Diseño de una Actividad con integración STEM en la Enseñanza de Redes

Gloria Irene Téllez Rodríguez1, Mónica Avelina Gutiérrez Haros1, Roberto Antonio Martínez Thompson1, Álvaro Peraza Garzón2

1Universidad Politécnica de Sinaloa (MÉXICO)

2Instituto Tecnológico de Mazatlán (MÉXICO)

Resumen

Este artículo presenta el diseño de una práctica educativa con enfoque STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) para la enseñanza de redes en estudiantes de tecnologías que cursan su materia de fundamentos de redes, con el objetivo de promover un aprendizaje significativo mediante la integración de conceptos teóricos y habilidades prácticas en un entorno interdisciplinario. Dirigida a estudiantes de nivel superior, la actividad busca desarrollar competencias técnicas en configuración y gestión de redes, fomentando el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo. La práctica se estructura en tres fases: fundamentación teórica, donde se abordan protocolos de red, topologías y modelos OSI/TCP-IP; diseño experimental, en el que los estudiantes configuran una red simulada utilizando herramientas como Cisco Packet Tracer, aplicando conocimientos de ingeniería y matemáticas para el cálculo de subredes; así como, análisis y reflexión, donde evalúan resultados y proponen mejoras. La integración STEM combina principios científicos (análisis de datos de red), tecnológicos (uso de software de simulación), ingenieriles (diseño de soluciones prácticas) y matemáticos (cálculo de subredes). El diseño de la práctica ofrece un modelo estructurado y replicable para educadores interesados en enfoques interdisciplinarios, promoviendo habilidades esenciales para profesionales en tecnologías de la información. Este enfoque prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos tecnológicos actuales, integrando teoría y práctica de manera efectiva en el aula.

Palabras clave: Aprendizaje Interdisciplinario, Enseñanza de Redes, Práctica Educativa, STEM.

Abstract

This article presents the design and implementation of an educational practice with a STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) approach for teaching computer networks to undergraduate students majoring in Information Technologies during their Fundamentals of Networking course. The main goal is to promote meaningful learning through the intentional integration of theoretical concepts and practical skills within an interdisciplinary environment. Aimed at higher-education students, the activity seeks to develop technical competencies in network configuration and management while fostering critical thinking, problem-solving, and collaborative work. The practice is structured in three phases: theoretical foundation, addressing network protocols, topologies, and the OSI/TCP-IP models; experimental design, in which students configure a simulated enterprise network using Cisco Packet Tracer, applying engineering and mathematical knowledge for subnetting calculations; and analysis and reflection, where students evaluate outcomes and propose improvements. The STEM integration combines scientific principles (analysis of network data flow), technological tools (professional simulation software), engineering practices (design of practical solutions), and mathematical procedures (subnet and VLSM calculations). The proposed practice offers a structured, replicable, and low-cost model for educators interested in authentic interdisciplinary approaches, while developing the essential skills required of today’s information technology professionals. This approach effectively bridges theory and practice, preparing students to successfully tackle current and future technological challenges in real-world settings.

Keywords: Educational Practice, Interdisciplinary Learning, Network Teaching, STEM.

# INTRODUCCIÓN

La enseñanza de redes en el ámbito de las tecnologías de la información enfrenta el desafío de formar profesionales capaces de adaptarse a un entorno laboral dinámico. Los métodos tradicionales, centrados en la memorización de protocolos y topologías, resultan insuficientes para desarrollar competencias clave como el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Este artículo propone el diseño de una práctica educativa con enfoque STEM dirigida a estudiantes de nivel superior, abordando la necesidad de integrar teoría y práctica de manera interdisciplinaria. El problema radica en la escasez de enfoques que combinen ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para preparar a los futuros profesionales ante retos complejos, como el diseño de redes seguras o la optimización de recursos. La integración STEM, apoyada en herramientas como Cisco Packet Tracer, facilita un aprendizaje significativo al conectar conceptos teóricos con aplicaciones prácticas, promoviendo habilidades transferibles como el análisis de datos y el trabajo colaborativo.

## 1.1 Conceptos teóricos

La actividad se centra en los conceptos básicos de redes informáticas necesarios para que los estudiantes diseñen, implementen y validen una red empresarial pequeña en entorno simulado. Se trabajaron de forma breve y funcional los siguientes contenidos: topologías físicas y lógicas (estrella, malla, híbrida, cliente-servidor), direccionamiento IPv4 con subneteo y máscaras de longitud variable (VLSM), nociones introductorias de IPv6, configuración básica de routers y switches (IP estática/dinámica, VLANs, enrutamiento estático y ACL simples), correspondencia entre los modelos OSI y TCP/IP, y protocolos fundamentales de capa de aplicación y red (HTTP/HTTPS, DNS, DHCP, FTP, ICMP e IP) como indican varios estudios [1], [2], [3], [4], [5].

