

Estudio de la influencia de métodos de simulación en la enseñanza del tema Direccionamiento IP

Daniel Arias Figueroa¹, Javier Diaz², Loraine Gimson¹

¹Centro de Investigación y Desarrollo en Informática Aplicada – C.I.D.I.A., Salta Capital, Argentina

²Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas – L.I.N.T.I., La Plata, Argentina

daaf@cidia.unsa.edu.ar, lgimson@cidia.unsa.edu.ar, jdiaz@unlp.edu.ar

Recibido: 28/08/2017 | Aceptado: 30/03/2018

Resumen

Este artículo resume un estudio cuyo propósito fue determinar la influencia del uso de software de simulación en la enseñanza de conceptos y fundamentos en la asignatura Redes de Computadoras I en la Universidad Nacional de Salta. Si bien el estudio se circunscribe a una universidad, la situación descrita y analizada es muy similar en muchas otras. El estudio fue del tipo cuantitativo, con diseño experimental con grupo de control. Las pruebas paramétricas permitieron concluir que, existe diferencia estadísticamente significativa a favor de los estudiantes que emplearon una estrategia basada en simulación.

Palabras clave: Enseñanza de redes de computadoras; Simulación; Laboratorio virtual; Packet Tracer; Tecnología educativa; Tcp-Ip.

Abstract

This article summarizes a study whose purpose was to determine simulation software influence in teaching concepts and fundamentals in the subject Redes de Computadoras I at the National University of Salta. Even though the study was based on one University, the situation described and analyzed is similar in many others. The quantitative study was an experimental design with

Cita sugerida: D. Arias Figueroa, J. Diaz, L. Gimson, “Estudio de la influencia de métodos de simulación en la enseñanza del tema Direccionamiento IP,” *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, N° 21, pp. 71-76, 2018.

DOI: 10.24215/18509959.21.e08



control group. Parametric tests led to the conclusion that there is statistically significant difference in favor of students who used a strategy based on simulation.

Keywords: Networking teaching; Simulation; Virtual laboratory; Packet Tracer; Educative Technology; Tcp-Ip.

1. Introducción

1.1. Marco Contextual

Los participantes del estudio fueron estudiantes de cuarto año de la asignatura Redes de Computadoras I de la carrera de Licenciatura en Análisis de Sistemas de la Universidad Nacional de Salta (UNSa).

El estudio se situó en la enseñanza de conceptos sobre redes IP, concretamente en el aprendizaje del tema Direccionamiento IP, el cual se ubica en la capa de red en el Modelo TCP/IP. En el nivel universitario se busca que los estudiantes puedan realizar el análisis del Direccionamiento IP (concepto de subred IP) y diseñar topologías simples y complejas de redes.

1.2. Antecedentes del problema

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 el Departamento de Informática de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNSa, 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). Esta realidad, no es

ajena a muchas otras Universidades, sobre todo Nacionales, donde se puede encontrar la misma situación.

1.3. Planteamiento del problema

Esta investigación pretende dar respuesta a la pregunta, ¿cuál es la influencia del uso de herramientas de simulación en el aprendizaje de conceptos y fundamentos sobre Direccionamiento IP en estudiantes del nivel universitario? De esta pregunta principal se derivan las siguientes preguntas:

- ¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el nivel de comprensión del concepto de Direccionamiento IP, entre estudiantes que reciben instrucción mediada por herramientas de simulación y estudiantes que reciben instrucción tradicional?
- ¿Existe relación entre la utilización de herramientas de simulación y la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje de la asignatura en cuestión y de otras asignaturas del plan de estudio de la carrera Licenciatura en Análisis de Sistemas?

Es importante destacar que, en el marco del proyecto de investigación, se realizaron experiencias similares a ésta pero con otras herramientas de simulación y con otras temáticas tales como: enrutamiento IP estático, enrutamiento IP dinámico con el protocolo RIP, protocolo DNS, protocolo ARP y otros. Todas estas temáticas corresponden a las asignaturas Redes de Computadoras I y Redes de Computadoras II del plan de estudios de la carrera Licenciatura en Análisis de Sistemas de la UNSa.

