

**Revista Electrónica de
Tecnología, Educación y Ciencia**
ISSN: 2953-5654
<http://retec.unsa.edu.ar>
Universidad Nacional de Salta

Utilización del simulador Kiva-NS en la enseñanza de redes IP

Daniel Arias Figueroa, Loraine Gimson Saravia, Gustavo Gil

Centro de Investigación y Desarrollo en Informática Aplicada (C.I.D.I.A.)
Facultad de Ciencias Exactas / Universidad Nacional de Salta
Salta Capital – 4400, Argentina
daaf@cidia.unsa.edu.ar, loraine@cidia.unsa.edu.ar

**Revista Electrónica de Tecnología, Educación y Ciencia,
Volumen 1, Número 1, pág. 5-14, jun, 2023. ISSN: 2953-5654**

Disponible en <http://retec.unsa.edu.ar/>

Utilización del simulador KIVA-NS en la enseñanza de redes IP

Daniel Arias Figueroa, Loraine Gimson Saravia, Gustavo Gil

Centro de Investigación y Desarrollo en Informática Aplicada (C.I.D.I.A.)
Facultad de Ciencias Exactas / Universidad Nacional de Salta
Salta Capital – 4400, Argentina
daaf@cidia.unsa.edu.ar, loraine@cidia.unsa.edu.ar

Resumen. Una de las preocupaciones constantes de las universidades es estar a la vanguardia en los métodos de enseñanza y ofrecer oportunidades de prácticas innovadoras que apoyen la preparación de sus estudiantes para su futura vida laboral. En este contexto, uno de los objetivos claves en la enseñanza de redes de computadoras en nuestra carrera de grado en la Universidad Nacional de Salta, es la de transmitir fundamentos y conceptos básicos a los estudiantes de la Licenciatura en Análisis de Sistemas, intentando facilitar la relación entre la realidad y las teorías y modelos, es decir, entre lo concreto y lo abstracto.

Nuestra línea de investigación, pretende evaluar la influencia de la utilización de software de simulación, en la enseñanza de contenidos de redes de computadoras en carreras de grado y cursos de postgrado. Para ello nos planteamos un estudio aplicado, longitudinal y experimental que, asumiendo la complejidad del fenómeno educativo, considera aspectos cuantitativos y cualitativos.

Palabras Claves: protocolo TCPIP, simulación, virtualización, enseñanza, redes.

Abstract. One of the constant concerns of universities is to be at the forefront of teaching methods and to offer innovating practices opportunities that will support students towards their future work life. In this context, one of the main goals of teaching computers networking in our degree career in Salta National University, is to transmit Bachelor's in Systems Analysis students basis and basic concepts, trying to facilitate the relation between reality, theories and models, that is between concrete and abstract things.

Our investigation line pretends to evaluate the influence of using simulation software to teach computer networking topics in graduate and postgraduate studies. To achieve that, we propose a dedicated, longitudinal and experimental study that considers qualitative and quantitative aspects, making the assumption of the complexity of educative phenomenon.

Keywords: TCPIP protocol, simulation, viarualization, teaching, networking.

1 Introducción

Las herramientas de software se convirtieron en un apoyo para muchas áreas del conocimiento, entre ellas la docencia. Dentro de esta área en particular, estas herramientas son utilizadas no sólo para enfatizar la teoría sino también para la realización de prácticas de laboratorio, que manualmente son complejas, conllevan riesgos - como el daño de equipos por configuraciones erróneas - o, más elementales aún, porque no se dispone de equipamiento específico que permita al estudiante realizar una práctica.

Este documento, a través de sus diferentes secciones, expone la experiencia realizada y los resultados obtenidos con el simulador Kiva-NS en la asignatura Conectividad y Teleinformática de la Carrera de Licenciatura en Análisis de Sistemas en la Universidad Nacional de Salta.

Uno de los objetivos claves en la enseñanza de las redes de computadoras en nuestra carrera de grado, es la de transmitir fundamentos y conceptos básicos a los estudiantes de la Licenciatura en Análisis de Sistemas. Sin embargo, desde hace un tiempo se estudia en el CIDIA cómo facilitar la relación entre la realidad y las teorías y modelos [8], [9], [10], es decir, entre lo concreto y lo abstracto.

