

Implementación de Comunicación entre Redes en el Aula: Una Práctica con Router y Switch para Tres Segmentos de Red

¹Dr. Marco Antonio Celis Crisostomo, ²Dr. Francisco Miguel Hernandez López,
³Dr. Juan Pablo Mojica Sanchez, ⁴Dr. Gabino González Carrillo

RESUMEN

El presente artículo describe el diseño, implementación y evaluación de una práctica de laboratorio orientada a la enseñanza de la interconexión de tres redes IP de diferentes clases (A, B y C) en la asignatura de Manejo de Redes, impartida a estudiantes de sexto semestre del bachillerato. La práctica fue desarrollada en el simulador Cisco Packet Tracer por dos grupos de estudiantes (n=54), utilizando un router Cisco 2911 con tres interfaces GigabitEthernet conectadas a tres switches Catalyst 2960, cada uno gestionando un segmento de red con cinco equipos. La configuración incluyó enrutamiento estático, asignación de direcciones IP por clase de red y configuración de velocidad y modo dúplex en los switches. Al término de la práctica, se aplicó una encuesta de opción múltiple con 19 preguntas para evaluar la comprensión técnica, la satisfacción con la actividad y la percepción del rol docente. Los resultados evidenciaron que el 76% de los estudiantes comprendió el funcionamiento básico del comando show ip route, el 72% entendió la función del gateway por red y el 83.3% recomendaría la práctica. Sin embargo, solo el 58.3% logró verificar

conectividad completa mediante ping de forma autónoma, lo que señala áreas de mejora en el diseño instruccional.

Índice de Términos - Enrutamiento estático, interconexión de redes IP, Cisco Packet Tracer, Cisco 2911, Cisco Catalyst 2960, modo dúplex, bachillerato tecnológico, informática.

Abstract

This article describes the design, implementation, and evaluation of a laboratory practice aimed at teaching the interconnection of three IP networks of different classes (A, B, and C) within the subject Network Management, taught to sixth-semester high school students. The practice was developed using the Cisco Packet Tracer simulator by two groups of students (n=54), employing a Cisco 2911 router with three GigabitEthernet interfaces connected to three Catalyst 2960 switches, each managing a network segment with five devices. The configuration included static routing, IP address assignment based on network classes, and speed and duplex mode configuration on the switches. At the end of

¹Ingeniería En Innovación Agrícola Sustentable / Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Tamazula / marco.celis@tamazula.tecmm.edu.mx.

²Ingeniería En Electromecánica / Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Tamazula / francisco.hernandez@tamazula.tecmm.edu.mx.

³Ingeniería En Innovación Agrícola Sustentable / Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Tamazula / juan.mojica@tamazula.tecmm.edu.mx.

⁴Ingeniería En Innovación Agrícola Sustentable / Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Tamazula / gabino.gonzalez@tamazula.tecmm.edu.mx.

the practice, a 19-item multiple-choice survey was administered to evaluate technical understanding, satisfaction with the activity, and perception of the instructor's role. The results showed that 76% of the students understood the basic functionality of the show ip route command, 72% understood the role of the gateway in each network, and 83.3% would recommend the practice. However, only 58.3% were able to

independently verify full connectivity using ping, indicating areas for improvement in the instructional design.

Keywords — Static routing, IP network interconnection, Cisco Packet Tracer, Cisco 2911, Cisco Catalyst 2960, duplex mode, engineering education.

direccionamiento disponibles, dotando de concreción a un concepto que en los libros de texto suele resultar abstracto y difícil de visualizar [8].

I. INTRODUCCIÓN

En el bachillerato tecnológico, la asignatura de Manejo de Redes del área de Informática constituye uno de los espacios curriculares donde los estudiantes de sexto semestre dan sus primeros pasos en la comprensión y configuración de infraestructuras de red. A diferencia del nivel universitario, los alumnos de este nivel presentan un bagaje técnico en construcción, por lo que las estrategias didácticas deben privilegiar la experiencia directa y el descubrimiento guiado por encima de la exposición teórica abstracta [1].

Las prácticas de laboratorio con simuladores de red ofrecen una alternativa accesible y motivadora para que los jóvenes de bachillerato interactúen con tecnología profesional sin requerir equipamiento físico costoso. Herramientas como Cisco Packet Tracer permiten recrear topologías reales en las computadoras del aula, eliminando barreras económicas y logísticas que de otro modo impedirían este tipo de experiencias [15]. En este contexto, se diseñó e implementó una práctica orientada a la configuración de tres redes IP de distintas clases interconectadas mediante enrutamiento estático en un router Cisco 2911, complementada con la configuración de parámetros de velocidad y modo dúplex en tres switches Cisco Catalyst 2960.

