

## Simulación en la enseñanza de redes de computadoras en el nivel universitario en tiempos de pandemia

Daniel Arias Figueroa, Ernesto Sánchez, Loraine Gimson, Álvaro Gamarra, Gustavo Gil, Nelson Rodríguez, Rodolfo Baspineiro

Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Salta  
C.I.D.I.A. (Centro de Investigación y Desarrollo de Informática Aplicada)  
Facultad de Ciencias Exactas – Universidad Nacional de Salta  
Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales – Universidad Nacional de San Juan  
*daaf@cidia.unsa.edu.ar, esanchez@cidia.unsa.edu.ar*

### Resumen

Nuestra línea de investigación, tiene como principal objetivo 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 a fin de contrastar con la enseñanza en laboratorios con equipo real Mikrotik. Para ello, nos planteamos un estudio aplicado, longitudinal y experimental que considera aspectos cuantitativos y cualitativos, que permitan determinar si los estudiantes que realizan prácticas en un entorno de simulación aprenden significativamente más que aquellos estudiantes que se capacitan en laboratorios con equipos reales de red.

Por otro lado, la educación superior en tiempos de pandemia tuvo que transformarse de manera brusca a un esquema virtual de emergencia para dar respuesta a las necesidades. En ese contexto, los objetivos del proyecto de investigación, al menos durante el período 2020, tuvieron que adaptarse a dichos cambios ya que no disponíamos de la posibilidad de realizar

prácticas en laboratorios presenciales de redes durante la cursada.

**Palabras clave:** protocolo TCP-IP, emulación, simulación, enseñanza, redes, Mikrotik, GNS3, Packet Tracer.

### Contexto

La línea de investigación se encuentra apoyada por el C.I.D.I.A. (Centro de Investigación y Desarrollo de Informática Aplicada) que depende de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta y por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Salta, por lo tanto se cuenta con toda la infraestructura disponible para esta investigación. El proyecto cuenta con el financiamiento del CIUNSa – Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta y el Consejo de Investigación de la Universidad Católica de Salta.

### Introducción

En otras circunstancias podríamos haber encarado la escritura de este trabajo

abordando las áreas de competencia de nuestra tarea de investigación científica, pero hoy nos encontramos navegando en áreas de la educación a distancia.

Reconociendo el carácter excepcional del momento que atravesamos, este artículo propone una reflexión del complejo proceso de enseñanza y aprendizaje y de las prácticas pedagógicas que hemos adoptado, y de una experiencia de cambios o modificaciones para alcanzar los objetivos académicos de manera efectiva.

Los procesos de tutorización evolucionaron desde el rol tradicional del docente como eje de la comunicación y la información hacia planteamientos que fomentan el uso de las metodologías activas y el aprendizaje autónomo del alumno.

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, 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:

- sea más interesante el aprendizaje,
- sea un aprendizaje activo y no pasivo en las aulas,
- sea al ritmo del estudiante en forma personalizada,
- los estudiantes estén más motivados y la educación sea permanente.

## **Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación**

En los años previos a la pandemia, durante las cursadas de la asignatura Redes de Computadoras I, la tutorización siempre se realizó de manera presencial o semipresencial. La idea de la tutorización virtual surge en el año 2020 fruto de la coyuntura, y la imposibilidad del habitual cursado presencial.

Teniendo en cuenta, tanto la dedicación que requiere el seguimiento de las diferentes actividades durante la cursada, así como el hecho de que algunas actividades como la simulación puedan desarrollarse de manera autónoma por parte del alumno, hemos llegado a la conclusión de que tal vez el uso de las TICs aplicadas al aprendizaje y al conocimiento (TAC) permitiría llevar a cabo una mejor gestión del proceso de la que se realiza cuando todo el trabajo se desarrolla de manera presencial o semipresencial. Del mismo modo, hemos considerado que, a través de este método, se facilitarían estrategias que verdaderamente empoderarán al estudiante en el desarrollo y la toma de decisiones sobre las diferentes actividades.

Tomando esta decisión como punto de partida, el reto consistió en desarrollar una propuesta de tutorización que lograra aunar ambos intereses, La opción de plantear un proceso de tutorización virtual en una asignatura a priori presencial suponía una experiencia de innovación pensada como una primera aproximación hacia un método que permitiera al cuerpo docente implicarse en la tutorización del trabajo de los estudiantes, pero de una manera eficiente y sostenible.