El Departamento de Informática, considera a la simulación como una herramienta de apoyo pedagógico, que facilita la investigación y el desarrollo de una mejor calidad y pertinencia de la educación y de formación de saberes contextualizados entre teoría y práctica en el estudiante.

Si bien existen numerosas herramientas y programas de simulación aplicables a la redes de computadoras y su utilización en el ámbito no académico data de un tiempo atrás, no existen actualmente estudios e investigaciones en Argentina que permitan analizar la real influencia de simuladores en la enseñanza de la redes. Sí existen investigaciones relacionadas con la influencia de software de simulación en otras áreas como la física, la química y la electrónica [1], [2], [3].

2 La herramienta KIVA-NS

Kiva-NS es una aplicación de libre distribución creada por el grupo de automática, robótica y visión artificial de la universidad de Alicante. Se puede obtener una versión en la siguiente página: <http://www.disclab.ua.es/kiva/>.

Sus objetivos son servir de recurso en la docencia de redes de comunicaciones, pudiéndose emplear principalmente en los siguientes aspectos:

- Simular cómo se comportan el encaminamiento de paquetes en redes IP
- Diseñar un esquema de encaminamiento y comprobar su validez

Para trabajar con estos dos aspectos, Kiva-NS permite diseñar una topología de red a través de una interfaz gráfica, configurar las direcciones y tablas de direccionamiento de los equipos que forman dicha topología y simular el envío de paquetes desde un equipo a otro.

Su interfaz gráfica lo convierte en un software fácil de usar y asequible para los estudiantes, que pueden ver gráficamente la topología de red que van construyendo y cómo se desplazan los paquetes IP de un dispositivo a otro.

Sin duda, es un programa excelente para trabajar los conceptos de direccionamiento IP, subredes, tablas de encaminamiento, peticiones y respuesta del protocolo ARP, ICMP y, en definitiva, todo lo relacionado con la capa IP de la arquitectura TCP/IP.

3 Descripción de la experiencia

En esta experiencia se buscó realizar un estudio cuantitativo con diseño cuasi-experimental con grupo de control sobre la influencia del uso del simulador KIVA-NS en la enseñanza de redes IP. Se utilizó estadística descriptiva para analizar los datos recogidos y pruebas paramétricas para determinar si existía diferencia significativa entre los resultados obtenidos por grupo experimental y el grupo de control. Este enfoque permitió medir el efecto que tiene sobre las variables dependientes, la manipulación intencional de la variable independiente (utilización de software de simulación). En la literatura consultada, se encontraron varios estudios afines (Amaya, 2008; Amaya 2009; Casadei et al., 2008; Debel et al., 2009; Olivero y Chirinos, 2007; Rodríguez, Mena

y Rubio, 2009; Sierra, 2005) que también fueron desarrollados siguiendo un diseño cuasi-experimental.

Esta experiencia se realizó con los 43 estudiantes que se encontraban cursando la asignatura Conectividad Teleinformática del Plan de Licenciatura en Análisis de Sistemas. El grupo experimental se conformó de 13 estudiantes voluntarios y el grupo de control, de los 30 estudiantes restantes. La totalidad de los cursantes asistieron a las clases teóricas y clases prácticas tradicionales. El grupo experimental, además realizó una práctica específica con el simulador Kiva-NS.

La experiencia permitió realizar una evaluación objetiva de los conceptos involucrados como son Protocolo IP, Protocolo ICMP, ARP y Ruteo Estático IP, a todos los cursantes. Esta evaluación coincidió con el segundo examen parcial de la asignatura que abarca la temática Capa de Red y Capa de Transporte.

Considerando que la plataforma Kiva-NS es una herramienta sencilla e intuitiva, el taller se llevó a cabo en 3 clases teórico-prácticas de 3 horas cada una. El taller se denominó “Simulador Kiva-NS en la enseñanza de Redes IP” y fue aprobado en la Facultad de Ciencias Exactas como curso extracurricular. La teoría impartida como parte del cursado de la asignatura, facilitó la realización del taller, permitiendo al equipo docente concentrarse en la herramienta y su funcionalidad.

