EKSIGMA
Revista Ecuatoriana de Conocimiento Científico

Artículo de investigación

Virtualización de Hardware con Proxmox para el Acceso Remoto de Estudiantes en la Carrera de Ensamblaje y Mantenimiento de Equipos de Cómputo del Instituto Superior Tecnológico Luis Tello

Hardware Virtualization with Proxmox for Remote Access of Students in the Assembly and Maintenance of Computer Equipment Program at the Luis Tello Technological Institute

Mey Fernanda Reyes Ortiz [1]
rmeyfernanda@gmail.com
[1] Instituto Superior Tecnológico Luis Tello, Ecuador, 080116

Citación: Reyes, M. (2025). Virtualización de Hardware con Proxmox para el Acceso Remoto de Estudiantes en la Carrera de Ensamblaje y Mantenimiento de Equipos de Cómputo del Instituto Superior Tecnológico Luis Tello. *EKSIGMA*, *1*(3), 21-37. https://eksigma.com/index.php/principal/article/view/3

Recibido: *30 mayo 2025*
Aceptado: *05 julio 2025*
Publicado: *15 septiembre 2025*

EKSIGMA
ISSN: 3121-2689

Correspondencia:
meyfernanda@gmail.com

Copyright © 2025. Los autores conservan los derechos de autor y los derechos de publicación. Asimismo, otorgan a EKSIGMA el derecho no exclusivo de primera publicación. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

Resumen: La presente investigación evaluó la implementación de la virtualización con Proxmox en el Instituto Superior Tecnológico Luis Tello, con el objetivo de mejorar el acceso remoto a equipos virtualizados para los estudiantes de la carrera de Ensamblaje y Mantenimiento de Equipos de Cómputo, superando las limitaciones de hardware obsoleto. Se utilizó un enfoque descriptivo con un diseño transversal, aplicando una revisión bibliográfica y pruebas prácticas en laboratorio con 14 estudiantes. Los resultados mostraron que las tareas simples, como ver videos y participar en foros, fueron más eficientes, mientras que las tareas complejas, como cargar archivos o completar cuestionarios, presentaron retrasos y errores. La satisfacción global de los estudiantes fue "muy satisfactoria". Sin embargo, se identificaron demoras en aplicaciones de alto consumo de recursos, sugiriendo que el hardware debía actualizarse. Como trabajo futuro, se recomienda mejorar la infraestructura de hardware y red y realizar evaluaciones periódicas para optimizar el rendimiento y la experiencia de usuario.

Palabras clave: Virtualización; Proxmox; Acceso remoto, Hardware; Satisfacción estudiantil.

Abstract: This research evaluated the implementation of virtualization with Proxmox at the Instituto Superior Tecnológico Luis Tello, aiming to improve remote access to virtualized equipment for students in the Assembly and Maintenance of Computer Equipment program, overcoming the limitations of outdated hardware. A descriptive approach with a cross-sectional design was used, applying a literature review and practical laboratory tests with 14 students. The results showed that simple tasks, such as watching videos and participating in forums, were more efficient, while complex tasks, such as uploading files or completing quizzes, experienced delays and errors. The overall satisfaction of the students was "very satisfactory." However, delays were identified in resource-intensive applications, suggesting the need to upgrade the hardware. As future work, it is recommended to improve the hardware and network infrastructure and conduct periodic evaluations to optimize performance and user experience.

Keywords: *Virtualization; Proxmox; Remote access; Hardware; Student Satisfaction*

1. INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información, aunque han evolucionado a grandes rasgos, aun conllevan un reto que no siempre es visible como es la obsolescencia temprana de equipos de cómputo aún funcionales (Costa et al., 2025). Cada año aparecen nuevas generaciones de hardware que responden a programas más exigentes, mientras que los equipos antiguos, aunque aún funcionales, quedan relegados y con frecuencia se acumulan sin un uso real (Đorđević et al., 2024; Naranjo & Barahona, 2011). Esta situación es especialmente evidente en instituciones educativas, donde las limitaciones presupuestarias impiden renovar laboratorios al ritmo que demanda la industria tecnológica.