Uno de los aspectos diferenciadores de esta práctica fue el uso deliberado de redes pertenecientes a las tres clases de direccionamiento IPv4 clásico: una red Clase B (130.16.0.0/16), una red Clase C (192.168.1.0/24) y una red Clase A (16.0.0.0/8). Esta decisión didáctica permitió a los estudiantes de bachillerato contrastar empíricamente las diferencias en las máscaras de subred y los rangos de

El presente artículo tiene como objetivo documentar la experiencia pedagógica, describir la metodología de implementación de la práctica y analizar los resultados de una encuesta de satisfacción y comprensión aplicada al concluir la actividad. Se espera que los hallazgos aporten evidencia sobre la viabilidad y efectividad de las prácticas de simulación de redes en el nivel medio superior tecnológico en México, contribuyendo al corpus de buenas prácticas docentes en el área de Informática [16].

II. REVISIÓN DE LITERATURA

El aprendizaje experiencial propuesto por Kolb [2] plantea que el conocimiento se construye a través de la transformación de la experiencia. En el nivel bachillerato, este enfoque cobra especial relevancia porque los estudiantes se encuentran en una etapa de desarrollo cognitivo en la que la manipulación directa de objetos, sistemas y herramientas facilita la internalización de conceptos abstractos. Las prácticas de laboratorio en redes de computadoras reproducen fielmente el ciclo propuesto por Kolb: el alumno experimenta concretamente al conectar dispositivos y ejecutar comandos, observa los resultados, reflexiona sobre los errores y generaliza hacia conceptos como el enrutamiento o el dúplex.

Vygotsky [17] aportó el concepto de zona de desarrollo próximo, que describe la distancia entre lo que un estudiante puede hacer de forma autónoma y lo que puede lograr con la guía de un par o de un docente más experto. Las prácticas de laboratorio en grupos pequeños, con acompañamiento docente activo, son un escenario ideal para operar dentro de esta zona, tal como se evidencia en los resultados de

esta investigación, donde el 29.2% de los estudiantes logró verificar conectividad completa con ayuda del docente.

Stallings [3] subraya que la comprensión del enrutamiento IP requiere no solo el conocimiento de los algoritmos, sino la capacidad de interpretar tablas de enrutamiento y diagnosticar problemas de conectividad, habilidades que se desarrollan de manera más efectiva a través de la práctica activa. En estudiantes de bachillerato, este argumento se refuerza por el hecho de que muchos de ellos tienen su primer contacto formal con la CLI de Cisco IOS durante la asignatura de Manejo de Redes, lo que hace imprescindible el uso de simuladores [9].

Prensky [18] acuñó el término nativos digitales para describir a las generaciones que crecieron inmersas en tecnología digital. Los estudiantes de bachillerato actuales pertenecen plenamente a esta categoría y presentan una predisposición natural hacia el aprendizaje mediado por tecnología. Sin embargo, esta familiaridad con dispositivos de consumo no se traduce automáticamente en competencias técnicas de redes; de ahí la importancia de prácticas estructuradas que canalicen esta motivación intrínseca hacia objetivos de aprendizaje concretos [11].

Frezzo, Behrens y Mislevy [4] demostraron que el uso de Packet Tracer como complemento a la instrucción teórica mejora significativamente la capacidad de resolución de problemas de configuración de red. En el contexto del bachillerato tecnológico mexicano, esta herramienta es especialmente valiosa dado que la SEP ha promovido su integración en los planes de estudio del área de Informática como parte de la modernización curricular [16].

La configuración de modo dúplex y velocidad en switches, aunque frecuentemente omitida en cursos introductorios, tiene implicaciones prácticas directas. Según Cisco Systems [5], la incompatibilidad de modos dúplex entre dispositivos es una causa recurrente de degradación del rendimiento en redes Ethernet. Incluir este tema en una práctica de bachillerato introduce a los estudiantes en problemas reales de administración de

red que encontrarán en su vida profesional o en estudios superiores. Keller [12] señala que la relevancia percibida del contenido es uno de los factores clave para la motivación del aprendizaje, lo que justifica el diseño de prácticas con aplicabilidad profesional directa

III. METODOLOGÍA

A. Contexto y participación

La práctica fue implementada en la asignatura Manejo de Redes del bachillerato técnico. Los participantes fueron estudiantes de sexto semestre: el primer grupo contó con 30 alumnos y el segundo con 24, sumando un total de 54 participantes. Todos contaban con conocimientos previos sobre el modelo OSI, direccionamiento IPv4 y fundamentos de switching, adquiridos en semestres anteriores del área de Informática [16].