Así pues, para la propuesta de un proceso de tutorización virtual, el método se basó en la puesta en práctica y consolidación de un

sistema de interacción virtual a través de la web 2.0, basado en sistemas de comunicación formal e informal mediante el uso de cuatro canales de contacto:

#### 1- Comunicación formal:

- Moodle® como plataforma de intercambio de recursos (lecciones, cuestionarios, wikis, etc.)
- Foros de Moodle® como instrumento de vinculación entre docente, estudiantes para debates y evacuación de dudas
- Clases interactivas en línea con la plataforma Zoom® para presentación de los temas más importantes del contenido.
- Clases interactivas en línea con el módulo de Moodle BigBlueButton como una alternativa a la disponibilidad de la plataforma Zoom.

#### 2- Comunicación informal:

- Servicios de mensajería instantánea con WhatsApp®. Grupo específico con alumnos y docentes para coordinación de las diferentes actividades.
- Chat propio de la plataforma Moodle® para consultas.

Durante el curso 2019, se había optado por no utilizar herramientas por fuera de la plataforma Moodle®, pero en la cursada 2020, vimos la necesidad de gestionar el grupo de estudiantes a través de WhatsApp®, dado que el volumen de alumnos fue más alto en este curso. Como puede verse en la figura 1, en la plataforma Moodle® se publicó el programa analítico vigente, la bibliografía básica a seguir, un cronograma de tiempo dedicado a cada tema, y cuestiones generales sobre la manera de estudiar con el material disponible en la plataforma. Asimismo, la

función básica de la plataforma Moodle® fue la de repositorio de todo el material necesario para el desarrollo progresivo del trabajo propuesto.



**Figura1: vista del curso dentro de Moodle ®**

Para cada unidad del programa, el alumno disponía del siguiente material de estudio:

- Una presentación en PowerPoint, la misma constituyó un guía de lectura para el capítulo correspondiente del libro de base propuesto. Esta guía contiene los temas que abarca la asignatura ya que no todos los temas del libro son analizados como parte de la asignatura.
- Una Guía de Trabajos Prácticos en formato pdf para su desarrollo teórico, como un conjunto de preguntas y ejercicios propuestos a desarrollar.
- El Libro de la Cátedra “Redes de Computadoras I con Packet Tracer”, que contiene no solo una guía de ejercicios para resolución con el simulador de redes Packet Tracer de Cisco, sino que también propone una solución posible, material autocontenido pensado para la autoaprendizaje por parte del alumno. El objetivo de este material es llevar al plano de lo concreto, lo abstracto que puede significar el estudio de redes de datos. Si bien el simulador es limitado en algunos aspectos, consideramos que es suficiente

para asimilar los conceptos y fundamentos sobre redes de computadoras.

Durante todo el cursado de la asignatura, se dieron instancias de evaluación continua y real de seguimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje, con los aciertos y errores, fortalezas y debilidades, por cada tema abordado. Este proceso se desarrolló teniendo en cuenta el conocimiento, las habilidades, las actitudes y el desempeño del alumno. Se resaltan los aspectos positivos de su desempeño en general, donde más del 78% de los estudiantes regularizaron la asignatura.

Al finalizar el primer cuatrimestre del año 2020, se realizó una encuesta anónima y de carácter no obligatorio a los alumnos que cursaron la asignatura a fin de sondear las principales acciones, plataformas y estrategias pedagógicas aplicadas en la asignatura, relevar resultados sobre la disponibilidad de recursos tecnológicos, percepción sobre la metodología empleada y cuestiones más vinculadas al acompañamiento por parte de los docentes en el marco de esta pandemia.

Las evaluaciones consistieron en cuestionarios cortos, con tiempos acotados de resolución y estuvieron compuestas por diferentes tipos de preguntas: verdadero o falso, opción múltiple, abiertas, etc. De esta forma, se buscó construir conocimiento de una forma creativa y dinámica, realizando una evaluación continua, completa, adecuada y elaborada para que el proceso enseñanza logre consolidar el aprendizaje de cada estudiante.