1.4. Objetivo

El objetivo general del estudio aquí descrito fue determinar el impacto del uso de herramientas de simulación en el aprendizaje de conceptos y fundamentos de redes de computadoras en estudiantes del nivel universitario. A partir de este objetivo se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Establecer la relación entre la utilización de la simulación y la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje de las redes de computadoras y de temáticas de otras asignaturas del plan de estudios;
- Determinar si existe diferencia significativa en el nivel de comprensión de los principios del Direccionamiento IP, entre estudiantes que reciben instrucción mediada por herramientas de simulación y estudiantes que reciben instrucción tradicional.

1.5. Justificación

Este estudio aporta evidencia empírica sobre la incidencia del uso de herramientas de simulación en la enseñanza de

conceptos de redes de computadoras en el nivel universitario. Existen importantes estudios sobre el tema orientados hacia otros niveles de educación y otras áreas de la ciencia. En el área específica de redes de computadoras se puede mencionar a: Cameron, B. [6] y Dr S.Y. Zhu [9]

Esta investigación podrá beneficiar a los diferentes actores del proceso educativo no solo de la UNSa, sino también de otras universidades nacionales con idéntica realidad en materia de infraestructura: docentes, investigadores y autoridades educativas. Los resultados de esta investigación permitirán tomar importantes decisiones sobre la inclusión de herramientas TIC como medios para favorecer el aprendizaje de conceptos y fundamentos no solo de redes de computadoras.

1.6. Limitaciones

Como ya se mencionó, el estudio se desarrolló durante el período 2016, en el contexto de la asignatura Redes de Computadoras I de la carrera Licenciatura en Análisis de Sistemas de la UNSa. El planteamiento del estudio, marco teórico y metodología se vino utilizando ya en otros trabajos realizados anteriormente como Arias Figueroa, D., Díaz J., Gramajo M. [13] y Arias Figueroa, D., Gil, G., Gimson, L. [10]. La estrategia pedagógica definida fue el aprendizaje mediado por herramienta de simulación en una parte específica de las redes IP, para un nivel específico de enseñanza (universitario de grado). Por otro lado, es importante destacar que los hallazgos de esta investigación no pueden ser generalizados a otros contextos de aprendizaje; primero, por el tamaño de la muestra seleccionada para desarrollar el estudio, y segundo, por el propio diseño de investigación realizado.

El concepto de Direccionamiento IP es parte del programa analítico de la asignatura involucrada en la experiencia, lo que facilitó la realización de la misma con la utilización del software de simulación. El simulador Packet Tracer permite asimilar conceptos de redes IP en general. Se eligió esta herramienta porque además de ser sencilla e intuitiva, los estudiantes ya la habían utilizado para temas previos.

Cabe destacar también que los grupos bajo estudio pueden considerarse homogéneos o en igualdad de condiciones al inicio de la experiencia, ya que se analizó el plan de estudio vigente y el contenido de los programas de las respectivas asignaturas correlativas previas, y los mismos no contienen los conceptos evaluados en esta experiencia. Además, no se incluyeron los estudiantes recurrentes en ninguno de los grupos ni tratamientos.

Respecto del método tradicional de enseñanza de redes en el Departamento de Informática, se puede argumentar que, debido a las limitaciones comentadas, no todos los temas impartidos van acompañados de una práctica con laboratorio con equipo real. En general, en la asignatura involucrada, se realizan laboratorios integradores de conceptos con equipo real hacia el final del cursado.

2. Metodología

La investigación se abordó desde el enfoque cuantitativo, con un alcance correlacional y siguiendo un diseño experimental con grupo de control. Este enfoque permitió medir el efecto que tiene sobre las variables dependientes, la manipulación intencional de la variable independiente (estrategia con software de simulación). En la literatura consultada, se encontraron varios estudios afines (Amaya, 2009; Casadei et al., 2008; Debel et al., 2009; Olivero y Chirinos, 2007; Rodríguez, Mena y Rubio, 2009; Sierra, 2005) que fueron desarrollados siguiendo un diseño cuasi-experimental.