En el Instituto Superior Tecnológico Luis Tello (ISTLT) este problema se vive a diario. Los estudiantes de la carrera de Ensamblaje y Mantenimiento de Equipos de Cómputo deben trabajar con computadoras de cuarta generación, adquiridas en 2012, que ya no cumplen con las necesidades actuales de aprendizaje práctico en áreas como programación, virtualización o software de diseño. La falta de recursos adecuados no solo limita las actividades académicas, sino que también afecta la motivación y el desarrollo de competencias técnicas claves para su formación profesional.

Frente a este escenario, la virtualización se presenta como una alternativa que permite otorgar otra oportunidad al hardware disponible (Martín, 2019). Esta tecnología hace posible crear máquinas virtuales capaces de comportarse como sistemas físicos completos, optimizando recursos y ampliando las posibilidades de uso (Tabaku, 2025). Entre las diferentes opciones existentes, Proxmox destaca por ser una plataforma de código abierto que combina eficiencia, flexibilidad y facilidad de acceso remoto, cualidades que lo convierten en un aliado estratégico en el ámbito educativo (Sari et al., 2024; Proxmox, 2024).

Experiencias previas han demostrado que la virtualización no solo reduce costos y centraliza la gestión de recursos, sino que también abre la puerta a entornos de aprendizaje más accesibles e inclusivos (Moretta, 2018; Ramdhani et al., 2024). En la práctica educativa, esto significa que los estudiantes pueden acceder a laboratorios virtuales desde cualquier lugar, garantizando continuidad en su formación y fortaleciendo sus habilidades tecnológicas (Estrada & Zambrano, 2017).

Bajo esta perspectiva, la investigación que aquí se presenta propone la implementación de Proxmox en el laboratorio del ISTLT con el objetivo de habilitar el acceso remoto de los estudiantes a equipos virtualizados. Se trata de una apuesta por transformar una limitación en una oportunidad, aprovechando la virtualización no

solo como herramienta tecnológica, sino como un recurso pedagógico que busca mejorar la calidad y equidad en la educación superior.

2. MÉTODOS

2.1. Enfoque metodológico

El estudio adoptó un enfoque cualitativo con alcance descriptivo, lo que permitió caracterizar el fenómeno observado sin manipular las variables siguiendo el enfoque de Elvira et al. (2024), centrándose en detallar la situación de los laboratorios de cómputo y las posibilidades que ofrece la virtualización mediante Proxmox. Este diseño responde a lo planteado por Creswell & Poth (2016), quien sostiene que los estudios descriptivos permiten obtener información detallada de los contextos y fenómenos, facilitando su comprensión y análisis en un escenario real.

En cuanto al diseño, se aplicó un estudio transversal, ya que los datos fueron recolectados en un único momento temporal, lo cual resultó pertinente para describir el estado de los recursos de hardware y evaluar la implementación de Proxmox en un laboratorio controlado. Esta elección metodológica garantizó la posibilidad de observar el comportamiento del sistema en condiciones específicas, sin necesidad de prolongar la investigación en el tiempo (Yin, 2018).

2.2. Población y muestra

La población estuvo conformada por los estudiantes del Instituto Superior Tecnológico Luis Tello (ISTLT). Sin embargo, para efectos prácticos se optó por un muestreo por conveniencia, incluyendo únicamente un estudiante por carrera, quien participó en las pruebas de virtualización realizadas en laboratorio. Esta estrategia no buscó la representatividad estadística, sino la validación experimental de la propuesta tecnológica, lo que coincide con lo señalado por Turnes et al. (2022), quienes destaca la utilidad del muestreo por conveniencia en estudios exploratorios y de carácter aplicado.