La práctica se desarrolló en el laboratorio de cómputo de la institución, utilizando Cisco Packet Tracer versión 8.2 [15]. Los estudiantes trabajaron en equipos de dos a tres personas por computadora, favoreciendo el aprendizaje colaborativo y la discusión entre pares durante el proceso de configuración, de acuerdo con los principios del aprendizaje cooperativo en el aula [14].

B. Diseño de la topología de red

La topología implementada se diseñó para interconectar tres segmentos de red mediante un esquema jerárquico básico. Se utilizó un router Cisco 2811 como dispositivo central y tres switches Cisco Catalyst 2960, cada uno gestionando una red local independiente con cinco hosts. Esta arquitectura permite segmentar el tráfico y administrar direcciones IP en subredes diferenciadas, replicando escenarios que los alumnos de bachillerato podrán encontrar tanto en el mundo laboral como en estudios superiores.

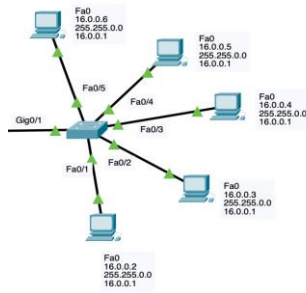


Fig. 1. Segmento de red clase A

Fuente: Elaboración propia

La Red A está conformada por un switch Cisco Catalyst 2960 al cual se conectan cinco equipos de cómputo. Cada host fue configurado manualmente con una dirección IP dentro del rango 16.0.0.2 a 16.254.254.254, utilizando la máscara de subred 255.0.0.0. Los dispositivos se comunican localmente a través del switch, mientras que la salida hacia otras redes se realiza mediante la interfaz Gigabit Ethernet del router, configurada como gateway predeterminado.

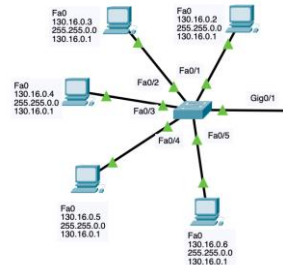


Fig. 2. Segmento de la red clase B

Fuente: Elaboración propia

La Red B sigue la misma estructura que la red anterior, empleando un switch Cisco Catalyst 2960 para la interconexión de los hosts. Las direcciones IP asignadas pertenecen al bloque 130.16.0.2 a 130.16.254.254, manteniendo la misma máscara de subred 255.255.0.0. Cada equipo utiliza como puerta de enlace la interfaz correspondiente del router, lo que permite la comunicación con otros segmentos de red.

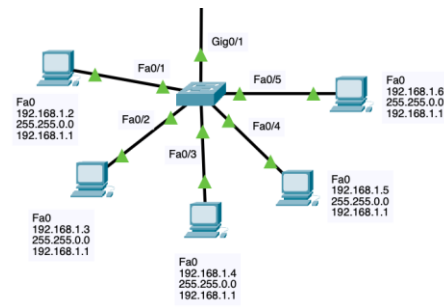


Fig. 3. Segmento de la red clase C

Fuente: Elaboración propia

En la Red C, los dispositivos finales se conectan a través de un tercer switch Cisco Catalyst 2960. Las direcciones IP se encuentran dentro del rango 192.168.1.2 a 192.168.1.254, con máscara 255.255.255.0. La comunicación interna se realiza a nivel de switch, mientras que el acceso a otras redes se logra mediante el gateway configurado en cada host, correspondiente a la interfaz del router.

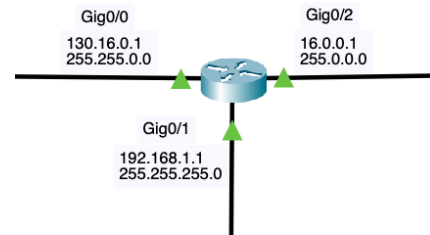


Fig. 4. Conexión del Router a las Redes

Fuente: Elaboración propia

El router Cisco 2811 funciona como el núcleo de la topología, enlazando los tres segmentos de red. La diversidad de clases ofrece a los alumnos la posibilidad de observar concretamente las diferencias en la capacidad de direccionamiento de cada clase [8].

C. Configuración del router Cisco 2911.

La configuración del router se realizó íntegramente mediante la interfaz de línea de comandos (CLI) de Cisco IOS, accedida a través de la terminal de consola en Packet Tracer. El proceso incluyó la asignación de nombre al dispositivo, la configuración de las tres interfaces GigabitEthernet con sus respectivas direcciones IP y máscaras, la habilitación de cada interfaz con el comando no shutdown, y la configuración de rutas estáticas para cada segmento de red. La Tabla I presenta los comandos principales utilizados en la configuración del router.