Al finalizar el taller, se realizó una encuesta dividida en dos partes, evaluando a Kiva-NS por un lado como herramienta de software y por otro lado según su uso en el desarrollo de laboratorios y prácticas. El objetivo de esta encuesta fue analizar el impacto del uso de la herramienta por los estudiantes y de esa manera determinar la efectividad de ser incluida como apoyo durante el cursado de la asignatura.

3.1 Resultado de la experiencia

A continuación se presenta el análisis de los datos de la primera parte de la encuesta, es decir a Kiva-NS como herramienta de software.

- *Sencillez de instalación y puesta en funcionamiento*: para el 100% de los estudiantes resultó lo suficientemente sencilla, de los cuales el 69% la consideró sencilla en gran medida.
- *Interfaz amigable e intuitiva*: para el 100% de los estudiantes resultó amigable e intuitiva.
- *Sus componentes son los necesarios para realizar un laboratorio de redes IP*: para todos los encuestados cumple en buena medida o gran medida con esta cualidad.
- *Cuenta con ayuda para resolver dudas sobre su uso*: para el 77% la ayuda proporcionada es muy buena, siendo solo considerada una ayuda suficiente para un 8% y una ayuda pobre para el 15% restante.
- *La posibilidad brindada para realizar simulaciones claras y reales sobre entornos físicos donde se va a montar*: para el 84% fue una respuesta muy positiva, siendo considerada apenas suficiente para un 8% y poca para el 15% restante. (Ver Figura1).



Figura 1: Datos de encuesta sobre claridad de simulaciones

- *La ventaja de portabilidad para ayudar a disminuir la dependencia de un lugar físico para el montaje de una topología:* para el 92% es una buena ventaja, siendo considerada solo suficiente para el 8% restante.
- *Posibilidad de configuración de dispositivos sin considerar una marca particular, permitiendo concentrarse en el concepto teórico:* el 77% considera que esto es en gran medida posible, siendo en buena medida posible para el 8% y apenas suficiente para el 15% restante.
- *Facilidad de realización de cambios en topologías para adecuarlas a las necesidades:* solo el 8% consideró que brindaba pocas posibilidades de modificaciones, para el resto si las brindaba; siendo para un 54% una característica que satisface ampliamente.
- *Posibilidad de simular cambios en dispositivos de manera efectiva:* en gran medida es considerada posible esta cualidad para el 46% y en buena medida para un 8%. Un 23% lo consideró suficiente y el 23% restante la consideró insuficiente (Ver figura 2).

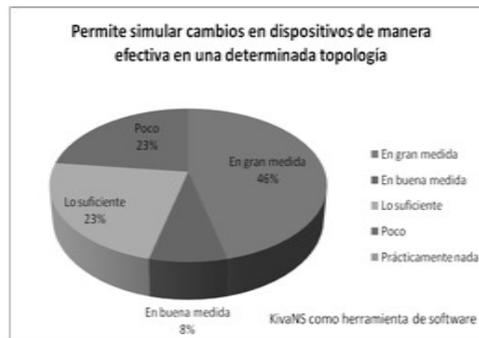


Figura 2: Datos de encuesta sobre posibilidad de simulación de cambios en dispositivos

- *Facilidad de seguimiento de los eventos ocurridos en cada uno de los dispositivos dentro de una topología:* para el 46%, en gran medida satisface esta característica, para un 38%, en buena medida, para un 8% solo es suficiente y para el 8% restante, insuficiente (Ver Figura 3).



Figura 3: Datos de encuesta sobre posibilidad de seguimiento de eventos ocurridos.

Por tanto, se puede decir que en términos generales para más del 50% en todos los casos, las cualidades que se analizaron estaban cubiertas ya sea en buena medida o en gran medida.

A continuación se presenta el análisis de los datos de la segunda parte de la encuesta, considerando a KIVA-NS en el desarrollo de laboratorios y prácticas.

- *Optimización del tiempo de trabajo en laboratorio:* se considera que Kiva-NS en gran medida satisface esta característica para el 38% y en buena medida para un 54%. El 8% restante la consideró suficiente (Ver Figura 4).