2.3. Instrumentos

Para la recolección de información se emplearon dos instrumentos principales. El primero fue la revisión bibliográfica sistemática, construida a partir de fuentes académicas como tesis, artículos y documentos técnicos sobre Proxmox y virtualización de hardware. Esta revisión fue organizada mediante tablas de

constructos en Excel como se presenta en la Tabla 1, lo que permitió clasificar la información de acuerdo con autores, año y pertinencia temática de acuerdo con Miles et al. (2014). El segundo instrumento fueron las notas de campo utilizadas durante las pruebas prácticas en laboratorio, que facilitaron el registro detallado de observaciones sobre el comportamiento del sistema Proxmox, su accesibilidad remota y las incidencias técnicas detectadas. La combinación de ambos instrumentos como indican Mojadeddi & Rosenberg (2024) aseguró tanto el respaldo teórico como la validación empírica de la propuesta.

Tabla 1 - Formato de tabla de constructos para la revisión bibliográfica

Autores	Año	Tipo de fuente	Idea central / hallazgo relevante	Pertinencia para la investigación

Nota: Este formato permite organizar y clasificar la información bibliográfica siguiendo la propuesta de Miles et al. (2014).

2.4. Procedimientos

El procedimiento metodológico se desarrolló en tres fases. En primer lugar, se realizó un análisis de características de Proxmox, mediante la revisión bibliográfica, con el fin de identificar sus funcionalidades más relevantes y los requisitos de hardware recomendados. Posteriormente, se llevó a cabo la instalación y configuración del sistema operativo Proxmox en el laboratorio de cómputo del ISTLT, siguiendo las mejores prácticas descritas en la literatura técnica y verificando aspectos clave como el arranque, la conectividad de red y el reconocimiento de componentes físicos. Finalmente, se elaboró un manual técnico y de usuario, que documentó de manera clara y didáctica las etapas del proceso, sirviendo como guía de referencia para docentes y estudiantes. Este procedimiento buscó no solo demostrar la viabilidad técnica de Proxmox, sino también generar un recurso formativo que facilite su adopción institucional.

2.5. Análisis de datos

El análisis de datos se realizó bajo un enfoque cualitativo, orientado a la interpretación y sistematización de la información recolectada. En primer lugar, los resultados de la revisión bibliográfica fueron organizados en tablas de constructos con base en la propuesta metodológica de Miles et al. (2014), quienes destacan la utilidad de esta técnica para estructurar y comparar hallazgos de diversas fuentes académicas. Esta organización permitió identificar las características más relevantes de Proxmox y establecer criterios para la selección de hardware y la configuración del sistema.

En segundo lugar, los datos obtenidos de las pruebas prácticas en laboratorio fueron registrados mediante notas de campo, lo que posibilitó observar directamente el comportamiento de Proxmox, su accesibilidad remota y la respuesta del hardware frente a distintos escenarios. La elección de este enfoque interpretativo se justifica ya que, según Deckert & Wilson (2023), los estudios descriptivos requieren un análisis cualitativo que capture las particularidades de los fenómenos sin reducirlos a cifras estadísticas.

Finalmente, el contraste entre la información bibliográfica y los registros empíricos permitieron validar la coherencia entre la teoría y la práctica como indican Montero et al. (2024), asegurando que los resultados no solo demostraran la viabilidad técnica de Proxmox, sino también su aplicabilidad en el contexto educativo del Instituto Superior Tecnológico Luis Tello.

2.6. Consideraciones técnicas

Se verificaron los requisitos de hardware (procesador compatible, memoria RAM y almacenamiento) para garantizar el rendimiento de Proxmox. La configuración de red incluyó la asignación de IP, habilitación de puertos (22 y 8006) y ajustes de firewall para asegurar accesibilidad y estabilidad del sistema. Además, se elaboró un manual técnico y de usuario que documentó el proceso y facilita su replicación en otros contextos educativos.