Tabla 1. Conceptos básicos de redes informáticas.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tema | Conceptos clave trabajados | Capa(s) OSI / TCP-IP principal |
| Topologías físicas y lógicas | Bus, estrella, malla, híbrida, cliente-servidor, punto a punto | Física / Enlace |
| Direccionamiento IPv4 | Clases A/B/C, máscaras de red, subneteo y VLSM, direcciones privadas | Red |
| Introducción a IPv6 | Formato hexadecimal, direcciones globales unicast y link-local, sin NAT | Red |
| Configuración básica de equipos | IP estática y DHCP, VLANs, tablas de enrutamiento estático, ACL básicas | Enlace / Red |
| Modelos de referencia | Modelo OSI (7 capas) y TCP/IP (4 capas); correspondencia entre ambos | Todas |
| Protocolos principales | HTTP/HTTPS, DNS, FTP, DHCP, ICMP, IP | Aplicación / Red |

## 1.2 Herramienta de Simulación

Cisco Packet Tracer es un simulador (ver figura 1) de redes informáticas desarrollado por Cisco Networking Academy, diseñado para permitir a estudiantes, docentes y profesionales practicar y visualizar el comportamiento de redes complejas en un entorno virtual sin necesidad de hardware físico. Esta herramienta intuitiva soporta la simulación de dispositivos de red como routers, switches, firewalls; dispositivos finales como PCs, laptops, teléfonos de VoIP, servidores; y medios de conexión como fibra óptica, cobre e inalámbricos, facilitando la configuración de topologías, protocolos (como TCP/IP, VLANs y enrutamiento) y escenarios de troubleshooting en modos de simulación y tiempo real [6].

