

RESUMEN TESIS DOCTORAL

“ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE UN ENTORNO DE SIMULACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE REDES DE COMPUTADORAS EN EL NIVEL UNIVERSITARIO”

Daniel Arias Figueroa

Director: Francisco Javier Díaz (UNLP)
Codirector: María Cecilia Gramajo (UNSa)

Área temática: Tecnología Aplicada en Educación
Fecha de defensa: 23 de noviembre de 2017
Jurado: Héctor Nelson Acosta, Eduardo Omar Sosa, Martín Antonio Navarro

Tesis presentada para obtener el grado de
Doctor en Ciencias Informáticas
Facultad de Informática – Universidad Nacional de La Plata

Resumen: Este artículo resume el trabajo de la tesis doctoral “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.

Palabras-claves: Enseñanza de redes de computadoras, Simulación, Laboratorio virtual, Tecnología Educativa, Protocolo TCP-IP.

1 INTRODUCCION

Los altos costos de equipos específicos necesarios para montar un laboratorio de red, sumados 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 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 (actualmente en el laboratorio del Departamento de Informática, existen 3 enrutadores marca Cisco, 5 enrutadores del tipo SOHO - Small Office Home Office y diversos conmutadores).

- La cantidad de estudiantes habitualmente es elevada (aproximadamente 15-20 estudiantes cada año).
- 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 grupos de estudiantes. Lo que 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.

1.1 Motivación

En muchas universidades la computadora, las redes, los sistemas de videoconferencias, la Internet y las soluciones de software se usan a diario. Toda esta infraestructura tecnológica no solo contribuye a facilitar las tareas y actividades como la documentación y obtención de información, si no que sirven como punta de lanza para la investigación sobre los cambios que se experimentan, tanto en el uso de herramientas en la educación como en los posibles métodos de enseñanza que se requieren para incorporar estos recursos.

Uno de los objetivos clave en la enseñanza de las redes de computadoras en la carrera de Licenciatura en Análisis de Sistemas es transmitir conceptos básicos y fundamentos a los estudiantes. Sin embargo, desde hace un tiempo se viene investigando como 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, a fines 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.

1.2 Objetivos y preguntas de investigación

El objetivo general de esta tesis doctoral 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, 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 – y en la carrera Ingeniería en Telecomunicaciones en la Universidad Católica 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 éste se plantearon los siguientes 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 son:

A. ¿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?

B. ¿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?

C. ¿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?

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

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

F. ¿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?

G. ¿Es deseable estructurar otras actividades prácticas utilizando métodos de simulación?

Este estudio aportará 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 beneficiará a los diferentes actores del proceso educativo: 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.

2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1 Formulación de Hipótesis

De lo expuesto en el marco teórico, el resultado de la búsqueda 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 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.
- **Hipótesis complementaria:** La realización de trabajos prácticos por simulación va a redundar en un aprendizaje significativo y creativo en los estudiantes. Esta hipótesis intenta responder a las preguntas C, D, y E del apartado: “objetivos y preguntas de investigación”.

Las hipótesis I y II intentan responder a las preguntas A, B, F y G del apartado: “objetivos y preguntas de investigación”.

2.2 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 marco teórico, 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 a continuación:

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

Tabla 2-1: Actividades en las distintas etapas de investigación

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.

2.2.1 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 son:

- Protocolo ARP,
- Protocolo DNS,
- Direccionamiento IP,
- Ruteo IP: Estático y Protocolo RIP,
- Algoritmo CSMA/CD.

Estos y otros conceptos, el estudiante los profundiza con las actividades, y son 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.

En la primera actividad práctica se utilizaron los conceptos relacionados al protocolo en estudio.

En la actividad práctica con software de simulación 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.

Dado que la cantidad de estudiantes en cada cohorte en las asignaturas en cuestión es pequeña, se dividió en dos grupos, un grupo experimental que realizó la práctica con software de simulación, y un grupo de control que realizó la práctica tradicional en el aula. La cantidad de estudiantes en cada grupo fue así función de la cantidad de estudiantes que constituyeron cada cohorte.