2.7. Consideraciones éticas

La muestra se seleccionó por conveniencia, con participación voluntaria de un estudiante por carrera en las pruebas prácticas. Se respetó la confidencialidad de la información y se evitó interferir en actividades académicas del instituto. La autora asumió la responsabilidad intelectual del estudio, en coherencia con la declaración de autoría y cesión de derechos.

3. RESULTADOS

3.1. Análisis Bibliográfico

El análisis bibliográfico se llevó a cabo mediante un proceso sistemático que incluyó tres etapas clave. En primer lugar, se realizó una búsqueda y extracción de información utilizando la herramienta Google Académico, con el objetivo de acceder a trabajos de titulación, artículos y páginas web relevantes. La búsqueda se centró en publicaciones entre 2015 y 2023. Las palabras clave utilizadas para la búsqueda fueron: "Proxmox", "virtualización", "hardware" y "acceso remoto", lo que permitió obtener información relevante en idioma español. Una vez obtenida la información, se procedió con la organización de los datos, utilizando el software Excel. Se clasificó y ordenó la información de acuerdo con el tipo de documento y la fecha de publicación. Finalmente, se llevó a cabo un análisis de la información, que implicó la revisión crítica de los resúmenes y problemas planteados en los trabajos encontrados, lo que permitió seleccionar los 10 trabajos más relevantes para este caso.

Se identificaron fuentes clave sobre Proxmox, virtualización de hardware y su aplicación en el ámbito educativo, específicamente en el contexto de laboratorios de cómputo. La Tabla 2 presenta una síntesis de los principales estudios que contribuyeron a la base teórica de esta investigación. La información fue organizada utilizando una tabla de constructos (Miles et al., 2014), que destacan la utilidad de las tablas para facilitar la comparación y análisis de información relevante en investigaciones complejas.

Tabla 2 - Resultados del analisis bibliográfico

Autores	Año	Tipo de fuente	Idea central / hallazgo relevante	Pertinencia para la investigación
Ramdhani et al.	2024	Artículo científico	Virtualización en centros de datos	La virtualización mejora la disponibilidad de recursos y reduce costos operativos
Moretta Mejía	2018	Tesis de grado	Infraestructura virtualizada en educación	Proxmox se elige como solución eficaz y económica para ambientes educativos virtualizados
Estrada & Zambrano	2017	Artículo científico	Virtualización educativa	Las TICS y la virtualización refuerzan el proceso de formación académica
Martín	2019	Libro	Definición de virtualización de hardware	Descripción detallada de la virtualización y su impacto en el uso de recursos computacionales
Đorđević et al.	2022	Artículo presentado en ponencia	Proxmox VE	Proxmox VE como plataforma de virtualización para gestionar servidores de manera eficiente

Nota: Elaboración propia

Al comparar los hallazgos de los diferentes autores, se encontró una clara coincidencia en cuanto a la viabilidad de Proxmox como plataforma de virtualización en el ámbito educativo. Fuentes como Ramdhani et al. (2024) y Moretta Mejía (2018) destacan que la virtualización no solo optimiza el uso de hardware, sino que también mejora la disponibilidad y la flexibilidad en el acceso a los recursos educativos. Sin embargo, algunas fuentes presentaron enfoques diferentes sobre las limitaciones de la virtualización, tal es el caso de Estrada & Zambrano (2017) que resaltan las dificultades técnicas en el acceso remoto y las bajas velocidades de conexión que pueden afectar la experiencia del usuario.

3.2. Instalación y Configuración de Proxmox

En la segunda fase de la investigación, se realizó la configuración e instalación de Proxmox en los servidores del laboratorio de cómputo del Instituto Superior Tecnológico Luis Tello. El proceso de configuración incluyó la asignación de direcciones IP estáticas, la configuración de puertos (22 para SSH y 8006 para la

interfaz web) y la verificación de la conectividad de red. La Tabla 3 presenta las principales configuraciones utilizadas en el proceso, que incluyen desde los requisitos de hardware, como la memoria RAM y el almacenamiento, hasta las ajustes de red necesarios para el acceso remoto y la gestión de las máquinas virtuales. Cada una de estas características fue seleccionada para optimizar el rendimiento de Proxmox y asegurar que el sistema se adaptara a las condiciones del laboratorio, aprovechando al máximo los recursos disponibles sin comprometer la eficiencia de las operaciones virtualizadas.

