

Simulación en asignaturas de redes de computadoras en el nivel universitario

Daniel Arias Figueroa¹⁻², Loraine Gimson², Ernesto Sánchez¹⁻²,
Álvaro Gamarra¹, Gustavo Gil²

¹Facultad de Ingeniería – Universidad Católica de Salta (UCASAL)
Código Postal A4402FYP – Salta – Argentina

²Centro de Investigación y Desarrollo en Informática Aplicada – C.I.D.I.A.
Universidad Nacional de Salta – Salta – Argentina

{daaf, esanchez, lgimson, alvaroig, gdgil}@cidia.unsa.edu.ar

Abstract. *This article summarizes the work performed in the context of the research project “Study of the influence of a simulation environment on computer networking teaching at university level”. The purpose was to determine how the use of simulation software influences teaching computer networking concepts and fundamentals for a specific context. It was a quantitative study with experimental design and with a control group. Parametric tests enabled to conclude that there is a significant statistic difference on favor of students that used a simulation based strategy.*

Resumen. *Este artículo describe el trabajo realizado en el contexto del proyecto de investigación “Estudio de la influencia de un entorno de simulación en la enseñanza de redes de computadoras en el nivel universitario”, cuyo propósito fue determinar la influencia del uso de software de simulación en la enseñanza de conceptos y fundamentos sobre redes de computadoras, para un contexto específico. 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.*

1. Introducción

Los altos costos de equipos específicos necesarios para montar un laboratorio de red, sumados a los escasos recursos con los que cuentan las mayorías de las universidades en materia de infraestructura de red para la enseñanza, 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 clases. 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 equipamiento disponible, generalmente escaso.

- Si bien la cantidad de estudiantes habitualmente no es muy elevada (aproximadamente 15-20 estudiantes cada año), contrasta con la cantidad de equipos que se disponen.
- Los equipos de hardware (enrutadores, conmutadores, concentradores, cableado de red, 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 grupo de estudiantes. Ésto hace impracticable los laboratorios con equipo real.
- La curva de aprendizaje para la administración de los dispositivos es alta, lo mismo ocurre con la conectorización física para definir una determinada topología, ya que se disponen diferentes tipos de interfaces de red tal como Ethernet, FastEthernet y puertos Seriales. Esto impide realizar demasiados grupos que accedan al hardware de red.

2. Motivación

La mayoría de las universidades ya cuentan con toda una infraestructura de red, laboratorios con pcs y conectividad a Internet al servicio de las diferentes asignaturas. Todos estos elementos sirven a nuestro propósito de mejorar las actividades prácticas utilizando métodos de simulación con el equipamiento ya disponible, minimizando de esta manera las inversiones en compra y mantenimiento de equipo específico de red.

Uno de los objetivos claves en la enseñanza de las redes de computadoras en las carreras de sistemas, es transmitir conceptos básicos y fundamentos a los estudiantes. Sin embargo, desde hace un tiempo se viene investigando cómo facilitar la relación entre la realidad y las teorías y modelos, es decir, entre lo concreto y lo abstracto. Así, las computadoras personales (PC), con la variedad de software que se ha desarrollado, tienen en sí mismas un gran potencial para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje haciendo que: el aprendizaje sea más interesante, sea un aprendizaje activo y no pasivo en las aulas, sea al ritmo del estudiante en forma personalizada y, además, los estudiantes estén más motivados y la educación sea permanente.

3. Objetivos y preguntas de investigación

El objetivo general de esta investigación fue evaluar 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, en la carrera Ingeniería en Telecomunicaciones en la Universidad Católica de Salta y en cursos de extensión y postgrado organizados por el C.I.D.I.A. – Centro de Investigación y Desarrollo en Informática Aplicada que depende de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta. Para ello se llevó a cabo un estudio aplicado, longitudinal y experimental que, asumiendo la complejidad del fenómeno educativo, considera aspectos cuantitativos y cualitativos.

A partir de este objetivo general se definieron dos objetivos específicos:

- Establecer la relación entre la utilización de la simulación y la actitud de los estudiantes hacia el estudio de los protocolos IP;

- Determinar si existe diferencia significativa en el nivel de comprensión de los principios de los protocolos de red analizados, entre estudiantes que reciben instrucción mediada por herramientas de simulación y estudiantes que reciben instrucción tradicional.