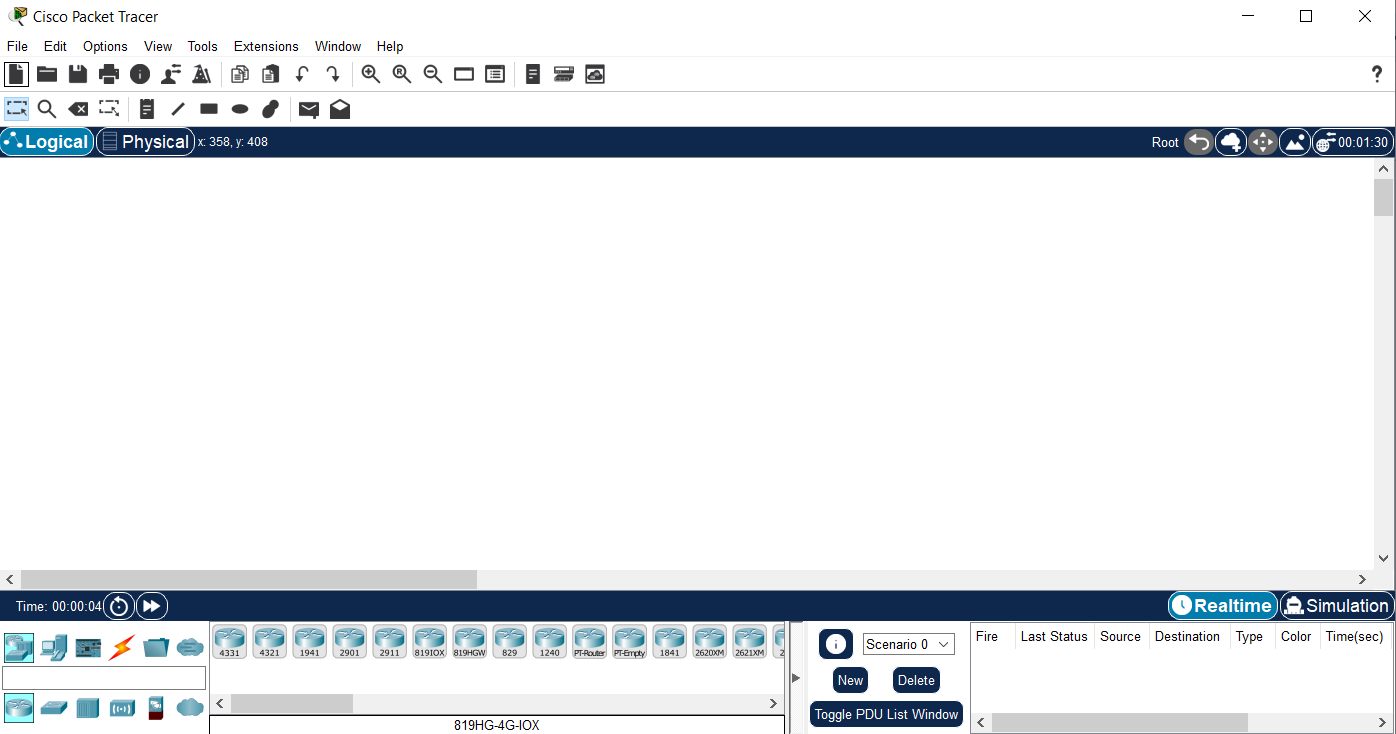


Figura 1. Cisco Packet Tracer.

## 1.3 Enfoque STEM

La propuesta se diseñó bajo un enfoque STEM integrador, entendiendo la integración como la movilización simultánea y significativa de las cuatro disciplinas en la resolución de un problema auténtico: el diseño y puesta en marcha de una red empresarial para un cliente ficticio [7], [8].

La integración disciplinar se concretó de la siguiente forma:

* Ciencia: los estudiantes analizan los principios científicos que sustentan la transmisión de datos (dominios de colisión y broadcast, encapsulado/desencapsulado, modulación de señales), aplicando el método científico al formular hipótesis y validarlas mediante simulación.
* Tecnología: emplean una herramienta profesional del sector (Cisco Packet Tracer) y adquirieren competencias digitales avanzadas transferibles al mundo laboral.
* Ingeniería: desarrollan un proyecto completo siguiendo el ciclo de ingeniería (recogida de requisitos, diseño, implementación, pruebas, documentación, mejoras), reproduciendo prácticas reales de los profesionales de redes.
* Matemáticas: realizan cálculos precisos de subneteo en binario y máscaras de longitud variable (VLSM).

# METODOLOGÍA

La metodología adoptada para el desarrollo de la actividad propuesta sigue un enfoque estructurado y secuencial, orientado a resolver el problema planteado para capacitar a los estudiantes en la comprensión, armado y configuración básica de una red mediante simulación virtual. El tipo de investigación es aplicada y experimental, ya que se basa en la simulación práctica de escenarios de red para validar conceptos teóricos, permitiendo la replicabilidad y el análisis de resultados en un entorno controlado sin riesgos físicos. Esta actividad pertenece a la línea de investigación en educación en tecnologías de la información, específicamente en el uso de herramientas de simulación para el aprendizaje de redes informáticas, alineada con enfoques pedagógicos como el aprendizaje basado en problemas (ABP) y la simulación inmersiva.

## 2.1 Fundamentación teórica

La fundamentación teórica de esta actividad educativa se basa en los contenidos del curso "Fundamentos de Redes" de Cisco, que abarca temas esenciales para el diseño y configuración de redes informáticas. Este curso (ver figura 2) proporciona una base sólida que integra los pilares de la arquitectura de redes, las configuraciones básicas de equipos y el subneteo de redes IPv4, con la finalidad de que los estudiantes puedan adquirir dichos conocimientos para poderlos aplicar durante la actividad.

