

NetOS-Lab: Laboratorio portátil de Redes y Sistemas Operativos

Mercedes Barrionuevo⁽¹⁾, Carlos Taffernaberry^(1,2)

⁽¹⁾ Univ. Nacional de San Luis, San Luis

⁽²⁾ Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza
Argentina
{mbarrio, ctaffer}@unsl.edu.ar

RESUMEN

Las redes de computadores tienen un gran impacto en el mundo profesional, el conocimiento y el esparcimiento a nivel mundial. En el ámbito laboral, por ejemplo, la finalidad principal para la creación de una red de computadoras es compartir los recursos e información a distancia, asegurando la confiabilidad y la disponibilidad de la misma.

En la actualidad la complejidad y heterogeneidad que presentan las redes de computadoras, e Internet mismo, requieren de profesionales cada vez capacitados en todo lo referido a estas temáticas para poder administrarlas correctamente, diagnosticar y reparar sus fallos.

Nuestra principal motivación es desarrollar herramientas que ayuden a formar profesionales aptos para dicho mundo laboral, como así también, dejarlas disponibles de forma libre para su uso y aportes en futuras mejoras y/o actualizaciones.

En este sentido, NetOS-Lab es una herramienta con fines educativos que permitirá ensayar servicios de red (DNS, VPN, SMTP, firewall, etc.) y simular distintos aspectos de Sistemas Operativos de Red, como planificación de procesos y gestión de memoria.

Palabras claves: Redes de computadoras, Virtualización, Simuladores, Educación, Laboratorios portátiles.

CONTEXTO

Esta propuesta se desarrolla dentro del Laboratorio de Redes de Computadoras del Departamento de Informática de la Facultad de Ciencias Físico, Matemáticas y Naturales (UNSL).

Actualmente este proyecto ha sido preseleccionado junto a otros cinco en la convocatoria Programa de Diseño de Material Didáctico Digital para la Innovación Educativa de la Universidad Nacional de San Luis. El objetivo de dicho programa es la formulación de proyectos innovadores en el área educativa y se destinarán fondos para subsidiar la ejecución de los mismos.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, nuestra sociedad experimenta Internet a través del uso del protocolo World Wide Web, los correos electrónicos, programas que permiten compartir información, etc., sin la necesidad de conocer *cómo* es que estas aplicaciones funcionan realmente. Sin embargo, a medida que avanzamos en el estudio de las redes de datos, se vuelve cada vez más importante conocer cómo un servicio de red es capaz de transmitir e interpretar los mensajes enviados y recibidos a través de la red.

Un aspecto fundamental para todo estudiante de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) es la posibilidad de

configurar y probar el correcto funcionamiento de los servicios más comunes utilizados en Internet. Realizar estas pruebas en un ambiente seguro, donde se pueda volver a una configuración inicial y estable es un objetivo de toda cátedra dedicada a la puesta a punto de los servicios de red.

Estos objetivos pueden ser logrados mediante el uso de técnicas de virtualización, las cuales permiten a diversas aplicaciones ejecutarse en una red virtual exactamente igual que en una red física. Otra ventaja de los entornos de trabajos virtualizados es la posibilidad de realizar diversas pruebas de configuración y ejecución de comandos o de aplicaciones pudiendo guardar el estado actual y recuperar el trabajo realizado luego de un tiempo.

Por otra parte, contar con una herramienta que se pueda personalizar agregando aplicaciones didácticas o cualquier servicio necesario durante el desarrollo de los prácticos es una mejora sustancial para el dictado de toda materia.

En base a lo mencionado anteriormente se propone la creación de NetOS-Lab (Laboratorio portátil de Redes y Sistemas Operativos), una herramienta didáctica fundamental para el desarrollo de las prácticas en las materias afines a los Servicios en SO de Redes y Sistemas Operativos de Red, buscando ayudar a los profesores y estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje fundamentalmente no presencial.

El objetivo principal de este proyecto consiste en construir una herramienta de software libre, autocontenida, personalizable y portátil que incorpore funcionalidades tales como: diseño de diversas topologías de red LAN, MAN o WAN de manera gráfica; despliegue de redes y host virtuales para ensayos de servicios de red como HTTP, DNS, SMTP, entre otros [1]; simulación de planificación de procesos y de gestión de memoria principal y secundaria en Sistemas Operativos [2]; otras funcionalidades

afines a los Sistemas Operativos cuya práctica sea difícil de llevar a cabo en ambientes no simulados.

NetOS-Lab surge como una integración de varios trabajos finales y de aplicación de alumnos de la carrera Tecnicatura Universitaria en Redes, el cual está en constante actualización buscando mejorar dicha herramienta en base a nuevas necesidades.