Las preguntas que se plantearon en este sentido fueron:

- ¿Cómo influyen en la enseñanza y el aprendizaje los trabajos realizados con un software de simulación?, ¿Qué efectos causan los programas de simulación en lo que hace a la motivación del estudiante a aprender a resolver los problemas analizados en las clases teóricas?
- ¿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?
- ¿El trabajo con el simulador permite al estudiante sentir la seguridad de quien ha explorado un tema acabadamente, especialmente con la posibilidad de variar arbitrariamente los valores de los componentes y variables?
- Dado que el estudiante puede diseñar e inventar topologías y experimentar con ellas ¿hasta qué punto favorece la creatividad?
- ¿Potencian un aprendizaje significativo?
- ¿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?
- ¿Cómo estructurar una actividad práctica utilizando métodos de simulación?

Este estudio aportó evidencia empírica sobre la incidencia del uso de herramientas de simulación en la enseñanza de conceptos de redes de computadoras en el nivel universitario. Esta investigación beneficia a los diferentes actores del proceso educativo: docentes, investigadores y autoridades educativas. Los resultados de esta investigación permiten tomar importantes decisiones sobre la inclusión de herramientas NTIC como medios para favorecer el aprendizaje de conceptos y fundamentos no solo de redes de computadoras.

4. Aspectos metodológicos

4.1. Formulación de Hipótesis

De lo expuesto, del resultado de la búsqueda realizada y la formación y experiencia adquiridas previamente, surgieron las siguientes hipótesis causales de investigación, en relación a las correlaciones aprendizaje-métodos de simulación para los objetivos planteados, buscando responder las preguntas planteadas:

- Hipótesis I: A igualdad de recursos utilizados y experiencias, el estudiante 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.

4.2. Estrategia metodológica, diseño de la investigación y recolección de datos

La investigación se dividió en tres etapas: la primera etapa consistió en la aplicación de un cuestionario (inicialmente exploratorio), que se prolongó en todas las demás etapas. Por lo analizado en el apartado anterior, cuando no se registran muchos antecedentes en relación a un tema, lo indicado es comenzar con un estudio de este tipo que permita preparar el terreno para la investigación posterior. Esta circunstancia definió el carácter y la profundidad con que se diseñó la investigación. A los efectos de precisar el lenguaje utilizado para caracterizar los estudios, se aclara que la terminología utilizada responde a la clasificación de Dankhe (1989), adoptada por Sampieri, (1998), quien los divide en: exploratorios, explicativos, descriptivos o correlacionales. En la segunda etapa se realizó un estudio explicativo-correlacional (evaluaciones de conceptos), y paralelamente un estudio descriptivo (encuesta para medir actitudes), que se prolongó en la tercera etapa. Las actividades en las tres etapas se mencionan en la siguiente tabla.

Tabla 1: Actividades en las distintas etapas de investigación

Primera Etapa	Segunda Etapa	Tercera Etapa
Cuestionario	Cuestionario	Cuestionario
Encuesta para medir actitudes	Encuesta para medir actitudes	Encuesta para medir actitudes
	Evaluación de conceptos	Evaluación de conceptos
		Encuesta a docentes

Para la segunda y tercera etapa, la investigación se diseñó de la siguiente forma: se planificó realizar, por un lado, un estudio explicativo y correlacional a través de experimentos y por otro lado, un estudio descriptivo a través de encuestas. En una primera instancia el estudio fue descriptivo, luego ambos estudios se realizaron en forma paralela, aunque temporalmente el estudio descriptivo fue realizado, cada año, al finalizar las experiencias con los trabajos prácticos propuestos.

4.3. Estudio explicativo-correlacional

Consistió en la realización de experiencias en las que se investigó la relación entre aprendizaje y los métodos de simulación y las actividades prácticas tradicionales. Las variables independientes, en este caso fueron:

- Trabajos prácticos tradicionales - TPT: en el aula.
- Actividades prácticas con simulación - TPS: con software de simulación.