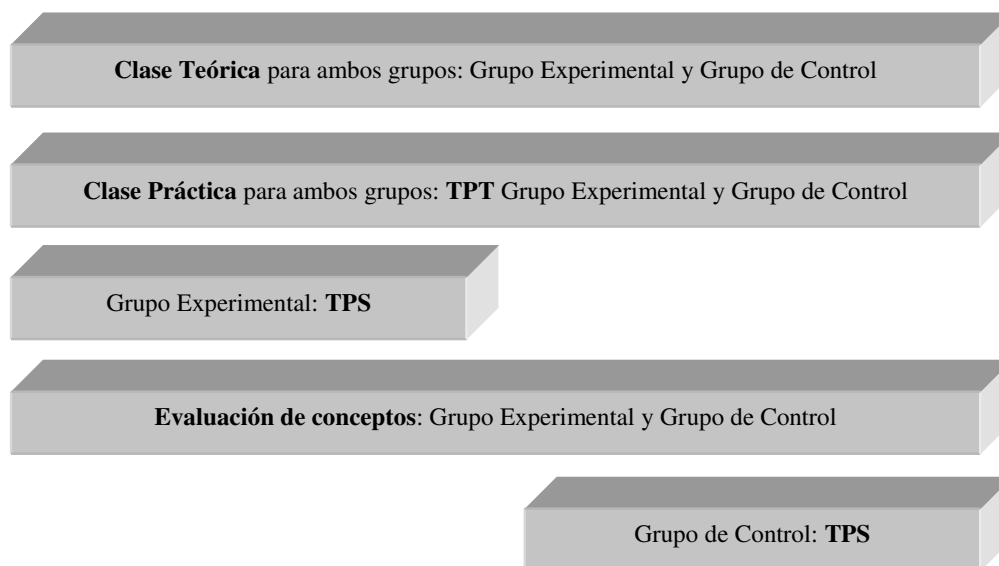


Figura 2-1: Distribución de las actividades, prácticas tradicionales y prácticas con simulación.

Este diseño cumple con todos los requisitos que debe reunir un experimento, a saber. 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 son 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, resulta más complicado determinar en cada caso lo acertado, o no, de las respuestas (validez de criterio).

El momento de aplicación de las pruebas 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 estos instrumentos fueron validadas a través de pruebas piloto donde se calcularon coeficientes de confiabilidad. Para 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).

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 de la nueva técnica de enseñanza. Es decir, se pretendía 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, con un tamaño muestral chico ($N \leq 10$), 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 teoría y el software mencionado para poder completar los resultados estadísticos descriptivos ya realizados, completándolos con estadísticas que permitan decidir por ejemplo: si existe diferencia significativa entre ambas metodologías de enseñanza.

Para cada 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.

2.2.2 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.

3 LA MUESTRA

Se realizaron 16 experiencias para el estudio descriptivo actitudinal. La Tabla 3-1, presenta para cada experiencia realizada la asignatura, la temática, el período y cantidad de estudiantes involucrados.

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,	2015	8

Trasporte y Red			
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 e encuestados			140

Tabla 3-1: Muestra del estudio descriptivo actitudinal

Se trabajó con tamaños muestrales pequeños. Se diseñaron diferentes experiencias en diferentes asignaturas y diferente temática, muchas de las cuales se replicaron en 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.

La Tabla 3-2, presenta las 12 experiencias que conforman la muestra para el estudio explicativo-correlacional de evaluación de conceptos, 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.

Experiencia en Asignatura	Temática	Período	Grupo Experimental	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

Tabla 3-2: Muestra del estudio explicativo-correlacional

La muestra total para los dos tipos de experimentos asciende a un total de 330 estudiantes que participaron de la investigación.

Cabe destacar que los grupos bajo estudio pueden 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 contienen los conceptos evaluados en esta experiencia. Además no se incluyeron los estudiantes recursantes en ninguno de los grupos ni tratamientos, como se mencionó anteriormente.

4 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.

4.1 Hallazgos

Los resultados obtenidos en las Experiencias N° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 14, 16, 19 y 20, 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 el primer objetivo 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 al segundo objetivo del estudio, y en función de los resultados obtenidos en las Experiencias N° 2, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 17, 18 y 21, donde se realizaron evaluaciones de los conceptos 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.

Las Experiencias N° 22 y 23 permitieron contrastar la práctica con simulación y la práctica con equipo real, donde se evidencia que los estudiantes consideran que la simulación simplifica el proceso de configuración de topologías y dispositivos y el seguimiento de los eventos. Asimismo, consideran que la práctica con simulación puede reemplazar a la práctica con equipo real, cuando se trata de aprender fundamentos y conceptos sobre redes de computadoras.

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.

4.2 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.

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.
- 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.
- 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: Universidad Nacional de Salta*.
- 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*.
- 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
- CÁMARA, ALZUGARAY (2011). Trabajos Prácticos, Métodos de Simulación y aprendizaje significativo. *La Tecnología Educativa al servicio de la Educación Tecnológica*.
- 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.
- 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).