Los trabajos finales conforman la arquitectura de NetOS-Lab formada por 3 módulos independientes y bien diferenciados: LPR_1.0 [3], el cual hace uso de la plataforma docker [4] y el sistema operativo GNU/Linux para virtualizar servicios de red pertenecientes a la capa de aplicación pero con una topología de red fija y predefinida; EliaNS [5], una herramienta basada en kivaNS [6] que permite desplegar gráficamente diversas topologías de red; y el módulo de herramientas didácticas conformado por dos aplicaciones: una diseñada para configurar y visualizar la planificación de procesos dependiendo del algoritmo seleccionado [7] y otra basada en Proyecto2SO [8], la cual visualiza la gestión de la memoria principal y secundaria teniendo en cuenta algún algoritmo de reemplazo de páginas. Los módulos mencionados y la arquitectura de NetOS-Lab se muestran en la figura 1.

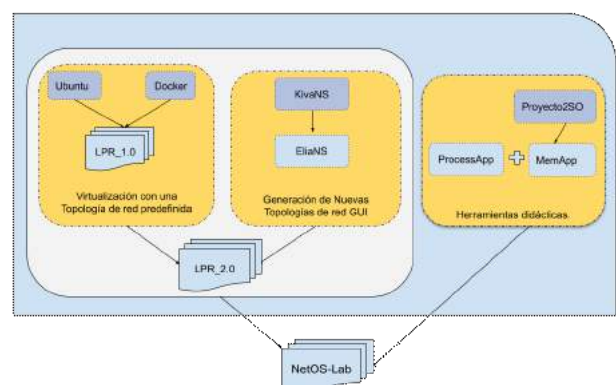


Figura 1: Arquitectura de NetOS-Lab

En la próxima sección presentamos las dos líneas diferentes de trabajo e investigación.

2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

La motivación del presente trabajo surge de las siguientes situaciones:

- Imposibilidad de acceso presencial al laboratorio de redes de la UNSL, debido a la pandemia durante el año 2020.
- Dificultad de crear más de una red física con los recursos disponibles en el hogar de los estudiantes.
- Ausencia de un software para simular redes y servicios de capa 7 al mismo tiempo.
- Alto costo económico para desplegar topologías de redes en nubes públicas.
- Necesidad de enseñar instalación y configuración de servicios en Sistema Operativos Posix.
- Dificultad en la enseñanza de conceptos teóricos, como planificación de procesos o gestión de memoria, cuya práctica es compleja por ser mecanismos ocultos por el sistema operativo a los usuarios.

En base a estas realidades surgieron dos diferentes líneas de trabajo, *Virtualización* de recursos para ensayar servicios de red y *Creación* de herramientas didácticas para la comprensión de conceptos de Sistemas Operativos. A continuación se describen algunos aspectos fundamentales de cada una de ellas:

- **Virtualización:** Cuando hablamos de virtualización hacemos referencia al proceso de reemplazar dispositivos físicos por dispositivos virtuales disponibles mediante el uso de un software. Se pueden virtualizar servidores, estaciones de trabajo, redes y aplicaciones. Para ello, el software de virtualización administra los recursos físicos de esa máquina: memoria, CPU, almacenamiento y ancho de banda de la red, entre los aspectos más relevantes. Junto con

la disminución del uso de equipos físicos, la virtualización trae como beneficios la reducción de costos de mantenimiento y consumo energético. Esto deriva una consolidación de servidores, optimizando el uso del espacio físico y posibilitando el despliegue de servicios de capa 7 sin diferencia alguna con ambientes reales. Existen varias técnicas de virtualización [9], siendo las más utilizadas: Paravirtualización, Nivel de SO, Virtualización completa, Nivel de Kernel, entre otros. En la figura 2 se pueden observar los tipos y tecnologías de virtualización y el lugar que ocupa NetOS-Lab dentro de esta clasificación.

- **Herramientas didácticas:** Las herramientas didácticas que forman parte de NetOS-Lab se centran en el uso de simuladores [10], los cuales permiten configurar y ejecutar algoritmos de planificación de procesos y administrar la memoria principal como secundaria de cualquier sistema operativo. En base a varias encuestas, y exámenes realizados a los estudiantes por parte de la cátedra, se puede observar que el uso de estos simuladores presenta mejoras en la calidad formativa del futuro profesional, optimizando su capacitación, permitiéndole poner en práctica los conocimientos teóricos, comprendiendo el funcionamiento de un sistema de interés, generando capacidad de análisis, y evaluando diferentes escenarios.



Figura 2: Tipos de virtualización

Ambas líneas de investigación están en continuo desarrollo dado que tienen como objetivo final formar un único proyecto integrador a ser usado en las prácticas del laboratorio de redes.

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

Los resultados obtenidos y/o esperados de nuestro trabajo se visualiza en la figura 3, la cual muestra los distintos estadios del proyecto, desde los inicios hasta la versión actual.