Y como variables dependientes de ellas, a evaluar, se consideraron varios conceptos o protocolos como los siguientes:

- Protocolo ARP,
- Protocolo DNS,
- Direccionamiento IP,
- Ruteo IP: Estático y Dinámico con el Protocolo RIP,

- Algoritmo CSMA/CD.

A estos y otros conceptos, el estudiante los profundizó con las actividades, y fueron los mismos, tanto en los TPT, como en los TPS. Cabe aclarar también que el estudio y análisis de un protocolo o algoritmo de red no implica un solo concepto que puede ser memorizado, sino por el contrario, un conjunto de reglas que necesariamente se tienen que dar para el funcionamiento del mismo.

En primer lugar, como parte de la experiencia, se impartieron los conceptos teóricos con la ayuda de presentaciones, para todos los participantes de la misma. Luego se procedió a realizar la actividad práctica tradicional, también para todos los participantes. Entiéndase por práctica tradicional aquella que se realiza en el aula y solo hacia el final del cursado, como prácticas globalizadoras de algunos temas del programa de la asignatura, tiene asociada una práctica con equipo real ya que los laboratorios con equipos reales de redes son escasos. Posteriormente se dividió a los participantes en dos grupos aleatoriamente, el grupo experimental realizó la actividad práctica con software de simulación donde se trabajó con los mismos conceptos del trabajo práctico tradicional, solo que el estudiante necesitó familiarizarse antes en el uso del software específico para el tema en cuestión. A fin de contrastar el desempeño de los estudiantes se realizó la misma evaluación de conceptos para los dos grupos, el experimental y el de control. Esta evaluación los estudiantes la vivenciaron como un coloquio, no fue parte de la regularización de la asignatura. Finalmente el grupo de control realizó la práctica con simulación con el objeto de estar en igualdad de condiciones para la regularización de la asignatura. Todo lo antes descripto puede verse con claridad en la Figura 1.

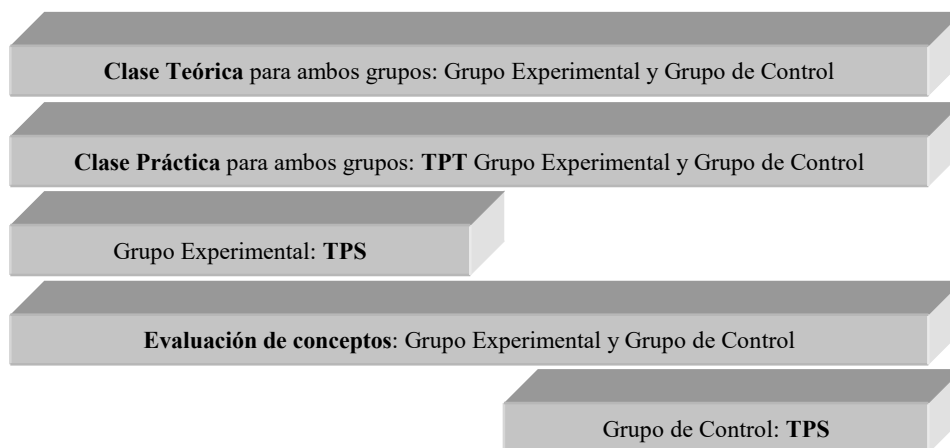


Figura 1. Distribución de las actividades

Este diseño cumplió con todos los requisitos que debe reunir un experimento. Se considera, por tanto, que se han evitado todos los efectos que pueden quitarle validez interna a la experiencia.

En relación a la recolección de información a través de las evaluaciones, y por la forma en que fueron planeadas, se las considera confiables ya que el hecho de tener que aplicar el concepto a evaluar conlleva a responder siempre lo mismo en función de la estructura conceptual que tenga el estudiante en ese momento. Por la misma razón, también fueron consideradas válidas, ya que no hay posibilidad de estar evaluando algo distinto a lo que se quiere evaluar. Las preguntas en todas las evaluaciones cubrieron

completamente el contenido (los conceptos en cuestión a evaluar, protocolos y algoritmos). Por ser conceptos no tan definidos, ha resultado ser más complicado determinar en cada caso lo acertado, o no, de las respuestas (validez de criterio).

El momento de aplicación de las evaluaciones fue adecuado así como también la duración de las mismas. Se realizaron al comienzo de la clase ya que implicaba más concentración y actividad por parte del estudiante.