Las dos variables dependientes que se analizaron fueron:

- Actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje de redes de computadoras y otras asignaturas del plan de estudios,
- Nivel de comprensión de los principios del Direccionamiento IP

Para el análisis de los datos, se aplicó estadística descriptiva y pruebas paramétricas mediante el uso del Paquete Estadístico SPSS® de IBM (Statistical Package for the Social Sciences).

Para la prueba de conceptos, el objetivo principal fue contrastar estadísticamente si ambos grupos de estudio presentaron una diferencia significativa en cuanto a alguna medida de tendencia central o de variabilidad, a los fines de poder tomar una decisión confiable sobre el beneficio o no de la aplicación del nuevo método de enseñanza. Es decir, determinar si el uso de la herramienta de simulación como complemento a las prácticas tradicionales, favorece el aprendizaje. Dado que los grupos de trabajo fueron relativamente pequeños, esto es, tienen un tamaño muestral chico ($N \leq 12$), para realizar las pruebas de contraste antes mencionadas en los casos que correspondiere, se utilizaron aquellas asociadas a la distribución normal o de Gauss. En los casos en que ello no fue posible, se recurrió a las técnicas contempladas en la estadística no paramétrica (ya que prescinden de la distribución de los datos).

La idea básica en el análisis estadístico de los datos fue utilizar la teoría y el software mencionado, para poder completar los resultados estadísticos descriptivos ya realizados con estadísticas que permitan decidir, por ejemplo, si existe diferencia significativa entre ambas metodologías de enseñanza. Este tipo de acciones se pudo realizar mediante test de hipótesis con respecto a medida de tendencia central, como ser media, mediana, etc.; medidas de variabilidad que permiten analizar la homogeneidad entre las respuestas de los estudiantes que participaron de las diferentes pruebas.

Para esta experiencia se realizaron los test con pruebas específicas como Kolmogorov-Smirnov, coeficientes de correlación no paramétricos y gráficos específicos que permitieron ver características no siempre mostradas por los gráficos descriptivos. También se realizó la prueba de

los rangos con signo de Wilcoxon que permitió contrastar la hipótesis nula de que ambos grupos puedan mantener algún tipo de relación, es decir, no fueren independientes los tratamientos de los métodos con y sin simulación.

La fiabilidad y validez de estos instrumentos fueron validadas a través de pruebas piloto donde se calcularon coeficientes de confiabilidad.

Para el estudio descriptivo, se optó por una escala de valoración de Likert de 5 puntos para cada una de las variables o preguntas, donde 5 hacía referencia al valor máximo y 1, al valor mínimo. Esto permite medir actitudes y conocer el grado de conformidad del encuestado con las afirmaciones propuestas.

Para garantizar la fiabilidad del instrumento se utilizó el coeficiente Alfa de Cronbach. La medida de la fiabilidad mediante el Alfa de Cronbach asume que los ítems (medidos en escala tipo Likert) miden un mismo constructo y que están altamente correlacionados (Welch & Comer, 1988). Cuanto más cerca se encuentre el valor del alfa a 1, mayor es la consistencia interna de los ítems analizados. La fiabilidad de la escala debe obtenerse siempre con los datos de cada muestra para garantizar la medida fiable del constructo en la muestra concreta de investigación. Como criterio general, George y Mallery (2003, p. 231) sugiere un valor de 7 como aceptable.

El test actitudinal indagó sobre los siguientes puntos:

- actitud de los estudiantes para realizar simulaciones con otra temática de la misma asignatura,
- actitud de los estudiantes para realizar simulaciones en otras asignaturas del plan de estudio,
- limitaciones del simulador,
- influencia de los cambios de determinados parámetros,
- facilidad para experimentar con otras topologías.

3. Análisis de resultados

Los instrumentos empleados fueron revisados por expertos quienes emitieron un concepto favorable. Se comprobó la fiabilidad y la validez de cada instrumento.

