de red (enrutadores, conmutadores, concentradores, cableado, conectores, etc.) son costosos, y su actualización y mantenimiento también significa costos elevados, por lo que usualmente se puede contar con, a lo sumo, uno o dos dispositivos por comisión o grupos de estudiantes. Esto hace inviable los laboratorios con equipo real.
- No todos los temas se pueden abordar con una práctica sobre un entorno real.
- La curva de aprendizaje para la administración de los dispositivos en laboratorios reales es alta. Lo mismo ocurre con la conectorización física para definir una determinada topología, ya que se disponen diferentes tipos de interfaces tales como Ethernet, FastEthernet, Seriales y Puertos de Consola. Esto impide armar demasados grupos que accedan al hardware de red.

### **Marco contextual**

Esta experiencia se realizó con el grupo de estudiantes que cursaron la asignatura Redes I de la carrera Ingeniería en Telecomunicaciones en la Universidad Católica de Salta. Durante el cursado de la misma, los estudiantes realizaron para cada tema del programa analítico que abarca la Capa de Aplicación, Capa de Transporte y Capa de Red del Modelo TCP/IP, una actividad práctica con simulación y una actividad práctica con equipo real, con las limitaciones propias de la problemática comentada.

El objetivo de este estudio fue que los estudiantes contrasten la realización de la misma práctica con equipo real y utilizando los simuladores Packet Tracer y GNS3, para lo cual se realizó una encuesta dividida en tres partes. En la primera parte se indagó respecto del uso de los simuladores y su facilidad para configurar una topología, configurar dispositivos, verificar la funcionalidad y realizar seguimiento de los eventos. En la segunda parte, se realizaron las mismas preguntas pero respecto del laboratorio con equipo real. Finalmente se indagó sobre la posibilidad que la simulación reemplace al laboratorio con equipo real, cuando el objetivo es la enseñanza de conceptos y fundamentos de redes. Claramente la enseñanza de redes en carreras de Sistemas difiere de la capacitación específica de técnicos en redes, donde la importancia de trabajar con equipo real de distintos proveedores es crucial.

### **Análisis estadístico de los datos**

Para este conjunto de datos la media aritmética supera, en todos los casos, al menos el valor medio de la escala (3.00), lo que confirma la validez del contenido de todos los ítems incluidos en la encuesta.

El coeficiente Alfa de Cronbach calculado es de 0,731, que supera el valor de 0,7, lo que permite afirmar que el grado de fiabilidad del cuestionario. Por lo tanto se aprecia una alta polarización de respuestas confiables por parte de los estudiantes.

A continuación se presenta el análisis estadístico de los datos para cada una de las partes de la encuesta realizada.

### Parte 1. Utilizando herramientas de simulación (como GNS3, Packet Tracer, etc.)

	Prácticamente Nada (1)		Poco (2)		Suficiente (3)		En Buen Medida (4)		En Gran Medida (5)		α	±
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%		
Config. topología sencilla	-	-	-	-	1x	10,00	1x	10,00	8x	80,00	4,70	0,67
Config. dispositivos sencillos	-	-	1x	10,00	2x	20,00	4x	40,00	3x	30,00	3,90	0,99
Herramienta adecuada para...	-	-	-	-	3x	30,00	3x	30,00	4x	40,00	4,10	0,88
Verif. funcionalidad sencilla	-	-	-	-	4x	40,00	2x	20,00	4x	40,00	4,00	0,94
Seguimiento de eventos...	-	-	2x	20,00	1x	10,00	6x	60,00	1x	10,00	3,60	0,97



Figura 1: Análisis con simulación

Para la configuración de la topología, el 90% considera que es sencillo con el simulador. Para la configuración de los dispositivos el 70% considera sencillo, el 60% considera que la verificación de la funcionalidad. El 70%, el seguimiento de los eventos se realiza de manera sencilla con simulación.

**Parte 2. En laboratorios con equipo real, (como Mikrotik, Ubiquiti, Cisco, etc.)**

	Prácticamente Nada (1)		Poco (2)		Lo Suficiente (3)		En Buen Medida (4)		En Gran Medida (5)		Ø	±
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%		
Config. topología simple	1x	10,00	5x	50,00	3x	30,00	1x	10,00	-	-	2,40	0,84
Config. dispositivos simp.	4x	40,00	1x	10,00	3x	30,00	1x	10,00	1x	10,00	2,40	1,43
Lab. adecuado para fund...	-	-	1x	10,00	5x	50,00	1x	10,00	3x	30,00	3,60	1,07
Verif. funcionalidad simp...	-	-	6x	60,00	3x	30,00	1x	10,00	-	-	2,50	0,71
Seguimiento de eventos...	-	-	5x	50,00	3x	30,00	2x	20,00	-	-	2,70	0,82

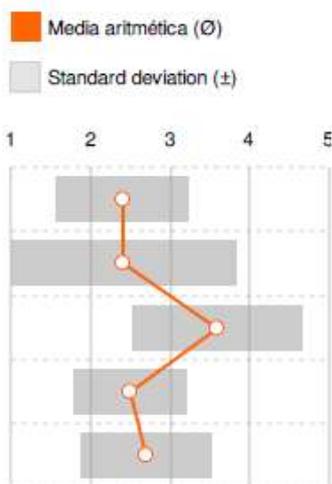


Figura 2: Análisis con equipo real

El 60% de los estudiantes considera que la configuración de la topología no es sencilla con equipo real. El 50% considera que la configuración de dispositivos tampoco es sencilla. Para la verificación de la funcionalidad, el 60% considera que no es sencillo, y para el seguimiento de los eventos, el 50% considera que tampoco es sencillo con equipo real.