Las respuestas de las evaluaciones realizadas se puntuaron con una escala de 0 a 100 puntos. Las evaluaciones con repuestas correctas superiores a 50 puntos, se consideraron como una evaluación aprobada. En el caso de las evaluaciones de elección-múltiple que incluyeron una pregunta del tipo abierta, permitió conocer con mayor profundidad la claridad del concepto por parte del estudiante, y de esa manera poder detectar repuestas más elaboradas que otras. Cabe aclarar que la evaluación de un protocolo o algoritmo implica el conocimiento de varios conceptos, no solo de uno.

La fiabilidad y validez de los instrumentos utilizados para la medición, fueron validadas a través de pruebas piloto donde se calcularon coeficientes de confiabilidad. En el análisis de los datos se aplicó estadística descriptiva y pruebas paramétricas mediante el uso del Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (Statistical Package for the Social Sciences o SPSS® de IBM).

El objetivo principal en la prueba de conceptos, 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 de la nueva técnica de enseñanza. Es decir, se buscó determinar si el uso de la herramienta de simulación como complemento a las prácticas tradicionales, favorece el aprendizaje.

4.4. Estudio descriptivo

El estudio descriptivo se realizó en la primera parte de la investigación y se prolongó en la segunda y tercera etapa. Para el test actitudinal se optó por una escala de valoración de Likert de 5 puntos para cada una de las variables o preguntas lo que 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 cual asume que los ítems 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. Como criterio general, George y Mallery (2003, p. 231) sugiere un valor de 7 como aceptable.

Los tests actitudinales indagaron 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 de los simuladores,

- Forma en que influyen los cambios de determinados parámetros,
- Facilidad para experimentar con otras topologías,
- Aspectos específicos del simulador (facilidad de uso, ayuda contextual, facilidad de instalación, etc.),
- Claridad de las simulaciones,
- Apoyo brindado por la herramienta a la educación no presencial,
- Facilidad para realizar el seguimiento de los eventos,
- Implementación de los protocolos en el simulador,
- Tiempo asignado a los prácticos propuestos.

5. La muestra

Para el estudio descriptivo actitudinal se realizaron 16 experiencias. La Tabla 2, presenta para cada experiencia realizada la asignatura, la temática, el período y cantidad de estudiantes involucrados.

Tabla 2: Muestra del estudio descriptivo actitudinal

Experiencia en Asignatura	Temática	Período	Cantidad de Estudiantes
Conectividad y Teleinformática - UNSa	Redes IP	2012	5
Conectividad y Teleinformática – UNSa	Redes IP, ARP, Fragmentación	2012	13
Redes de Computadoras I – UNSa	Protocolos Capa de Aplicación	2013	5
Curso DNS – UNSa	Protocolo DNS	2013	10
Redes de Computadoras I – UNSa	Fundamentos	2014	15
Redes de Computadoras I – UNSa	Protocolos Capa de Aplicación	2014	12
Redes de Computadoras I – UNSa	Protocolos Capa de Transporte	2014	9
Redes de Computadoras I – UNSa	Protocolos Capa de Red	2014	9
Curso Jornadas de Ingeniería	Ruteo con GNS3	2015	6
Curso de Extensión	Virtualización con GNS3	2015	6
Redes de Computadoras I - UNSa	Capas de Aplicación, Transporte y Red	2015	8
Redes de Computadoras I - UNSa	Direccionamiento IP – Lab. real	2016	10
Redes de Computadoras I - UNSa	Ruteo IP – Lab. real	2016	9
Curso Mikrotik	Ruteo IP – Lab. real	2016	10
Encuesta UCASAL	Redes IP	2016	10
Encuesta docentes de redes	Redes IP	2016	13
Total de estudiantes encuestados			140

Se trabajó con tamaños muestrales pequeños. Se diseñaron diferentes experiencias en diferentes asignaturas y diferente temática, muchas de las cuales se replicaron en los años siguientes. La población de estudio estuvo conformada por la totalidad de los estudiantes cursantes en cada cohorte en cada una de las asignaturas bajo estudio. En todos los casos se intentó que el grupo experimental y el grupo de control tuvieran la misma cantidad de estudiantes, lo que no siempre fue posible.