TABLA 1. Comandos IOS para la Configuración del Router Cisco 2911.

Fuente: Elaboración propia

Comando IOS	Descripción
Router> enable	Accede al modo EXEC privilegiado
Router# configure terminal	Entra al modo de configuración global
Router(config)# hostname R1	Asigna nombre al router
R1(config)# interface gigabitEthernet 0/0	Selecciona la interfaz Gig0/0
R1(config-if)# ip address 130.16.0.1 255.255.0.0	Asigna IP y máscara (Clase B)
R1(config-if)# no shutdown	Activa la interfaz
R1(config-if)# interface gigabitEthernet 0/1	Selecciona la interfaz Gig0/1
R1(config-if)# ip address 192.168.1.1 255.255.255.0	Asigna IP y máscara (Clase C)
R1(config-if)# no shutdown	Activa la interfaz
R1(config-if)# interface gigabitEthernet 0/2	Selecciona la interfaz Gig0/2
R1(config-if)# ip address 16.0.0.1 255.0.0.0	Asigna IP y máscara (Clase A)
R1(config-if)# no shutdown R1(config-if)# exit	Activa la interfaz
R1(config)# ip route 130.16.0.0 255.255.0.0 GigabitEthernet0/0	Ruta estática Red A
R1(config)# ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 GigabitEthernet0/1	Ruta estática Red B
R1(config)# ip route 16.0.0.0 255.0.0.0 GigabitEthernet0/2	Ruta estática Red C
R1# show ip route	Verifica tabla de enrutamiento
R1# show ip interface brief	Verifica estado de interfaces

La verificación se realizó con show ip route, que muestra las tres redes directamente conectadas, y show ip interface brief, que presenta el estado operativo de cada interfaz. Los estudiantes debían identificar que las tres interfaces se encontraban en estado up/up y que las rutas estáticas aparecían correctamente registradas [5].

D. Configuración de los switches Cisco Catalyst 2960

La configuración diferenciada de los tres switches en velocidad y modo dúplex representa uno de los elementos pedagógicos más destacados de la

práctica. El SW1 fue configurado con 100 Mbps y full duplex, representando la configuración óptima de Ethernet moderno que permite transmisión y recepción simultáneas sin colisiones. El SW2 operó con 10 Mbps y half duplex, correspondiente a las primeras redes Ethernet donde el canal se comparte para transmisión y recepción. El SW3 recibió configuración mixta: tres puertos con 100 Mbps/full duplex y dos con 10 Mbps/half duplex. La Tabla II describe esta configuración.

TABLA 2. Configuración de Velocidad y Modo Dúplex por Switch Fuente: Elaboración propia

Switch	Red	Vel.	Modo
SW1	130.16.1.0 Seg A	100 Mbps	Full Duplex
SW2	192.168.1.0 Seg B	10 Mbps	Half Duplex
SW3	16.0.0.0 Seg C	10 Mbps 100 Mbps	Full Duplex Half Duplex

Los comandos IOS aplicados en los switches se presentan en la Tabla III. La configuración del SW2 y SW3 sigue la misma estructura que la del SW1, modificando únicamente el nombre del dispositivo (hostname) y los parámetros de velocidad y dúplex según corresponda a cada segmento de red.

TABLA 3. Comandos IOS para configuración de switches Catalyst 2960.

Fuente: Elaboración propia.

Comando IOS	Descripción
Switch> enable	Accede al modo EXEC privilegiado
Switch# configure terminal	Entra al modo de configuración global
Switch(config)# hostname SW1	Asigna nombre al switch
SW1(config)# interface range fastEthernet 0/1 - 0/24	Selecciona un rango de interfaces para configurarlas simultáneamente.
SW1(config-if)# duplex full	Configura comunicación full duplex (SW1)
SW1(config-if)# speed 100	Establece velocidad de 100 Mbps (SW1)
SW1(config-if)# no shutdown	Activa las interfaces seleccionadas
SW1(config-if)# exit	Salida del modo de configuración de interfaces
SW1(config)# copy running-config startup-config	Guarda la configuración actual de la RAM en NVRAM

E. Verificación de conectividad

La fase final consistió en verificar la conectividad entre hosts de diferentes redes mediante el comando ping. Los estudiantes ejecutaron pruebas desde una PC de la Seg A hacia la Seg B, de la Seg B hacia la Seg C, y de la Seg A hacia la Seg C, comprobando la comunicación completa entre los tres segmentos. Una prueba exitosa requería que el router tuviera correctamente configuradas las tres interfaces y las rutas estáticas correspondientes [3].