Figura 4: Datos de encuesta sobre optimización de tiempos por uso de Kiva-NS

- *Minimización del riesgo de daño en dispositivos empleados en laboratorios:* se considera que Kiva-NS en gran medida satisface esta característica para el 62% y en buena medida para un 23%. El 15% restante la consideró suficiente.
- *Minimización del riesgo de daño en dispositivos empleados en laboratorios:* se considera que Kiva-NS en gran medida satisface esta característica para el 62% y en buena medida para un 23%. El 15% restante la consideró suficiente.
- *Facilidad de entendimiento y estudio de las topologías de red y sus dispositivos:* se considera que Kiva-NS en gran medida satisface esta característica para el 77% y en buena medida para un 23%. (Ver Figura 5).



Figura 5: Datos de encuesta sobre entendimiento y estudio de topologías de red empleando Kivas-NS

- *Potenciación de educación no presencial para que estudiantes puedan simular topologías sin necesidad de dispositivos físicos:* se considera que Kiva-NS en gran medida satisface esta característica para el 77% y en buena medida para un 15%. El 8% restante la consideró suficiente.
- *Adecuación de la herramienta para el aprendizaje de cada protocolo (ver Figura 6):*
 - Protocolo IP: se considera que Kiva-NS en gran medida satisface esta característica para el 54% y en buena medida para un 38%. El 8% restante la consideró suficiente.
 - Protocolo ARP: se considera que Kiva-NS en gran medida satisface esta característica para el 69% y en buena medida para un 31%.
 - Protocolo ICMP: se considera que Kiva-NS en gran medida satisface esta característica para el 8% y en buena medida para un 46%. El 31% la consideró suficiente. Un 23% la consideró un poco adecuada. Un 15% no respondió.

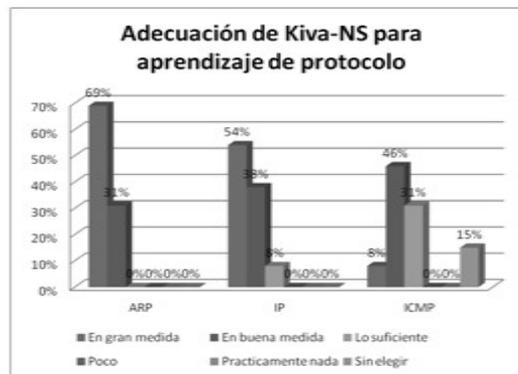


Figura 6: Datos de encuesta sobre adecuación de Kiva-NS para aprendizaje diferentes protocolos

Por tanto de los tres protocolos podría decirse que la herramienta se adapta mejor al protocolo ARP, luego al IP y en mucho menor medida al ICMP.

- *Adecuación para el aprendizaje de fragmentación IP:* se considera que Kiva-NS en buena medida satisface esta característica para un 31%. Para otro 31%, lo suficiente, un poco para el 23% y el 15% restante no contestó. (Ver Figura 7).

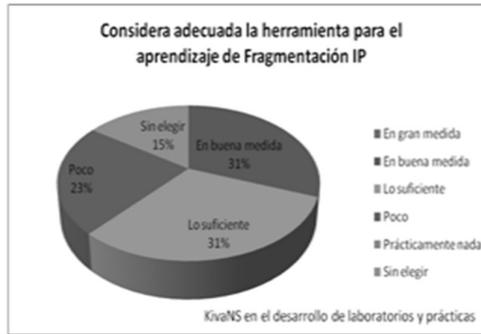


Figura 7: Datos de encuesta sobre adecuación de Kiva-NS para aprendizaje de fragmentación IP

- *Adecuación de la herramienta para el aprendizaje de ruteo estático IP:* se considera que Kiva-NS en gran medida satisface esta característica para un 54%, y en buena medida para un 16%. Para otro 31%, lo suficiente y el 15% restante no contestó. (Ver Figura 8).



Figura 8: Datos de encuesta sobre adecuación de Kiva-NS para aprendizaje de ruteo estático IP

- *Adecuación de los prácticos propuestos en el taller:* se considera que en gran medida cumplieron con esta característica para un 77%. Para el 23% restante estuvieron adecuados en buena medida.
- *Adecuación del tiempo asignado para resolución de los prácticos propuestos en el taller:* se considera que solo para un 15%, los prácticos, en gran medida, cumplieron con esta característica. Para un 54%, lo fue en buena medida. Para el 31% restante fue suficiente.