Para el estudio explicativo-correlacional de evaluación de conceptos se realizaron 12 experiencias. La Tabla 3, presenta el detalle de cómo se conformó la muestra, detallando la asignatura, la temática, el período y la cantidad de estudiantes que conformaron el grupo experimental y el grupo de control en cada caso. La muestra total para los dos tipos de experimentos asciende a un total de 330 estudiantes que participaron de la investigación.

Tabla 3: Muestra del estudio explicativo-correlacional

Experiencia en Asignatura	Temática	Período	Grupo Exp.	Grupo de Control	Cantidad de Estudiantes
Conectividad y Teleinformática UNSa	Redes IP	2013	13	43	56
Redes de Computadoras II - UNSa	Redes LAN, CSMA/CD	2014	4	5	9
Conectividad y Teleinformática – UNSa	Redes LAN, CSMA/CD	2014	4	5	9
Redes de Computadoras II – UNSa	Protocolo ARP	2014	5	5	10
Redes I – UCASAL	Redes LAN, CSMA/CD	2015	3	3	6
Redes de Computadoras II - UNSa	Redes LAN, CSMA/CD	2015	5	7	12
Redes de Computadoras I - UNSa	Protocolo DNS	2015	5	16	21
Redes de Computadoras I - UNSa	Direccionamiento IP	2015	4	12	16
Redes de Computadoras I - UNSa	Ruteo IP	2015	5	11	16
Redes de Computadoras I - UNSa	Direccionamiento IP	2016	6	6	12
Redes de Computadoras I - UNSa	Ruteo IP	2016	5	8	13
Redes de Computadoras II - UNSa	Redes LAN, CSMA/CD	2016	5	5	10
Total de estudiantes			64	126	190

Cabe destacar que los grupos bajo estudio pudieron considerarse homogéneos o en igualdad de condiciones al inicio de cada experiencia, ya que se analizaron los planes de estudio correspondientes y el contenido de los programas de las respectivas asignaturas correlativas previas, y los mismos no contenían los conceptos evaluados en esta experiencia. Además no se incluyeron los estudiantes recursantes en ninguno de los grupos ni tratamientos.

6. Resultados y conclusiones

Los resultados alcanzados en esta investigación pretenden ser un aporte en la toma de decisiones de futuras propuestas curriculares y didácticas que tengan en cuenta los métodos de simulación, aplicados a contenidos concretos en el área de las redes de computadoras. Es importante destacar que los resultados obtenidos en este trabajo son similares a los arribados en el trabajo de Zhu (2011) y de Cámara Alzugaray (2011).

6.1. Resultados obtenidos

La intención de este trabajo no es mostrar el detalle de los resultados obtenidos en cada estudio realizado. Dichos resultados fueron publicados entre otros en Arias Figueroa Díaz y otros (2018), Arias Figueroa Gimson y otros (2018) y Arias Figueroa Gimson Sánchez y otros (2018). Sin embargo, a continuación se puede observar los resultados obtenidos en la evaluación de conceptos en las diferentes experiencias realizadas, notando mejor desempeño en los estudiantes que realizaron el taller con simulación.