F. Instrumento de evaluación

Al concluir la práctica, se aplicó una encuesta de opción múltiple con 19 preguntas organizados en cuatro dimensiones: comprensión de conceptos técnicos (6 p), satisfacción con la práctica (6 p), desempeño y dificultad percibida (4 p) y rol del docente (3 p). Cada pregunta presentó cuatro opciones (a, b, c, d) con niveles de comprensión o satisfacción progresivos. La encuesta fue aplicada de forma anónima al término de la sesión, con una tasa de respuesta del 92.6%. Este tipo de instrumento es idóneo para evaluar simultáneamente el saber y el saber hacer en contextos de educación media superior técnica [7].

IV. RESULTADOS

A. Resultados de la encuesta

La Tabla IV presenta los resultados consolidados de las 19 preguntas, indicando la opción de mayor frecuencia para cada pregunta.

Tabla 4. Resultados Consolidados de la Encuesta de Satisfacción y Comprensión.

Fuentes: Elaboración propia

Pregunta	Opción más frecuente
Dimensión 1: Comprensión de Conceptos Técnicos	
P1. Conocimiento previo sobre enrutamiento	b) Tenía conocimiento básico teórico — 56%
P2. Comprensión del router post-práctica	b) Lo entiendo de forma básica — 68%
P3. Comprensión del gateway por red	c) Lo comprendí con ayuda del docente — 36%
P4. Claridad de máscara de subred	c) Entiendo su función y cómo asignarla — 52%

Pregunta	Opción más frecuente
P5. Comprensión del show ip route	c) Entiendo la tabla de enrutamiento básica — 72%
P6. Diferencia intra/inter red	c) Lo entendí con ejemplos de la práctica — 52%
Dimensión 2: Satisfacción con la Práctica	
P7. Claridad de la guía de práctica	d) Muy claras y fáciles de seguir — 40%
P8. Suficiencia del tiempo asignado	b) Fue justo, terminé con dificultad — 47.8%
P9. Experiencia con el simulador	b) Fue difícil pero aprendí algo — 37.5%
P10. Cumplimiento de expectativas	c) Cumplió la mayoría de mis expectativas — 45.8%
P11. Recomendación a futuros alumnos	d) La recomendaría ampliamente — 54.2%
P12. Organización general de la práctica	c) Bien organizada — 56%
Dimensión 3: Desempeño y Dificultad Percibida	
P13. Fase más difícil de la práctica	b/d) Empate: CLI y verificación Ping — 28% c/u
P14. Intentos para configurar el router	c) Dos veces — 36%
P15. Resolución de errores de configuración	b) Consulté la guía de práctica — 48%
P16. Conectividad ping exitosa al finalizar	b) Logré conectividad solo entre dos redes — 37.5%
Dimensión 4: Rol del Docente	
P17. Explicación inicial del docente	c/d) Empate: Buena y Excelente — 41.7% c/u
P18. Atención del docente ante dudas	c) Me atendió oportunamente — 50%

Pregunta	Opción más frecuente
P19. Fomento al razonamiento propio	d) Siempre fomentó el razonamiento propio — 45.8%

B. Dimensión 1: Comprensión de conceptos técnicos

Los resultados de esta dimensión revelan un panorama heterogéneo, coherente con el perfil de estudiantes de bachillerato que se acercan por primera vez a la configuración de dispositivos de red. En cuanto al conocimiento previo (P1), el 56% reportó tener únicamente conocimiento básico teórico sobre enrutamiento antes de la práctica, lo que confirma que la actividad se desarrolló en el nivel de conocimiento esperado para el sexto semestre. Tras la práctica, el 68% indicó comprender la función del router de forma básica (P2), pero solo el 8% afirmó poder configurarlo de manera autónoma sin guía, resultado esperable en este nivel educativo donde el dominio autónomo de la CLI de Cisco IOS es una meta de largo plazo [9].

El 60% de los estudiantes alcanzó comprensión funcional del concepto de gateway por red (P3, opciones c y d combinadas), y el 52% entendió la función y aplicación de la máscara de subred (P4). El comando show ip route (P5) fue comprendido a nivel básico por el 72%, el porcentaje más alto de la dimensión, lo que sugiere que la verificación visual de la tabla de enrutamiento es uno de los aprendizajes mejor consolidados por la práctica. Finalmente, el 52% diferenció la comunicación intra-red de la inter-red con ejemplos de la propia actividad (P6).