3.2 Evaluación objetiva del uso de Kiva-NS

A fin de evaluar objetivamente el desempeño de los estudiantes que realizaron el taller con simulación, se contrastó 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, si el uso de la herramienta de simulación como complemento a las prácticas tradicionales, favorece el aprendizaje.

Los resultados obtenidos para ambos grupos, en la evaluación del segundo examen parcial fueron los siguientes, (Ver Figura 9).

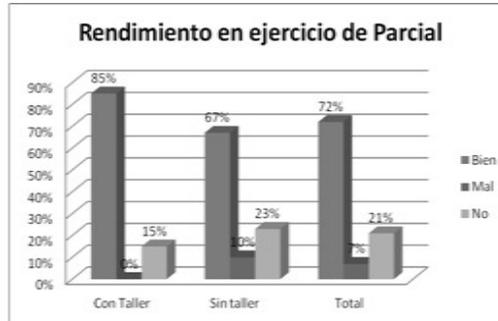


Figura 9: Resultados del ejercicio práctico del segundo parcial.

- *Resultado de Estudiantes que realizaron el taller:* correctamente el 85%, mal el 0% y no lo hicieron el 15%.
- *Resultado de Estudiantes que no realizaron el taller:* correctamente el 67%, mal el 10% y no lo hicieron el 23%.
- *Resultado Global de Estudiantes:* correctamente el 72%, mal el 7% y no lo hicieron el 21%.

Dado que los grupos de trabajo son relativamente pequeños, esto es, tienen un tamaño de muestra chico, para realizar las pruebas de contraste antes mencionadas, se utilizaron aquellas asociadas a la distribución normal o de Gauss.

La idea básica en el análisis estadístico de los datos es completar los resultados estadísticos descriptivos, ya realizados, con estadísticas que nos permitieran decidir por ejemplo: si existió diferencia significativa entre ambas metodologías de trabajo. Se realizaron los test con pruebas específicas por ejemplo: Kolmogorov-Smirnov, coeficientes de correlación no paramétricos y gráficos específicos que permiten ver características no siempre mostradas por los gráficos descriptivos.

3 Conclusiones

De acuerdo a los resultados de las encuestas realizadas a los estudiantes y según el análisis realizado por el grupo de investigación, para determinar el impacto de la utilización de Kiva-NS en la asignatura Conectividad y Teleinformática, se puede concluir lo siguiente:

- Mediante la utilización de *Kiva-NS como simulador de topologías de red*, se puede concluir que ésta es en gran medida aceptada por los estudiantes y apoya el proceso de aprendizaje de redes IP, concretamente el protocolo IP, ARP, direccionamiento con subredes, enrutamiento estático y en menor medida el protocolo ICMP y la fragmentación IP. Esta diferencia probablemente se deba a que la implementación de la fragmentación en Kiva-NS es elemental, ya que no muestra offset de fragmentación, ni los diferentes flags involucrados en el proceso.
- Se puede concluir acerca de *Kiva-NS como herramienta de software* que los estudiantes consideran que en gran medida tiene una interfaz intuitiva, la simulación es clara y real, facilita el seguimiento de los eventos ocurridos en la simulación, la instalación y puesta en funcionamiento son sencillas, cuenta con ayuda al usuario, la configuración se independiza del fabricante, permite realizar cambios en una topología fácilmente, cambios en dispositivos de manera efectiva y promueve la educación no presencial.
- Respecto del *grupo de voluntarios* (grupo testigo) que realizó el taller, se puede concluir que al 85% de ellos le fue bien en el examen de la asignatura Conectividad y Teleinformática que trata los temas relacionados, mientras que, de los que no hicieron el taller, al 67% le fue bien. Claramente, el porcentaje es superior cuando se complementa el estudio con simulación, en

este caso mediante el uso de Kiva-NS. Por lo tanto, Kiva-NS apoya el proceso de enseñanza, concretamente el aprendizaje de los protocolos ARP, IP e ICMP

De manera que, en términos generales, el acercamiento inicial es valorado por los estudiantes como muy positivo. Además, se pudo observar que si bien los prácticos fueron considerados adecuados en gran medida por los estudiantes, no fue así el tiempo asignado para su resolución.