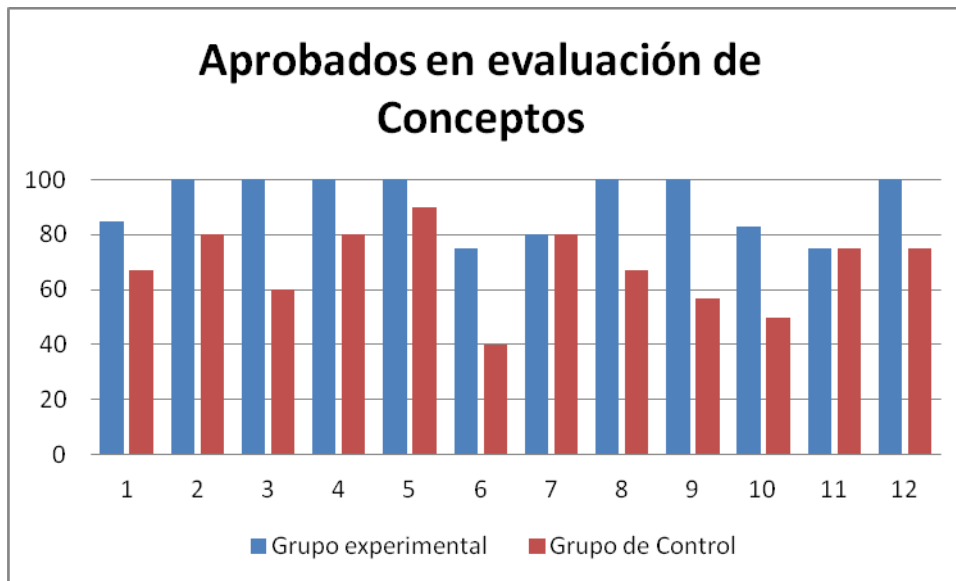


Figura 2. Alumnos aprobados en Evaluación de Conceptos

6.2. Respuestas obtenidas

En relación a las preguntas de investigación que se plantearon, se llegó a las siguientes conclusiones:

- A. 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. De las encuestas, se observa que despierta en los estudiantes la sensación de tener a su disposición un “laboratorio”. Los métodos de simulación son una herramienta que permite expandir la imaginación y las posibilidades de la realidad física, ampliando las posibilidades de aprender. Los estudiantes se mostraron muy receptivos e interesados en las diferentes herramientas de software utilizadas, manifestando decididamente en las encuestas realizadas, que el uso de las mismas los ha motivado al aprendizaje.
- B. La posibilidad de variar la configuración de los componentes y visualizar el cambio de comportamiento al realizar los trabajos sobre el simulador potencia el aprendizaje. También en las encuestas, los estudiantes manifestaron su satisfacción.
- C. El trabajo con el simulador contribuyó a brindarles a los estudiantes una comprensión acabada de los conceptos teóricos, en mayor medida que los trabajos prácticos tradicionales; por le hace sentir la seguridad de quien ha explorado un tema acabadamente, al tener la posibilidad de variar arbitrariamente los valores de los componentes.
- D. En la medida que el estudiante se sienta motivado a utilizar las herramientas de simulación, tendrá flexibilidad y oportunidades, que no son posibles en la práctica tradicional. No tiene prácticamente limitaciones para crear y probar diferentes topologías, dando “rienda suelta” a su imaginación. Los estudiantes

manifestaron su actitud favorable hacia esta posibilidad de diseñar e inventar, sin costo ni peligros.

- E. El uso de métodos de simulación potencia el aprendizaje significativo de los conceptos. El análisis de las evaluaciones de conceptos con respuestas abiertas, lo evidencian.
- F. Por el nivel alcanzado por los estudiantes en las evaluaciones realizadas de las actividades prácticas, se considera que es conveniente aplicar estos métodos 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. Para la aplicación de estos métodos el docente juega un rol fundamental ya que depende siempre de la habilidad y conocimientos con que el docente prepare las mismas.
- G. Se considera que una actividad práctica utilizando métodos de simulación debe 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.

Se considera 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, haciendo de “puente” entre clases en el aula y clases en el laboratorio con equipo real.

6.3. Hallazgos

Los resultados obtenidos en base a las catorce experiencias realizadas, donde se trataron temas correspondientes a las Capa de Aplicación, Capa de Transporte y Capa de Red del Modelo TCP/IP, evidencian que los estudiantes consideran por una parte que las herramientas utilizadas (Kiva-NS, Packet Tracer y GNS3) cuentan con toda la potencialidad para realizar simulaciones claras de los protocolos estudiados y por otro lado consideran apropiados los laboratorios propuestos. De manera que, en relación con la Hipótesis I del estudio, 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 las asignaturas Redes de Computadoras I y Redes de Computadoras II del plan de estudios de la Licenciatura en Análisis de Sistemas.

En relación a la Hipótesis II del estudio, y en función de los resultados obtenidos en las doce experiencias realizadas, donde se evaluaron los conceptos sobre Algoritmo CSMA/CD, Protocolo ARP, Protocolo DNS, Direccionamiento IP y Ruteo IP, se evidencia que el uso de software de simulación influye positivamente en el mejoramiento del nivel de comprensión de los conceptos. Se concluye en este aspecto que existe diferencia estadísticamente significativa a favor de los estudiantes que emplearon una estrategia basada en simulación. Por tanto la segunda hipótesis planteada es verdadera.