C. Dimensión 2: Satisfacción con la práctica

La dimensión de satisfacción mostró resultados predominantemente positivos, congruentes con lo reportado en investigaciones sobre motivación en bachillerato tecnológico [12]. El 76% calificó la guía de práctica como clara o muy clara (P7), lo que indica una adecuada elaboración del material instruccional para este nivel. En cuanto al tiempo disponible (P8), el 47.8% indicó que fue justo pero terminó con dificultad, señal de que la práctica requiere una extensión moderada del tiempo de sesión o una simplificación de alguna fase para adaptarse mejor al ritmo de trabajo de los alumnos de bachillerato.

La experiencia con Packet Tracer fue valorada positivamente: el 37.5% la encontró difícil pero gratificante (P9) y el 75% consideró que la práctica cumplió o superó sus expectativas (P10, opciones c y d). El dato más destacado de esta dimensión fue que el 83.4% recomendaría la práctica (P11, opciones c y d), indicador robusto de satisfacción y valor percibido entre estudiantes de nivel medio superior. La organización general fue evaluada positivamente por el 80% (P12).

D. Dimensión 3: Desempeño y dificultad percibida

Las fases más desafiantes fueron la configuración de interfaces del router en CLI y la verificación de conectividad mediante ping, ambas con un 28% de menciones como la fase más difícil (P13). Para estudiantes de bachillerato que se enfrentan por primera vez a la CLI de IOS, este resultado es comprensible; la sintaxis de los comandos y la lógica de la consola difieren radicalmente de los entornos gráficos a los que están acostumbrados como nativos digitales [18].

El 68% completó la configuración del router en un máximo de dos intentos (P14, opciones c y d combinadas), lo que indica una comprensión del procedimiento superior a lo esperado. Al encontrar errores, el 48% recurrió a la guía de práctica como primera fuente de consulta (P15), evidenciando el valor del material instruccional escrito como andamio cognitivo para alumnos de este nivel [17].

Solo el 29.2% logró verificar conectividad completa de forma autónoma (P16, opción d), mientras que el 29.2% la completó con ayuda del docente y otro 29.2% logró conectividad solo entre dos de las tres redes. Este resultado indica que la verificación inter-red completa es el punto de mayor complejidad, requiriendo apoyo instruccional adicional específicamente diseñado para el nivel bachillerato.

E. Dimensión 4: Rol del docente

El rol docente fue evaluado muy favorablemente por los estudiantes. El 83.4% calificó la explicación inicial como buena o excelente (P17, opciones c y d con 41.7% cada una), y el 91.7% calificó la atención durante la práctica como oportuna o inmediata y clara (P18). El 70.8% percibió que el docente

siempre o casi siempre promovió que resolvieran los problemas por sí mismos antes de dar la solución (P19), lo que refleja una estrategia de andamiaje compatible con el enfoque vygotskiano implementado en la práctica [17].

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten caracterizar la práctica como una actividad pedagógicamente efectiva para el nivel bachillerato, con áreas de oportunidad claramente identificadas. El alto nivel de satisfacción general (83.4% recomendaría la práctica) y la valoración muy positiva del rol docente confirman que la actividad fue bien recibida por estudiantes de sexto semestre del área de Informática, cuya motivación intrínseca hacia la tecnología facilita el entendimiento con prácticas de este tipo [11][18].

El uso deliberado de tres clases de red diferentes (A, B y C) resultó ser un elemento didáctico de alto valor para estudiantes de bachillerato. Al confrontar empíricamente las diferencias entre una red con 254 hosts disponibles (Clase C), una con más de 65,000 (Clase B) y una con más de 16 millones (Clase A), los alumnos construyeron una comprensión concreta del esquema de clases que difícilmente habría emergido de una exposición puramente teórica [8][13].

La configuración diferenciada de velocidad y modo dúplex en los switches representó una innovación pedagógica que acercó a los alumnos de bachillerato a problemas reales de administración de redes. La relevancia práctica de este contenido opera como factor motivacional según el modelo ARCS de Keller [12], al hacer evidente para el estudiante la aplicabilidad de lo aprendido en su futura vida profesional o en estudios superiores de TIC.

La baja tasa de verificación autónoma de conectividad completa mediante ping (29.2%) es el hallazgo que más claramente señala una brecha instruccional. Para estudiantes de bachillerato, la relación entre la tabla de enrutamiento y la conectividad inter-red es una abstracción de segundo orden que requiere ser scaffolded de manera más explícita [17]. Se recomienda incorporar en la guía de práctica un diagrama de flujo de decisión que

oriente al alumno en la interpretación de la salida del `show ip route` y su relación con el éxito o fracaso del ping, reduciendo así la dependencia de la intervención docente y favoreciendo la autonomía del aprendizaje [14].