A continuación se describe la experiencia realizada para el tema Direccionamiento IP. Al final del análisis estadístico de los datos, se presenta un gráfico descriptivo, donde se puede apreciar el porcentaje de estudiantes que aprobaron, tanto para el grupo experimental como para el grupo de control, como así también un detalle de las notas alcanzadas con la finalidad de contrastar la diferencia significativa a favor del grupo experimental.

La modelización de los datos se realizó con la variable *taller* que podía tomar dos valores, "0" para representar los estudiantes que no realizaron el taller con herramientas de

simulación, y “1” para aquellos estudiantes que sí realizaron el taller. La variable *nota*, refiere a la nota obtenida en la evaluación de conceptos en una escala de 0 a 100, siendo 50 el valor mínimo para la aprobación de la misma

Para el test de Kolmogorov-Smirnov realizado, para la variable *taller*, con un nivel de significancia del 1% se acepta la hipótesis nula. Se hace notar que el software SPSS trabaja con un nivel de significancia del 5%. Para la variable *nota*, con un nivel de significancia del 0,96%, se acepta la hipótesis nula de que los datos provienen de una población con distribución normal.

Para la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, el valor obtenido para la significancia asintótica bilateral es aproximadamente 0,02, el cual resulta ser menor que el nivel de significancia (0,05). Esto habilita a rechazar la hipótesis nula planteada.

El valor de la media para el grupo de estudiantes que realizó simulación es de 62,50, mayor que el correspondiente a los estudiantes que no realizaron simulación, 44,44. Se destaca además que, el desvío estándar en el primer grupo es menor que el del segundo grupo, lo cual significa que los estudiantes que realizaron simulación podrían presentar mayor homogeneidad o poca variabilidad. Esto puede considerarse como un indicador que resalta el beneficio de la enseñanza con simulación para esta experiencia.

Del análisis realizado se puede observar en el gráfico (ver Figura 1) que el 50% de los estudiantes que no realizaron el taller obtuvieron notas menores a 50 puntos. Además, se puede advertir, que los estudiantes que sí realizaron el taller, aprobaron con mejores notas, lo que se traduce en respuestas mucho más acabadas y precisas del concepto evaluado.



Figura 1. Evaluación de concepto

Respecto del estudio descriptivo, para este análisis, 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. El coeficiente Alfa de Cronbach calculado es de 0,925 que supera ampliamente el valor de 0,7 (George y Mallery, 2003), lo que permite afirmar el grado de fiabilidad del cuestionario.

A continuación se presenta gráficamente el análisis de las respuestas de los estudiantes para cada una de la preguntas del cuestionario realizado. A fin de simplificar la presentación, se muestran los valores más representativos de la escala utilizada.

Del análisis del estudio actitudinal (ver Figura 2 y Figura 3) sobre la asignatura y temática estudiada, se evidenció que en general los estudiantes consideraron la facilidad de cambiar la topología propuesta, de llevar al plano de lo concreto los fundamentos estudiados, la facilidad de cambiar parámetros y observar el comportamiento, poder verificar resoluciones de problemas complejos.



Figura 2. Cuestionario actitudinal

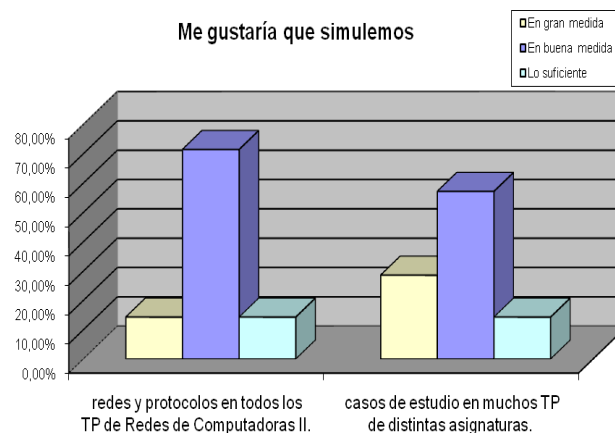


Figura 3. Cuestionario actitudinal

Sin embargo, cuando se indagó sobre la pregunta “Dispongo de un laboratorio con equipos de redes virtuales, sin costo y sin peligros para realizar mis propias experiencias”, no parecieron estar convencidos. Lo mismo ocurrió con la pregunta “Puedo inventar nuevas topologías, probarlas y optimizarlas”, lo que dio pie a proponer diferentes variantes de los ejercicios enunciados, a fin de despertar la creatividad en los estudiantes.