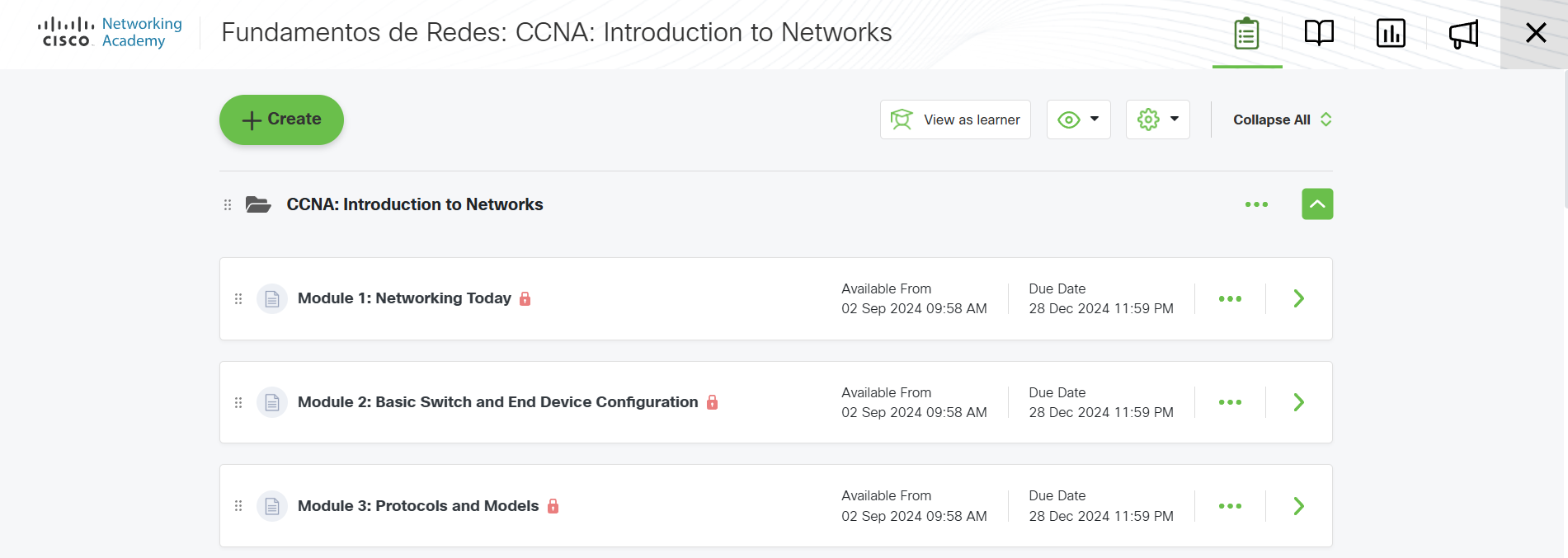


Figura 2. Curso CCNA: Fundamentos de Redes.

## 2.2 Diseño Experimental

La actividad requiere que los estudiantes dominen la subdivisión de redes, utilizando el curso "CCNA: Fundamentos de Redes" como guía véase figura 3. Este curso detalla un proceso sistemático para el cálculo de máscaras de subred, asignación de rangos de direcciones y optimización de recursos, integrando teoría y práctica.

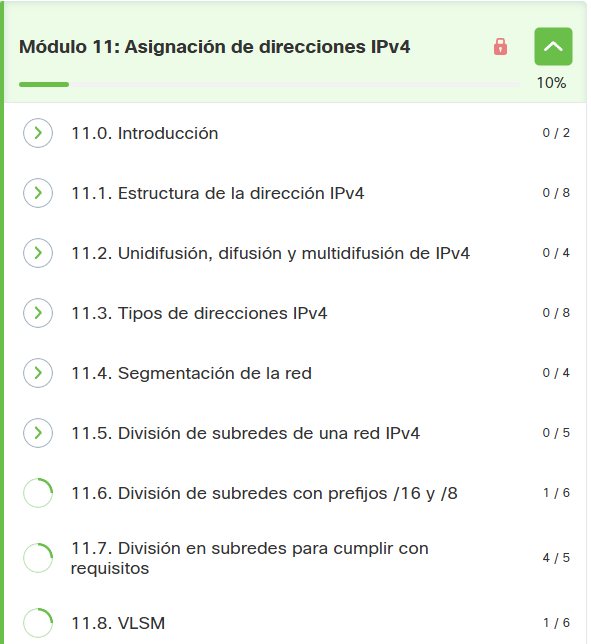


Figura 3. Contenido del Curso CCNA: Fundamentos de Redes, capítulo 11.

Como se ilustra en la figura 4, el simulador Cisco Packet Tracer integra todas las herramientas necesarias para aplicar los conocimientos teóricos en la resolución práctica del armado y configuración de redes, asegurando una experiencia educativa completa. Asimismo, la figura 5 muestra el espacio de trabajo del simulador, diseñado para facilitar la construcción de topologías, permitiendo a los estudiantes alternar entre los modos lógico y físico según sus necesidades, lo que optimiza la visualización de los resultados obtenidos. Para un armado correcto de la topología, es esencial identificar la sección de dispositivos y medios de conexión en Cisco Packet Tracer, como se detalla en la figura 6. Por último, las pruebas de conectividad se pueden evaluar de forma clara en la sección de PDUs, según se presenta en la figura 7, proporcionando una retroalimentación visual que refuerza el aprendizaje práctico.



Figura 4. Barra de herramientas del Simulador Packet Tracer.



Figura 5. Espacio de trabajo del Simulador Packet Tracer.