La percepción de tiempo insuficiente (47.8%, P8) es consistente con la mayor lentitud natural de los alumnos de bachillerato en el manejo de la CLI respecto a estudiantes universitarios. Se recomienda estructurar la práctica en dos sesiones: la primera para la configuración del router y verificación básica, y la segunda para los switches y la prueba integral de conectividad. Esta división reduciría la carga cognitiva en cada sesión, principio central del diseño instruccional efectivo en educación media superior técnica [16].

VI. CONCLUSIÓN

Este artículo ha documentado la implementación y evaluación de una práctica de laboratorio sobre enrutamiento estático entre tres redes IP de distintas clases (A, B y C) en Cisco Packet Tracer, con estudiantes de sexto semestre del bachillerato tecnológico en el área de Informática. Los principales hallazgos son:

La práctica demostró ser efectiva para el nivel medio superior: el 72% de los alumnos comprendió el concepto de gateway por red y el 76% comprendió el funcionamiento del comando `show ip route`, resultados notables considerando que la mayoría tenía solo conocimiento básico teórico previo. La configuración diferenciada de los tres switches Catalyst 2960 en velocidad y modo dúplex aportó un valor pedagógico distintivo al exponer a los estudiantes de bachillerato a escenarios realistas de administración de red. La verificación de conectividad completa mediante ping fue el punto de mayor complejidad, con solo el 29.2% logrando hacerlo de forma autónoma, lo que identifica la prioridad de mejora instruccional.

El rol docente fue evaluado muy favorablemente (91.7% satisfecho con la atención recibida) y el 83.4% de los participantes recomendaría la práctica a alumnos de semestres futuros. Estos indicadores sugieren que la actividad es replicable y escalable en otros planteles del bachillerato tecnológico con

laboratorios de cómputo equipados con Packet Tracer.

Las limitaciones incluyen el tamaño moderado de la muestra ($n=54$) y la ausencia de un grupo de control. Para investigaciones futuras se recomienda replicar el estudio en múltiples planteles, incorporar evaluaciones de desempeño mediante rúbricas y explorar el efecto de la práctica sobre el rendimiento en evaluaciones sumativas del semestre.

RECONOCIMIENTO

Los autores expresan su profundo agradecimiento a los estudiantes participantes por su valiosa colaboración en el desarrollo de la práctica, así como por la presentación sistemática de los resultados obtenidos y la aplicación rigurosa de la encuesta asociada. Su compromiso, disposición y aporte académico fueron determinantes para la validación de la metodología implementada y el análisis de los resultados reportados en este estudio.

REFERENCES

- [1]. J. F. Kurose y K. W. Ross, *Redes de Computadoras: Un Enfoque Descendente*, 7a ed. Madrid, España: Pearson Educación, 2017.
- [2]. D. A. Kolb, *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, NJ, EUA: Prentice Hall, 1984.
- [3]. W. Stallings, *Comunicaciones y Redes de Computadores*, 10a ed. Madrid, España: Pearson Prentice Hall, 2014.
- [4]. D. C. Frezzo, J. T. Behrens y R. J. Mislevy, "Design Patterns for Learning and Assessment: Facilitating the Introduction of a Complex Simulation-Based Learning Environment into a Community of Instructors," *Journal of Science Education and Technology*, vol. 19, núm. 2, pp. 105-114, abr. 2010.
- [5]. Cisco Systems, *Catalyst 2960 Series Switches Software Configuration Guide*, Cisco IOS Release 12.2(55)SE. San José, CA, EUA: Cisco Press, 2012.
- [6]. Secretaría de Educación Pública, *Reforma Integral de la Educación Media Superior*. Ciudad de México, México: SEP, 2008.
- [7]. J. Biggs y C. Tang, *Teaching for Quality Learning at University*, 4a ed. Maidenhead, Reino Unido: Open University Press/McGraw-Hill, 2011.
- [8]. A. Tanenbaum y D. Wetherall, *Redes de Computadoras*, 5a ed. Ciudad de México, México: Pearson Educación, 2012.
- [9]. Cisco Networking Academy, *CCNA 1: Introduction to Networks Companion Guide*, 7a ed. Indianapolis, IN, EUA: Cisco Press, 2020.
- [10]. R. C. Panko y J. L. Panko, *Business Data Communications: Infrastructure, Networking, and Security*, 8a ed. Upper Saddle River, NJ, EUA: Pearson, 2015.
- [11]. M. Prince, "Does Active Learning Work? A Review of the Research," *Journal of Engineering Education*, vol. 93, núm. 3, pp. 223-231, jul. 2004.
- [12]. J. M. Keller, *Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach*. Nueva York, NY, EUA: Springer, 2010.
- [13]. D. H. Jonassen, *Computers as Mindtools for Schools: Engaging Critical Thinking*, 2a ed. Upper Saddle River, NJ, EUA: Merrill/Prentice Hall, 2000.
- [14]. R. M. Felder y R. Brent, *Teaching and Learning STEM: A Practical Guide*. San Francisco, CA, EUA: Jossey-Bass, 2016.
- [15]. Cisco Systems, *Cisco Packet Tracer Network Simulator User Manual*, versión 8.2. San José, CA, EUA: Cisco Systems, 2022.
- [16]. Secretaría de Educación Pública, *Plan de Estudios del Bachillerato Tecnológico, Área de Informática*. Ciudad de México, México: SEP/DGETI, 2017.
- [17]. L. Vygotsky, *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA, EUA: Harvard University Press, 1978.
- [18]. M. Prensky, "Digital Natives, Digital Immigrants," *On the Horizon*, vol. 9, núm. 5, pp. 1-6, oct. 2001.