## Resultados

A partir del trabajo con los alumnos durante el primer cuatrimestre, al finalizar las

actividades se realizó una encuesta dividida en cuatro partes. En la primera parte de la encuesta se indagó respecto del material disponible para la cursada, e-book con práctica para la simulación, guías prácticas para resolución en papel, guía de lectura de la bibliografía de base, etc. En la segunda parte de la encuesta se preguntó sobre la comunicación formal e informal utilizada, plataformas Moodle, Zoom, BigBlueButton®, grupo de WhatsApp® y chat de Moodle®. En la tercera parte, sobre la tutorización y evaluación, estructura de trabajo propuesta, comunicación con el equipo docente, etc. En la cuarta parte se indagó sobre la herramienta de software de simulación utilizada, su facilidad para configurar una topología, configurar dispositivos, verificar la funcionalidad, realizar el seguimiento de los eventos y otros.

Dentro de la encuesta se pedía contestar en una escala de 1 al 5 donde los valores equivalían a los siguientes (ver tabla 1):

5	En gran medida
4	En buena medida
3	Lo suficiente
2	Poco
1	Prácticamente nada

Tabla 1: Escala de la encuesta

## Análisis estadístico de los datos

Para el conjunto de datos analizado, la media aritmética supera, en todos los casos, el valor medio de la escala (3.00), lo que confirma la validez del contenido de todos los ítems incluidos en la encuesta. El coeficiente Alfa de Cronbach calculado es de 0,82 que supera el valor de 0,7, por lo que se puede afirmar el grado de fiabilidad del cuestionario y por lo tanto una mayor polarización de

respuestas confiables por parte de los estudiantes. Sin entrar en detalles estadístico de los datos, para cada una de las secciones de la encuesta realizada, analizando los valores medios (ver figuras 2 y 3) podemos mencionar que:

- 1- Sobre el material disponible para la cursada, en promedio consideran que fue adecuado en buena medida.
- 2- Sobre los Canales para la comunicación formal e informal utilizada en promedio consideran que fue adecuado en buena medida salvo para el chat de Moodle® donde un más de un 40% no considera que sea muy relevante (ver Figura 3).
- 3- Sobre la tutorización y evaluación, estructura de trabajo propuesta, comunicación con el equipo docente, en promedio consideran que fue adecuado en buena medida
- 4- Sobre la herramienta de software de simulación utilizada, su facilidad para configurar una topología, configurar dispositivos, verificar la funcionalidad, realizar el seguimiento de los eventos y otros también se obtuvo una media aritmética que manifiesta que fue adecuado en buena medida.

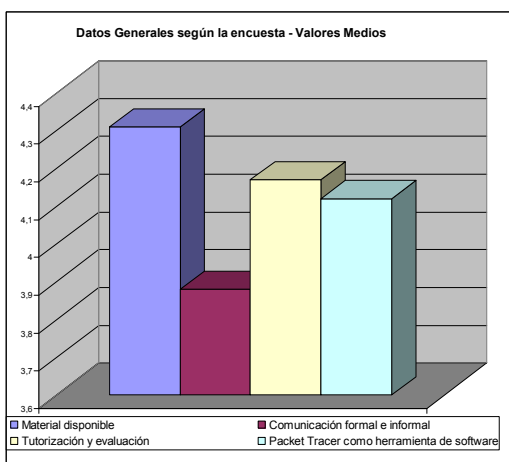


Figura2: Valores medios sobre datos de la encuesta.

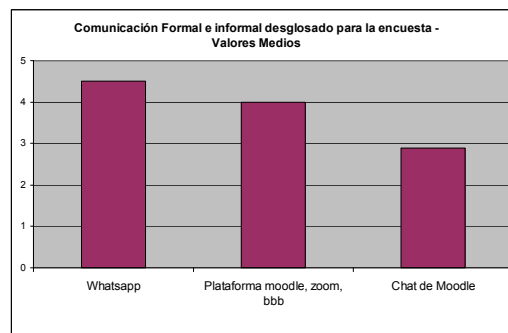


Figura3: Valores medios sobre comunicación formal e informal de la encuesta.