**Parte 3. Cuando el objetivo es la enseñanza de fundamentos y no la de formar técnicos en redes, ¿considera que la simulación puede reemplazar a la práctica con equipo real?**

	Prácticamente Nada (1)		Poco (2)		Lo Suficiente (3)		En Buen Medida (4)		En Gran Medida (5)		Ø	±
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%		
Simulación reemplaza eq.	-	-	2x	20,00	2x	20,00	6x	60,00	-	-	3,40	0,84

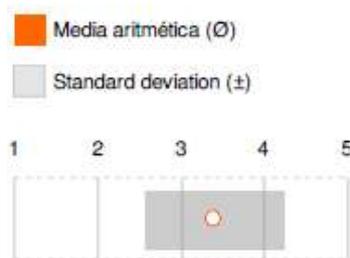


Figura 3: Análisis de simulación vs. equipo real

El 60% de los estudiantes considera que la simulación puede reemplazar al laboratorio con equipo real cuando el objetivo es la enseñanza de fundamentos.

### Algunos comentarios y sugerencias de los estudiantes

A continuación se enumeran textualmente algunas opiniones de los estudiantes sobre la experiencia con las herramientas de simulación:

- Hace falta más tiempo y práctica para entender al 100% los programas de simulación de redes. Es didáctico pero falta desarrollarlo más.
- El uso de simuladores es muy conveniente debido a la imposibilidad de obtener los equipos físicos, pero cuando sea posible es conveniente realizar la práctica en equipos reales y con simulador para poder observar que es prácticamente lo mismo.
- Cuando no contamos con los equipos a la hora de realizar prácticas y demás, es muy interesante trabajar con los simuladores, para poder visualizar como va a ser nuestra topología y funcionalidad de la misma

### Conclusiones

Del análisis realizado, se evidencia que los estudiantes consideran que la simulación simplifica el proceso de configuración de la topología de red y la configuración de dispositivos. Respecto de la verificación de la funcionalidad y seguimiento de los eventos, también consideran que es más sencillo en los laboratorios con herramientas de simulación. Finalmente, consideran que la práctica con simulación puede reemplazar a la práctica con equipo real, cuando el objetivo es aprender conceptos y fundamentos sobre redes de computadoras.

Cabe destacar, también, que los resultados obtenidos en ese trabajo presentan similitud respecto de un estudio realizado con docentes de asignaturas de redes de diferentes universidades del país en el año 2016 [13]. En dicho estudio, los docentes consideran que la curva de aprendizaje es corta para la configuración de topologías y dispositivos, cuando se utiliza simulación; en cambio, consideran una curva de aprendizaje larga cuando se trata de configurar topologías y dispositivos con equipo real. Cuando se les pregunta *“Cuando el objetivo es enseñar fundamentos de redes y no formar técnicos en redes, considera que la práctica con simulación puede*

reemplazar la práctica con equipo real”, en su mayoría los docentes respondieron que sí.

## Futuro Trabajo

Como futuras investigaciones se sugieren estudios sobre el impacto de software de simulación en otros ámbitos de las redes, así como en otras asignaturas del plan de estudios de la carrera. Asimismo, es importante valorar la incidencia de esta herramienta en otros niveles educativos. Se recomiendan otros estudios cuantitativos y cualitativos que permitan conocer con mayor profundidad el nivel de conceptualización alcanzado por los estudiantes con el uso del software de simulación y ampliar la visión sobre el tema.

En cuanto a las debilidades del estudio, se debe tener en cuenta el tamaño pequeño de la muestra, por lo que las conclusiones de la investigación no pueden ser transferidas a otros contextos.

## Bibliografía

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] DIXON, M. W., MCGILL, T. J. & KARISOON, J. M (1997) Using a Network Simulation Package to Teach the Client-server Model. *Proceedings of the 2nd Conference on Integrating Technology into Computer Science Education*, pp. 71-73.
- [5] ARIAS FIGUEROA, D. (2015) “Redes de Computadoras I con Packet Tracer”, *Editorial de la Universidad Nacional de Salta – Argentina, EUNSa*. ISBN 978-987-633-132-6-1; 1a ed. Salta - E-Book - CDD 004.68.
- [6] CAMERON, B. (2003): Effectiveness of simulation in a hybrid online networking course. *Quarterly Review of Distance Education*, 4(1), 51.
- [7] GATTO, D. (1993): The use of interactive computer simulations in training. *Australian Journal of Educational Technology*, 9(2), 144-156.
- [8] YAVERBAUM, G., & NADARAJAN, U. (1996): Learning basic concepts of telecommunications: an experiment in multimedia and learning. *Computers & Education*, 26( 4), 215-224.

- [9] 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*.
- [10] ARIAS FIGUEROA, D., GIL, G., GIMSON, L. (2016). "Estudio de la influencia del uso del simulador KIVA-NS en la enseñanza de redes IP". *Décima Quinta Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática (CISCI 2016) Orlando, Florida, EE.UU.*
- [11] KUROSE, J.F. & ROSS, K.W. (2015). Computer Networking: A Top-Down Approach. 6th Edition. Pearson Education. ISBN: 9780132856201.
- [12] AVILA BLAS, Orlando José (2003). Probabilidad y estadística inferencial: teoría y aplicaciones. ISBN: 978-987-9381-23-6. *Editorial: Universidad Nacional de Salta.*
- [13] ARIAS FIGUEROA, D., RODRIGUEZ, NELSON Y OTROS (2016). "Simulación en la enseñanza de redes de computadoras: visión de docentes". *CoNalISI 2016. Universidad Católica de Salta. 17 y 18 de Noviembre de 2016.*