Biografía Autor(es):

Marco Antonio Celis Crisóstomo es Doctor en Ingeniería Aplicada y profesor de tiempo completo en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Tamazula, adscrito a

la División de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable. Cuenta con formación en Informática y obtuvo el grado de Maestría en Ingeniería en Sistemas.

Él cuenta con experiencia en el desarrollo de software y en la investigación académica, participando activamente en un Cuerpo Académico y contando con Perfil Deseable. Ha contribuido en el desarrollo de proyectos de investigación y en la formación de estudiantes de nivel superior. Su trabajo se centra en desarrollo de software, sistemas web y tecnologías de la información aplicadas al ámbito educativo y de ingeniería. Sus líneas de investigación incluyen arquitecturas de software, sistemas web y aplicaciones tecnológicas orientadas a la educación.

El Dr. Celis Crisóstomo ha participado en diversas actividades académicas y de investigación, contribuyendo al fortalecimiento de la educación superior y al desarrollo tecnológico en su área de especialidad.

Francisco Miguel Hernández López es Ingeniero Electromecánico y cuenta con Maestría y Doctorado en Enseñanza de las Matemáticas. Se desempeña como Profesor Investigador en el Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Tamazula; asimismo, es profesor de Matemáticas en la Universidad de Guadalajara y docente en el Doctorado en Enseñanza y Didáctica de las Matemáticas en la Universidad de las Américas y el Caribe.

Es líder del Cuerpo Académico en Consolidación Agrotecnología (ITJMMPH-CA-19), miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) y asesor de tesis doctorales. Ha participado como evaluador de proyectos en la SECIHTI, así como en actividades de asesoría en competencias académicas a nivel nacional e internacional, Veranos Científicos del TecNM y comités editoriales.

Su producción académica incluye artículos y capítulos de libro en las áreas de automatización, robótica y educación matemática, contribuyendo al desarrollo de la investigación y la formación de recursos humanos especializados.

Juan Pablo Mojica Sánchez es Doctor en Ciencias Químicas con especialidad en Química Computacional y Teórica por la Universidad de Colima. Cuenta con reconocimiento al Perfil Deseable PRODEP y es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI), además de formar parte de un cuerpo académico.

Sus líneas de investigación se enfocan en química computacional, modelado molecular, teoría del funcional de la densidad (DFT), nanomateriales, adsorción molecular e innovación agrícola sustentable. Ha participado en la publicación de artículos científicos indexados y en diversos foros académicos a nivel nacional e internacional.

Actualmente se desempeña como Profesor-Investigador en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Tamazula, contribuyendo al desarrollo de investigación científica y a la formación de recursos humanos especializados.

Gabino González Carrillo es Doctor en Ciencias Químicas por la Universidad de Colima e Ingeniero Químico Petrolero por el Instituto Politécnico Nacional. Actualmente se desempeña como Profesor Investigador en el Instituto Tecnológico Superior de Jalisco, participando en las carreras de Ingeniería en Industrias Alimentarias e Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable.

Sus líneas de investigación se centran en alimentos funcionales, prebióticos y conservación de alimentos, así como en el estudio de enzimas vegetales para el desarrollo de biocatalizadores. Es coautor de artículos científicos publicados en revistas indexadas en el Journal Citation Reports (JCR) y ha participado en congresos nacionales e internacionales.

Ha colaborado como asesor en trabajos de titulación, jurado en eventos de prototipos y desarrollo tecnológico, revisor de artículos científicos y evaluador en congresos y coloquios académicos. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores y del Comité Científico del Instituto Tecnológico Superior de Jalisco, donde también participa en

actividades de promoción científica y difusión de la oferta académica.