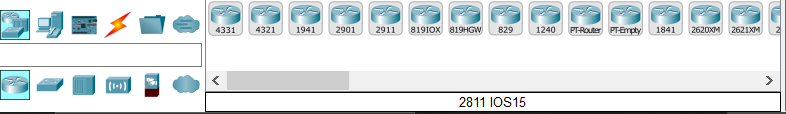
**

Figura 6. Sección de dispositivos y medios de conexión del simulador Packet Tracer.

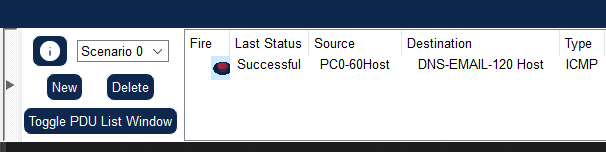


Figura 7. Listado de PDU para visualizar prueba de conectividad en el Simulador.

## 2.3 Análisis y reflexión

Un elemento clave de la propuesta fue el aprovechamiento intensivo del **modo simulación** de Cisco Packet Tracer (figura 8), que permitió a los estudiantes pasar de la configuración teórica a la validación práctica inmediata de sus decisiones de diseño.

Al activar este modo, los alumnos pudieron observar en tiempo real el recorrido de los paquetes, identificar cuellos de botella, detectar errores de enrutamiento o colisiones, y comprobar si las subredes calculadas con VLSM funcionaban correctamente. Esta visualización directa del comportamiento de los datos favoreció un aprendizaje profundamente activo y reflexivo: los estudiantes no solo “configuraban”, sino que analizaban las consecuencias de cada elección técnica, diagnosticaban problemas y proponían mejoras fundamentadas.

La dinámica en equipo cobró especial relevancia en esta fase: los grupos discutían colectivamente los resultados inesperados (por ejemplo, broadcast excesivo, rutas no óptimas o fallos de conectividad) y consensuaban soluciones, ajustando máscaras de subred, añadiendo rutas estáticas o reconfigurando VLANs. Este proceso reprodujo fielmente el ciclo profesional de diseño-implementación-prueba-optimización, integrando de manera natural las cuatro disciplinas STEM.