La *figura 3 (A)* representa la primera versión del trabajo, denominado LPR 1.0. Este primer prototipo desarrollado está compuesto por el sistema operativo GNU/Linux distribución Ubuntu 18.04 y la herramienta de virtualización *docker*. LPR 1.0 permite, en base a una única topología de red, crear maquinas clientes y servidores, en las cuales se pueden configurar, iniciar, detener y pausar diversos servicios de red como así también, verificar el correcto funcionamiento de cada uno de ellos. La *figura 3 (B)* muestra la incorporación, al prototipo anterior, del módulo llamado EliaNS y la actualización del sistema operativo a la distribución Ubuntu 20.04. Estas modificaciones forman el segundo prototipo creado denominado LPR 2.0, cuyo principal aporte es la ejecución de los servicios de red mencionados anteriormente pero para cualquier topología de red creada de manera gráfica con la herramienta EliaNS. Finalmente, en la *figura 3 (C)* se detalla el trabajo que se está llevando a cabo actualmente correspondiente a la incorporación de las herramientas de simulación de procesos, de gestión de memoria y de mecanismos de automatización, conformando NetOS-Lab.

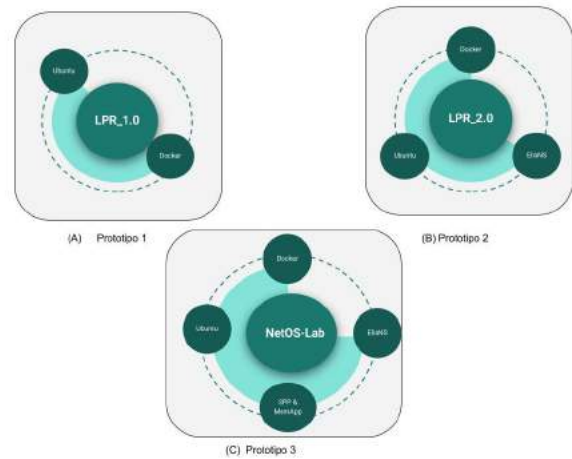


Figura 3: Evolución de NetOS-Lab.

Por lo tanto, se espera obtener dos resultados finales:

- 1) La construcción de una herramienta de *software libre, autocontenida y portátil* que integre funcionalidades como: creación de servicios de red, simulación de planificación de procesos y gestión de memoria en Sistemas Operativos, entre otras.
Al ser de software libre, la herramienta tendrá libre acceso y uso. Quedará disponible a toda la comunidad, permitiendo aporte de mejoras por parte de cualquier estudiante o desarrollador que lo desee.
Al ser autocontenida, la herramienta permitirá la ejecución de todas sus funcionalidades, sin necesidad de acceso a Internet o instalar o actualizar software alguno en la computadora donde se ejecutará.
Al ser portátil, la herramienta permitirá ser ejecutada en cualquier computadora, guardar su estado actual en un dispositivo USB y continuar trabajando más adelante en otra computadora.
- 2) Mejoras en el proceso de enseñanza / aprendizaje fundamentalmente en ambientes no presenciales.

Los resultados parciales obtenidos hasta el momento se consideran satisfactorios y es por ello que estas líneas de investigación están en constante desarrollo y actualización, teniendo en cuenta que las necesidades pedagógicas y tecnologías futuras pueden ir cambiando.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Los resultados obtenidos respecto a la formación de recursos humanos son hasta el momento el desarrollo de tres trabajos de fin de carrera correspondientes a la carrera Tecnicatura Universitaria en Redes de Computadoras.

Con el Programa de Diseño de Material Didáctico Digital de la UNSL se espera formar recursos humanos en la orquestación y automatización de servicios para construir NetOS-Lab y sus actualizaciones.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Fabiana, Apolloni, Rubén.
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26781>
- [8] Proyecto2SO. Simulación de Paginación y Segmentación. Web site: <https://github.com/randymorales/Proyecto2-SO>
- [9] Fernando Rodríguez-Haro, Felix Freitag, Leandro Navarro, A summary of virtualization techniques, Procedia Technology, Volume 3, 2012, Pages 267-272, ISSN 2212-0173.
- [10] SiSO: Un Simulador integral del Sistema Operativo. Barrionuevo Mercedes, Apolloni Rubén, Piccoli María Fabiana. 2010. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/19640>
- [1] Kurose, James F., Ross, Keith W. Redes de computadores: un enfoque descendente basado en Internet 2da. Edición ISBN: 8478290613. 2004.
- [2] Tanenbaum, Andrew S. Sistemas operativos modernos. Pearson Educación, 2003. ISBN: 9786074420463.
- [3] Virtualización en la educación: Laboratorio Portátil de Redes. Barrionuevo Mercedes, Gil Cristian, Giribaldi Matías, Suarez Christopher, Taffernaberry Carlos. ISBN: 978-950-34-1539-9. Páginas: 465-474. XXIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (La Plata). 2017
- [4] Docker Enterprise Edition. Web site: <https://www.docker.com/>
- [5] LPR_2.0: mejoras a un ambiente de aprendizaje de servicios de red. Yrigaray Elian, Barrionuevo Mercedes, Taffernaberry Carlos. ISBN: 978-987-733-196-7. Páginas: 105-114. XIV Congreso Nacional de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET). 2019.
- [6] KivaNS. Web site: <http://www.aurova.ua.es/kiva/>
- [7] Una herramienta de simulación para la planificación de procesos. Barrionuevo, Mercedes, Piccoli, María