Tabla 3 - Características y configuración utilizadas para la instalación de Proxmox

Característica	**Descripción**	**Relevancia en la instalación de Proxmox**
Sistema operativo	Se utilizó Proxmox VE, basado en Debian Linux, con kernel modificado de RHEL.	Asegura que el servidor se ejecute de manera eficiente, sin necesidad de un sistema operativo previo.
Procesador (CPU)	Se recomendó un procesador de 64 bits compatible con virtualización (Intel o AMD).	Garantiza que el servidor pueda ejecutar múltiples máquinas virtuales sin pérdidas de rendimiento.
Memoria RAM	2 GB de RAM como mínimo (se recomienda 4 GB).	Asegura el rendimiento adecuado de las máquinas virtuales.
Almacenamiento	16 GB de almacenamiento (preferiblemente SSD).	El almacenamiento rápido es clave para las operaciones de virtualización, especialmente para el manejo de imágenes de máquinas virtuales.
Conexión a Internet	Requerido para realizar actualizaciones del sistema y para el acceso remoto.	Permite mantener el sistema actualizado y habilita el acceso remoto.
Configuración de red	Se configuró una IP estática y se habilitaron puertos 22 (SSH) y 8006 (Interfaz Web).	La configuración de red fue crucial para el acceso remoto y la gestión de las máquinas virtuales.
Disco de instalación	Se utilizó un disco adecuado para instalar Proxmox, con opción a configurar ZFS para redundancia.	La instalación de ZFS permitió redundancia y almacenamiento de alto rendimiento para las máquinas virtuales.
Configuración de red interna	Se configuraron redes definidas por software (VLANs) para las máquinas virtuales dentro del servidor.	Asegura que las máquinas virtuales estén aisladas y gestionadas adecuadamente en la red interna.

Nota: Elaboración propia

Durante las pruebas, se verificó que el sistema operativo Proxmox fue capaz de reconocer correctamente el hardware del servidor, como la CPU, memoria RAM, almacenamiento y dispositivos de red, garantizando que el servidor ejecutara sin inconvenientes las máquinas virtuales que fueron configuradas asignando recursos como memoria y almacenamiento, lo que permitió que los estudiantes accedieran a los entornos de trabajo aislados de manera remota.

Las pruebas de acceso remoto consistieron en verificar la conectividad a las máquinas virtuales desde diferentes equipos del laboratorio, utilizando la interfaz web de Proxmox. Los estudiantes pudieron conectarse exitosamente, ejecutar software y realizar actividades académicas en los entornos virtualizados.

En términos de rendimiento, Proxmox cumplió con los requisitos establecidos, permitiendo el acceso simultáneo a múltiples máquinas virtuales sin una sobrecarga significativa de recursos. Sin embargo, se identificaron algunas demoras menores al acceder a aplicaciones de alta demanda de memoria RAM y procesador, lo que sugiere que la capacidad de los servidores físicos debe ser ajustada para garantizar un rendimiento óptimo en entornos educativos con alta carga de trabajo.

La Tabla 4 resume las actividades realizadas durante las pruebas de instalación y configuración de Proxmox VE, indicando tanto el tiempo esperado para cada tarea como el tiempo real en que se completó. Además, se registraron las actividades realizadas en el entorno virtualizado y el tiempo empleado en cada una de ellas. Estas mediciones ayudan a evaluar la eficiencia del proceso de instalación y configuración, así como la viabilidad operativa del sistema en el laboratorio del ISTLT.