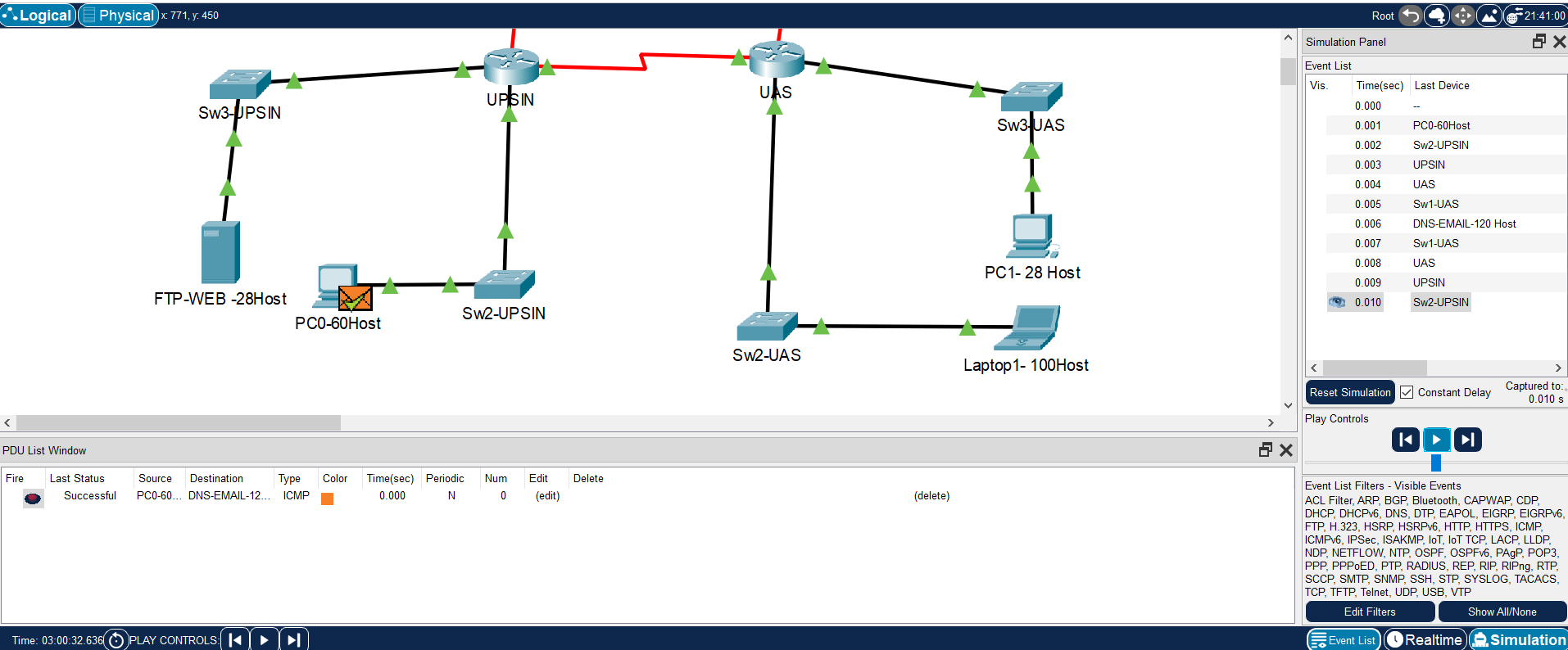


Figura 8. Modo de Simulación de Packet Tracer.

# RESULTADOS

La actividad se implementó con un grupo de 28 estudiantes del programa de Tecnologías de la Información de la Universidad Politécnica de Sinaloa. La figura 9 muestra las consignas entregadas a través de Google Classroom, mientras que la figura 10 ilustra la topología objetivo alcanzada por los equipos.

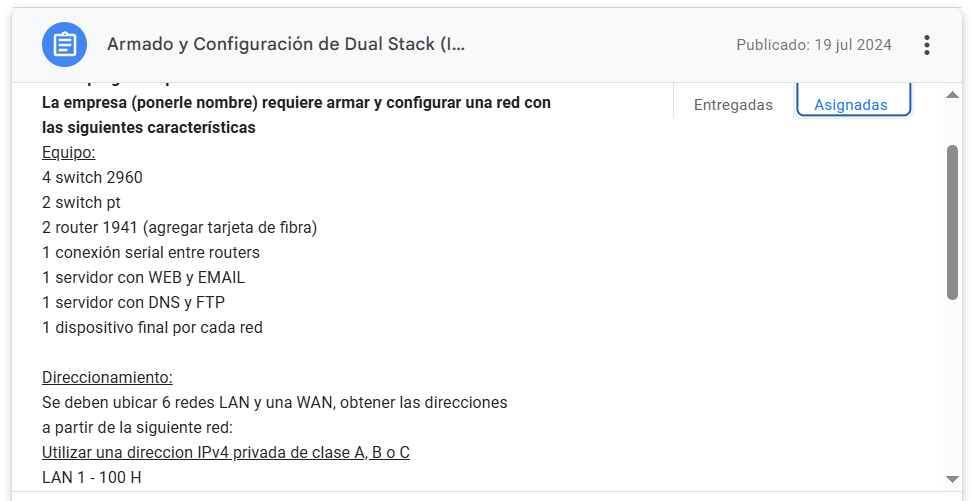


Figura 9. Tarea Asignada en Classroom.