A continuación se enumeran textualmente algunas opiniones de los estudiantes sobre la experiencia realizada:

- *La virtualidad en mi caso conlleva mucha más disciplina a la hora de estudiar, ya que al no tener unas horas específicas para realizar las prácticas como en lo presencial, me retraso un poco.*
- *A pesar de las condiciones en la que nos encontramos, la vocación y las ganas de enseñar estuvieron siempre presentes.*
- *El uso de las herramientas proporcionadas por la cátedra fue muy bueno, principalmente debido al soporte virtual que tuvimos en cada instante del cursado.*
- *Lo que resulto muy exigente en está cursada y me gustó, fue la entrega de los trabajos prácticos. Si bien antes se discutían las respuestas en clase práctica, las notas que tomaba no estaban del todo estructuradas, por lo que al tener que entregarlos, me esforzaba mas en mis respuestas para que sean lo más claras posibles.*

El proceso vivenciado durante esta particular cursada, nos permitió descubrir nuevas alternativas metodológicas. Vimos que es necesario mejorar la interactividad

entre docentes y alumnos, tanto en herramientas tecnológicas como en el manejo de los recursos.

Si bien consideramos de mucha utilidad el uso de plataformas como Zoom y BigBlueButton, observamos, en nuestro contexto en particular, que no son adecuadas para que el alumno se exprese y realice consultas interrumpiendo la exposición y propiciándose de ese modo una diálogo entre los asistentes, como si ocurre en una instancia presencial. Esto no lleva a reflexionar y replantearnos si no es conveniente subir videos pregrabados en la plataforma Youtube® por ejemplo, con las clases teóricas y dejar las plataformas interactivas para instancias de consultas y esclarecimiento de dudas una vez que el estudiante ya realizó como actividad el seguimiento del video. De esta manera, el recurso escaso en nuestra universidad (plataforma Zoom®) se utilizaría de manera mucho más concreta y por menos espacio de tiempo, incluso con la versión de prueba de 40 minutos máximos se podría resolver.

Respecto de la utilización de la herramienta de simulación, cabe decir que en la cursada 2019 habíamos migrado a GNS3 y Mikrotik®, donde el alumno realizaba prácticas con simulación y en laboratorios con equipos reales Mikrotik®. En la cursada 2020 tuvimos que volver a utilizar Packet Tracer® debido a la sencillez de instalación y los escasos recursos necesarios para su funcionamiento. De todas maneras, advertimos que la herramienta fue bien valorada por los alumnos y estamos convencidos que acerca el estudio de las redes de lo abstracto a lo concreto para comprender conceptos y fundamentos básicos.

## Formación de Recursos Humanos

El grupo de investigación conformado se caracteriza por una constitución heterogénea de profesionales vinculados a la informática. El Director es Doctor en Ciencias Informáticas por la UNLP y el Codirector Master en Ingeniería de Software. Dentro de los investigadores se cuenta con un Magister en Redes de Datos, una Magister en Ingeniería de Software, un Ingeniero en Sistemas y un Técnico Universitario en Programación. También integran el grupo dos alumnos avanzados de la carrera Licenciatura en Análisis de Sistemas de la UNSa. En el transcurso del proyecto se tiene como objetivo consolidar la formación en investigación de los integrantes de menos antecedentes y también está contemplado que uno de los integrantes complete el cursado de la Maestría en Redes de Datos y la certificación Mikrotik®.

## Referencias

- 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.
- 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: Univ. de Salta*.

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.

CÁMARA, ALZUGARAY (2011). Trabajos Prácticos, Métodos de Simulación y aprendizaje significativo. La Tecnología Educativa al servicio de la Educación Tecnológica.

ARIAS FIGUEROA, D. SÁNCHEZ, E. Colaboración de BASPINEIRO (2018). Redes de Computadoras II con Packet Tracer. Editorial de la Universidad Nacional de Salta – EUNSa – ISBN 978-987-633-527-0; 1a ed. - Salta - E-Book - CDD 004.678.

ARIAS FIGUEROA, D. (2015). Redes de Computadoras I con Packet Tracer. Editorial de la Universidad Nacional de Salta – EUNSa – ISBN 978-987-633-132-6; 1a ed. - Salta - E-Book - CDD 004.68.