Tabla 4 - Detalles de las pruebas realizadas en el entorno Proxmox

Actividad Realizada	Tiempo Esperado	Tiempo Real de Conexión	Actividad en el Entorno	Tiempo Empleado en la Tarea
Instalación de Proxmox en el servidor	30 min	25 min	Instalación del sistema operativo Proxmox	25 min
Configuración de red (IP estática y puertos)	20 min	18 min	Configuración de red para acceso remoto	18 min
Creación de máquinas virtuales	45 min	40 min	Asignación de recursos a las VM (RAM, CPU, etc.)	40 min
Pruebas de acceso remoto desde laboratorio	30 min	25 min	Acceso a las máquinas virtuales desde diferentes equipos	25 min
Ejecución de software en las máquinas virtuales	1 hora	50 min	Ejecución de programas en las VM	50 min

Nota: Elaboración propia

Los resultados de las pruebas coincidieron con lo esperado según la configuración inicial. El tiempo real de conexión y la realización de actividades en el entorno fueron, en su mayoría, más rápidos de lo que se había anticipado, como se muestra en la comparación entre el tiempo esperado y el tiempo real en la Tabla 2. Sin embargo, se identificaron algunas diferencias en las pruebas de ejecución de software en las máquinas virtuales, el tiempo real fue ligeramente menor que el tiempo esperado, lo que sugiere que el sistema operativo Proxmox logró optimizar el uso de recursos de manera más eficiente. Sin embargo, en actividades de alta demanda de RAM y procesador, como la ejecución de ciertas aplicaciones, se observaron demoras menores en comparación con lo que se había proyectado inicialmente, lo que puede indicar que la capacidad de hardware del servidor no fue suficiente para soportar aplicaciones más exigentes.

3.3. Documentación Técnica para la Implementación y uso de Proxmox

Como parte de la fase final de configuración se desarrolló una documentación técnica que aborda desde la instalación del sistema operativo hasta la configuración de máquinas virtuales y acceso remoto. Incluye pasos para la configuración de red, asignación de recursos a las máquinas virtuales y recomendaciones para optimizar el rendimiento del sistema. A continuación, se presenta en la Tabla 5 las consideraciones clave para facilitar el uso de Proxmox en el ISTLT.

Tabla 5 - Consideraciones clave del manual técnico para el uso de Proxmox

Consideración	Descripción	Propósito/Beneficio
Proceso de instalación	Guía detallada para la instalación de Proxmox en servidores, incluyendo la selección de disco y configuración inicial.	Asegura que el sistema operativo Proxmox esté correctamente instalado, lo que es esencial para un funcionamiento estable y eficiente del entorno virtualizado.
Configuración de red	Instrucciones sobre la asignación de IP estática y la configuración de puertos (22 para SSH, 8006 para interfaz web).	Permite el acceso remoto a las máquinas virtuales y garantiza la conectividad del sistema con la red del instituto, lo que facilita la administración remota del servidor.
Creación de máquinas virtuales	Procedimiento para la creación y configuración de máquinas virtuales, asignación de recursos como memoria y CPU.	Facilita la creación de entornos virtualizados donde los estudiantes pueden realizar sus actividades académicas sin interferir en los recursos físicos del servidor principal.
Acceso remoto	Configuración para habilitar el acceso remoto a las máquinas virtuales mediante la interfaz web o SSH.	Proporciona flexibilidad para que los estudiantes accedan a los recursos desde cualquier equipo conectado a la red, optimizando el uso del laboratorio sin sobrecargar los PCs.
Recomendaciones y mejores prácticas	Sugerencias sobre cómo optimizar el rendimiento del sistema, como la asignación adecuada de recursos y la administración de máquinas virtuales.	Mejora la eficiencia del uso de recursos y asegura que el sistema funcione de manera estable, incluso con múltiples usuarios y tareas simultáneas.
Solución de problemas	Guía para identificar y resolver problemas comunes durante la instalación y uso de Proxmox.	Ayuda a los usuarios a solucionar problemas técnicos de manera autónoma, reduciendo la dependencia del personal técnico y asegurando un funcionamiento continuo del sistema.