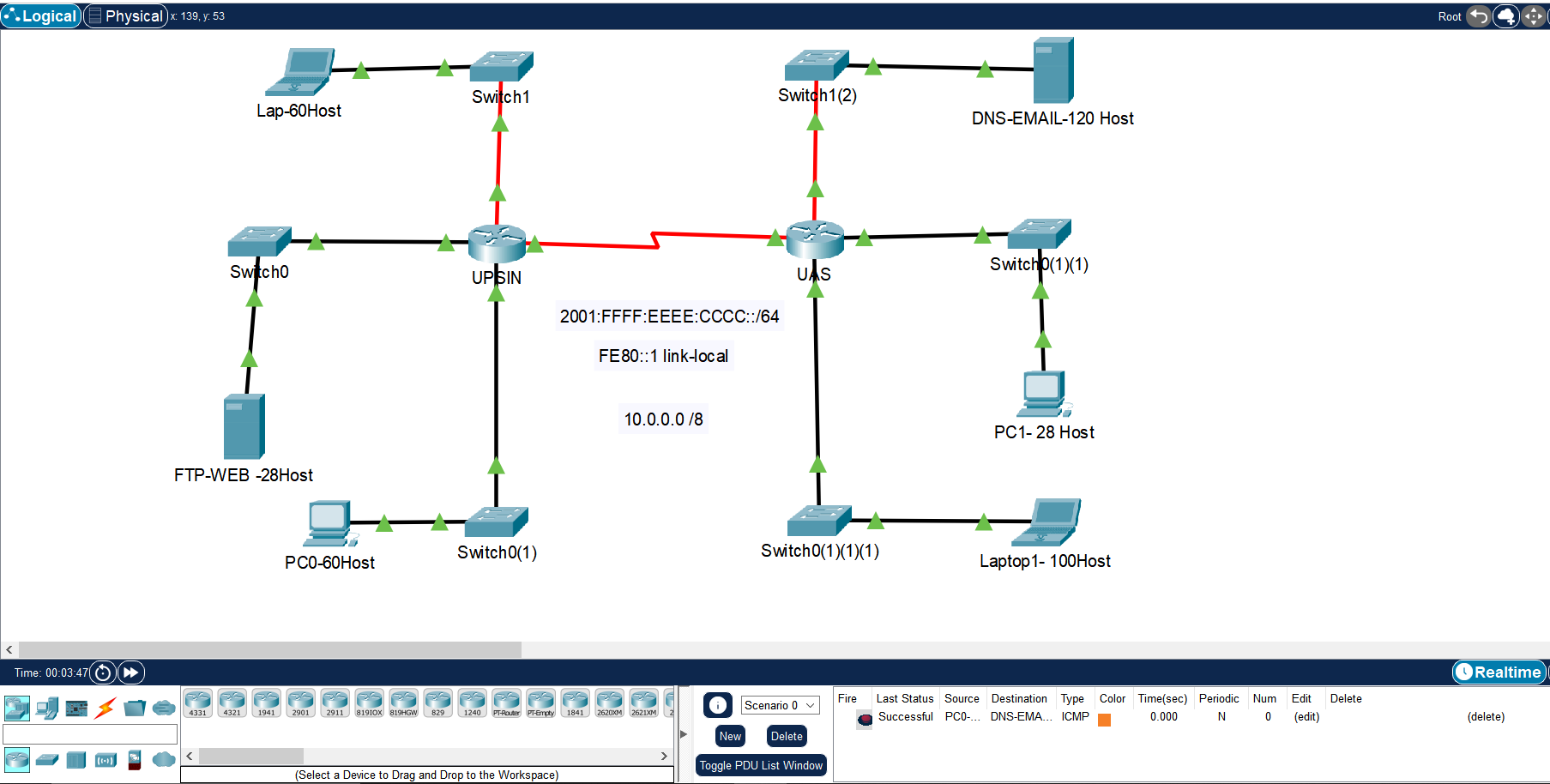


Figura 10. Topología lógica de la actividad.

## 3.1 Resultados de desempeño

En la tabla 2 se proporciona la calificación obtenida por cada estudiante del grupo, dando como resultado una mejora en su desempeño académico tal como se puede apreciar en la figura11.

Tabla 2. Resultado de desempeño por estudiante.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **#** | **Matricula** | **Promedio** |
| 1 | 2024030351 | 7 |
| 2 | 2024030420 | 7 |
| 3 | 2024030402 | 9.5 |
| 4 | 2024030465 | 9 |
| 5 | 2024030354 | 10 |
| 6 | 2024030388 | 9 |
| 7 | 2024030347 | 10 |
| 8 | 2024030437 | 8 |
| 9 | 2024030417 | 10 |
| 10 | 2024030390 | 7 |
| 11 | 2024030412 | 8 |
| 12 | 2024030394 | 8 |
| 13 | 2024030461 | 10 |
| 14 | 2024030341 | 0 |
| 15 | 2024030714 | 9 |
| 16 | 2024030395 | 8 |
| 17 | 2024030409 | 9 |
| 18 | 2024030410 | 10 |
| 19 | 2024030435 | 9.5 |
| 20 | 2024030389 | 9.5 |
| 21 | 2024030403 | 8 |
| 22 | 2024030643 | 10 |
| 23 | 2024030594 | 8 |
| 24 | 2024030438 | 9 |
| 25 | 2024030393 | 9 |
| 26 | 2024030362 | 10 |
| 27 | 2024030640 | 0 |
| 28 | 2024030682 | 8 |

* Promedio general del grupo: 8.34
* Mediana: 9.0
* Porcentaje de estudiantes ≥ 8: 82.1 %
* Porcentaje de estudiantes con 10: 25 %

Figura 11. Resultados de desempeño.