Finalmente, se concluye que este tipo de herramientas de software libre, como Kiva-NS, constituye un importante aporte en el proceso de enseñanza y aprendizaje de conceptos y fundamentos de redes, sobre todo en instituciones con escasos recursos, o bien con asignaturas cuyo dictado sea semi-presencial o a distancia. Sin embargo, es necesario resaltar que los hallazgos de este estudio no pueden ser extrapolados a otros contextos educativos, tanto por el tipo de muestra elegida como por el propio diseño de investigación realizado.

Referencias

- [1] Trabajos Prácticos, métodos de simulación y Aprendizaje significativo. Edgardo Cámara – Gloria E. Alzugaray. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Santa Fe. Aplicado a la asignatura Electrónica II. http://puntodeencuentro.utn.edu.ar/wpcontent/uploads/2011/03/TESET_p491a526.pdf
- [2] "Tecnologías de Información y Comunicación como medios de aprendizaje de Redes de Computadoras". <http://es.scribd.com/doc/17335747/Tesis-Utilizacion-de-Tics-para-el-aprendizaje-de-Redes-de-Computadoras>
- [3] Estudio de la influencia de un entorno de simulación por ordenador en el aprendizaje por investigación de la física en bachillerato. <http://books.google.com.ar/books?id=IWCQmq-20E.S.O.%20y%20bachillerato&f=false>
- [4] Objetos educativos abiertos, la simulación en software libre <http://www.cibersociedad.net/congres2009/es/coms/objetos-educativos-abiertos-la-simulacion-en-software-libre/341/>
- [5] Castillo C. y Arrieta X. Referentes teóricos para el diseño y evaluación de software de apoyo a la enseñanza – aprendizaje de la física. Memorias de la IX Conferencia Interamericana de Educación en Física CIAEF-2006- IACPE. San José de Costa Rica. 3 a 7 de julio de 2006. <http://www.efis.ucr.ac.cr/varioponencias/9referentes%20teoricos.pdf>
- [6] Díaz-Antón, G. (2002) Uso de software educativo de calidad como herramientas de apoyo para el aprendizaje. Jornadas educativas: "La escuela como instrumento de cambio", IEA, Abril, Caracas. <http://www.academia-interactiva.com/articulos.html>
- [7] Franco I, Álvarez F. Los Simuladores, estrategia formativa en ambientes virtuales de aprendizaje. Revista Virtual Universidad Católica ISSN 0124-5821. http://www.ucn.edu.co/portal/uzine/volumen21/articulos/3_Investigaci%C3%B3n_simuladores.pdf
- [8] "KIVA: Un simulador para la enseñanza de Redes IP" VII Congreso Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET 2012) Ciudad de Pergamino, Provincia de Buenos Aires – Junio de 2012. Daniel Arias Figueroa, Gustavo D. Gil, Ernesto Sánchez (C.I.D.I.A).
- [9] "Una experiencia con simuladores en la asignatura Conectividad y Teleinformática" I Jornadas Nacionales de TIC e Innovación en el aula – III Jornadas de Experiencias en EaD de la UNLP - Universidad Nacional de La Plata. La Plata. Diciembre de 2011. Daniel Arias Figueroa, Gustavo Gil, Sergio Rocabado Moreno, Ernesto Sánchez (C.I.D.I.A).
- [10] "Una experiencia en el uso de software de captura de tráfico y virtualización como apoyo a la enseñanza de redes de datos" I Jornadas Nacionales de TIC e Innovación en el aula – III Jornadas de Experiencias en EaD de la UNLP - Universidad Nacional de La Plata. La Plata. Diciembre de 2011. Ernesto Sánchez, Daniel Arias Figueroa, Sergio Rocabado Moreno (C.I.D.I.A).
- [11] Teaching Computer Networks through Network Simulation Programs – University of Derby - Faculty of Business, Computing and Law – School of Computing. http://www.derby.ac.uk/files/shao_ying_zhu__teaching_computer_networks_through_network_simulation_programs.pdf
- [12] Improving a Computer Networks Course Using the Partov Simulation Engine Behnam Momeni and Mehdi Kharrazi. <http://sharif.edu/~kharrazi/pubs/te12.pdf>.