Conclusiones

Los resultados descriptos anteriormente evidencian que los estudiantes se mostraron motivados. De manera que,

en relación con el primer objetivo del estudio y dando respuesta a la primera pregunta que orientó la investigación, se establece que, para el nivel universitario, la utilización del software de simulación tiene una incidencia significativamente alta en el desarrollo de una buena actitud hacia el estudio de la asignatura Redes de Computadoras I y de otras asignaturas del plan de estudios.

Los estudiantes que utilizaron simulación mostraron un nivel de comprensión del concepto evaluado más alto que aquellos que siguieron un procedimiento tradicional. En relación al segundo objetivo del estudio y a la segunda pregunta de la investigación, se encontró que el uso de software de simulación influye positivamente en el mejoramiento del nivel de comprensión de los conceptos sobre el tema Direccionamiento IP estudiado. Se concluye en este aspecto, que existe diferencia estadísticamente significativa a favor de los estudiantes que emplearon una estrategia basada en simulación.

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. Se recomiendan estudios 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. Finalmente, otro punto a considerar es la influencia de diversos factores en la eficacia del software.

En cuanto a las debilidades del estudio, se debe tener en cuenta el tamaño pequeño de la muestra. Otro factor que influye en el estudio es la homogeneidad en el nivel de habilidad para utilizar este tipo de herramientas, la formación en informática de los alumnos facilitó las experiencias. Por otro lado, la rigidez del enfoque cuantitativo limita la comprensión del fenómeno.

Agradecimientos

Al Dr. Orlando José Ávila Blas, por su invaluable ayuda con el análisis estadístico de los datos.

Al C.I.D.I.A. – Centro de Investigación y Desarrollo en Informática Aplicada, que depende de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNSa, por la infraestructura aportada.

Referencias

- [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., DIAZ J., GRAMAJO M. (2017). Estudio de la influencia de la enseñanza de redes LAN con simulación en el nivel universitario. *REABTIC Vol 1, N° 6* (2017). ISSN: 2446-7634 – Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação.
- [14] Simulador GNS3. Enlace <http://www.gns3.net>

[15] Simulador Packet Tracer. Enlace
<http://www.cisco.com/web/AR/index.html>

[16] Simulador Kiva-NS. Enlace
<http://www.disclab.ua.es/kiva/>

Información de contacto de los autores:

Daniel Arias Figueroa

Av. Bolivia N°5150
Salta
Argentina
e-mail: daaf@cidia.unsa.edu.ar
sitio web: <http://cidia.unsa.edu.ar>

Francisco Javier Díaz

Calle 50 y 120 2do piso
La Plata
Argentina
e-mail: jdiazl@unlp.edu.ar
sitio web: <http://www.sitioweb.com>

Loraine Gimson Saravia

Av. Bolivia N°5150
Salta
Argentina
e-mail: lgimson@cidia.unsa.edu.ar
sitio web: <http://cidia.unsa.edu.ar>

Daniel Arias Figueroa.

Magister en Redes de Datos por la UNLP. Director del C.I.D.I.A. Profesor Titular en Redes de Computadoras I y II. Doctorando en Ciencias Informáticas – UNLP. Investigador de CIUNSa.

Francisco Javier Díaz.

Docente e investigador reconocido a nivel nacional e internacional por su desempeño en el campo del conocimiento de las ciencias informáticas. Decano y vicedecano de la Facultad de Informática – UNLP.
Director de L.I.N.T.I. Director de Ce.S.P.I.

Loraine Gimson Saravia.

Magister en Ingeniería de Software por la UNLP. Profesor Adjunto en Seminario de Sistemas. Representante de los Investigadores en el Consejo de Gobierno del C.I.D.I.A. Investigador de CIUNSa.