## 3.2 Análisis interpretativo desde el enfoque STEM

Más allá de las calificaciones numéricas, el desempeño observado refleja un desarrollo significativo de competencias STEM:

* Los estudiantes que obtuvieron **10 y 9.5** (32 % del grupo) demostraron dominio completo del ciclo de ingeniería de redes: diseñaron topologías óptimas, calcularon subredes con VLSM sin errores, configuraron correctamente DHCPv4 y DHCPv6 (estado/sin estado), e implementaron servicios avanzados (WEB, EMAIL, DNS, FTP y SSH). Este nivel de excelencia solo fue posible gracias a la movilización simultánea de razonamiento matemático preciso, comprensión científica del flujo de paquetes y criterios de ingeniería profesional.
* El **82 % de aprobados con nota ≥ 8** indica que la gran mayoría logró integrar de forma funcional las cuatro disciplinas STEM, incluso cuando presentaron pequeños errores subsanables en la fase de simulación (por ejemplo, rutas estáticas mal configuradas o máscaras incorrectas que fueron corregidas tras el análisis del modo simulación).
* Los dos casos de **0** correspondieron a estudiantes que no entregaron la actividad fuera de plazo o incompleta, lo que resalta la importancia de la responsabilidad y la gestión del tiempo (competencias transversales también promovidas por el enfoque STEM por proyectos).

# CONCLUSIONES

A través de una metodología estructurada y secuencial, basada en el aprendizaje por proyectos y el uso de herramientas como Cisco Packet Tracer, la actividad logra integrar de manera armónica los principios de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Este enfoque fomenta un aprendizaje significativo al conectar los fundamentos teóricos de redes, como protocolos y topologías, con su aplicación práctica en entornos simulados, promoviendo competencias clave como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo. Los resultados, materializados en una guía de instrucciones y una topología lógica implementada en el simulador, demuestran la viabilidad y replicabilidad de la propuesta, ofreciendo a los educadores un modelo robusto para la enseñanza interdisciplinaria. Esta práctica no solo enriquece la formación de los estudiantes al prepararlos para desafíos tecnológicos complejos, como el diseño de redes seguras y la optimización de recursos, sino que también alinea la educación en tecnologías de la información con las demandas de un panorama digital en constante evolución, consolidando habilidades transferibles esenciales para el éxito profesional. A pesar de los resultados positivos alcanzados, la experiencia presenta algunas limitaciones que deben señalarse. La implementación se realizó con una muestra reducida de 28 estudiantes pertenecientes a un único programa educativo, lo que limita la generalización de los hallazgos a otros contextos institucionales o niveles socioeconómicos. Asimismo, aunque Cisco Packet Tracer es una herramienta gratuita para fines educativos, su uso requiere conexión estable a Internet para la descarga inicial y el registro en Cisco Networking Academy, aspectos que pueden constituir barreras en entornos rurales o con infraestructura tecnológica restringida. Finalmente, la simulación, por realista que sea, no reproduce variables físicas del mundo real (latencias, interferencias o fallos de hardware), por lo que esta actividad debe complementarse con prácticas en laboratorio físico para una formación integral.

referencias

[1] Cisco Systems, “Topologías de red: conceptos básicos,” Cisco Networking Academy. [En línea]. Disponible: https://www.netacad.com/courses/networking-basics/network-topologies

[2] Cisco Systems, “Subnetting de direcciones IP: ejemplos y práctica,” Cisco Support and Documentation. [En línea]. Disponible: https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/routing-information-protocol-rip/13788-3.html

[3] E. Aguirre Hernández et al., “Comparación de los modelos OSI y TCP/IP,” Boletín Electrónico de Investigación de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, no. 10, 2010. [En línea]. Disponible: https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/huejutla/n10/r1.html

[4] Cisco Systems, “Protocolos de capa de aplicación (HTTP, HTTPS, FTP, DNS, etc.),” Cisco Networking Academy. [En línea]. Disponible: https://www.netacad.com/courses/networking/application-layer-protocols

[5] Cisco Systems, “Internet Control Message Protocol (ICMP),” Cisco Support and Documentation. [En línea]. Disponible: https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/internet-control-message-protocol-icmp/14168-icmp.html

[6] Cisco Networking Academy, “Introducción a Cisco Packet Tracer,” Skills for All. [En línea]. Disponible: https://skillsforall.com/resources/packet-tracer

[7] R. W. Bybee, The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. Arlington, VA, USA: NSTA Press, 2013.

[8] A. S. Tanenbaum y D. J. Wetherall, Redes de Computadoras, 5.ª ed. Ciudad de México, México: Pearson Educación, 2012, pp. 15-45, 350-365.