Se considera que:

- las experiencias realizadas tienen “validez externa”, en cuanto a que pueden extrapolarse los resultados a otras asignaturas, de la misma carrera, que compartan contenidos y metodologías,

- los métodos de simulación tienen una influencia muy poderosa sobre la enseñanza, y un gran potencial a futuro.

6.4. Recomendaciones

El tema merece seguir siendo investigado por la importancia detectada en cuanto a su influencia en el aprendizaje. 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. También se sugiere la realización de otros experimentos que permitan contrastar el aprendizaje con simulación y el aprendizaje con equipo real considerando la enseñanza de conceptos y la formación de técnicos en redes.

7. Bibliografía

- AVILA BLAS, Orlando José (2003). Probabilidad y estadística inferencial: teoría y aplicaciones. ISBN: 978-987-9381-23-6. Editorial: Universidad Nacional de Salta.
- CÁMARA, ALZUGARAY (2011). Trabajos Prácticos, Métodos de Simulación y aprendizaje significativo. La Tecnología Educativa al servicio de la Educación Tecnológica.
- CAMERON, B. (2003): Effectiveness of simulation in a hybrid online networking course. *Quarterly Review of Distance Education*, 4(1), 51.
- 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.
- GAMO, J. et al. (2015). Validación de requisitos funcionales de un Laboratorio Virtual Remoto como apoyo al blended learning. *Revista de Educación a Distancia*. 45(1).GATTO, D. (1993): The use of interactive computer simulations in training. *Australian Journal of Educational Technology*, 9(2), 144-156.
- GEORGE, D., & MALLERY, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. 11.0 update (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- 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.
- 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.
- KUROSE, J.F. & ROSS, K.W. (2015). *Computer Networking: A Top-Down Approach*. 6th Edition. Pearson Education. ISBN: 9780132856201.

- 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.
- SIJTSMA, K. (2009). On the use, the misuse and the very limited of the Cronbach's Alpha. *Psychometrika*, 74(1) 107-120. DOI: 10.1007/S11336-008-9101-0
- SPAGNI, BEATRIZ (2007). Técnicas estadísticas aplicadas en la investigación con empleo del software específico S.P.S.S.". Material del curso dictado en UTN, Regional Santa Fe.
- 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.
- SAMPIERI, ROBERTO et. al.: "Metodología de la investigación". Segunda edición. Méjico: Ed. McGraw-Hill, 1998.
- DANKHE, G.: "Investigación y comunicación". México: Ed. Mc Graw Hill, 1989.
- WELCH, S., and COMER, J. (1988). *Quantitative Methods for Public Administration: Techniques and Applications*. Editorial Books/Cole Publishing Co. U.S.A.
- ARIAS FIGUEROA, D., DIAZ, J., GIMSON, L., SÁNCHEZ, E., GAMARRA, A., GIL, G., BASPINEIRO, R., GRAMAJO, C. "Simulation software influence study in IP adressing concepts teaching". REABTIC (2018). ISSN: 2446-7634 – Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação. Año 2018. <https://revistas.setrem.com.br/index.php/reabtic/article/view/290>
- ARIAS FIGUEROA, D., GIMSON, L., DIAZ, J., SÁNCHEZ, E., GAMARRA, A., GIL, G., BASPINEIRO, R., GRAMAJO, C. "Enseñanza de redes IP con simulación en el nivel universitario: un estudio de la influencia". *Revista Informática na educação: teoria & prática*. e-ISSN: 1982-1654. Edição V.21 n.2 (mai.-ago) 2018. <https://seer.ufrgs.br/InfEducTeoriaPratica/article/view/69565/50274>
- ARIAS FIGUEROA, D., GIMSON, L., SÁNCHEZ, E., GAMARRA, A., GIL, G., BASPINEIRO, R. "Experience on a Mikrotik certification course using GNS3 and real devices for practices". *Journal of Modern Education Review* (ISSN 2155-7993), USA. Academic Star Publishing Company.