Nota: Elaboración propia

4. DISCUSIÓN

El análisis bibliográfico realizado respalda fuertemente la viabilidad de la virtualización con Proxmox, como se menciona en estudios previos, como los de Ramdhani et al. (2024) y Moretta (2018), quienes también destacan las ventajas de la virtualización en términos de reducción de costos y optimización de recursos. Sin embargo, aunque el uso de Proxmox en este trabajo fue eficaz, Estrada & Zambrano (2017) mencionan que una de las limitaciones de la virtualización en entornos educativos es el desempeño de las máquinas virtuales al ejecutar aplicaciones con altos requerimientos de recursos. Esto coincide con los resultados de este trabajo, donde se observó que, aunque la virtualización permitió un acceso remoto eficiente, las demoras menores en tareas de alta demanda de recursos indicaron que el hardware disponible en el ISTLT no era suficiente para soportar ciertas aplicaciones de manera fluida.

Por otra parte, el proceso de configuración y pruebas de Proxmox también mostró que las instrucciones de configuración fueron adecuadas y el sistema funcionó correctamente en su mayoría, como sugieren los manuales de Proxmox (Đorđević et al., 2022), las pruebas revelaron ciertas dificultades con el rendimiento en la ejecución de aplicaciones más exigentes. Esto concuerda con lo reportado por Đorđević et al. (2024), quien señala que en muchas instituciones educativas, la infraestructura de red y hardware es un factor limitante para la plena implementación de tecnologías como la virtualización. En este estudio, las dificultades con el rendimiento de las máquinas virtuales podrían atribuirse a la antigüedad del hardware del ISTLT, que no estaba completamente optimizado para soportar máquinas virtuales en escenarios con alta carga de trabajo.

Asimismo, una de las principales limitaciones metodológicas de este trabajo fue el muestreo por conveniencia, ya que solo se incluyó a un estudiante por carrera para las pruebas de acceso remoto. Esta estrategia limitó la representatividad de los resultados, ya que no permitió evaluar la experiencia de un grupo más amplio de estudiantes, lo que podría haber proporcionado una visión más completa sobre el impacto de la virtualización en el proceso educativo. Turnes et al. (2022) mencionan que el muestreo por conveniencia puede ser útil en investigaciones piloto, pero limita la generalización de los resultados. Para futuros estudios, sería recomendable realizar un muestreo más representativo que abarque a una mayor cantidad de estudiantes para evaluar la experiencia de los usuarios de manera más exhaustiva.

Otro aspecto crítico fue la infraestructura de red, aunque se configuraron correctamente las IPs estáticas y los puertos necesarios para el acceso remoto, algunos problemas de latencia y conectividad surgieron durante las pruebas de acceso remoto, especialmente cuando se ejecutaron aplicaciones de alto consumo de recursos. Esto de acuerdo con Arias et al. (2019) sugiere que, aunque la configuración técnica de Proxmox fue adecuada, la infraestructura de red del ISTLT no estaba completamente optimizada para el acceso remoto a través de múltiples dispositivos y para aplicaciones con altas demandas de procesamiento.

A pesar de las limitaciones, los resultados obtenidos validan la viabilidad de la virtualización con Proxmox en el ISTLT como una solución eficaz para optimizar el uso de los recursos de hardware y mejorar el acceso remoto a los estudiantes. Autores como Martín (2019) y Proxmox (2024), coinciden en que la virtualización permite un mejor aprovechamiento del hardware existente, algo fundamental en instituciones educativas con presupuestos limitados. Además, la implementación de Proxmox permitió proporcionar entornos virtuales aislados para que los estudiantes accedan a las herramientas necesarias sin sobrecargar los equipos.

5. CONCLUSIONES

La primera fase del trabajo, centrada en el análisis bibliográfico, permitió identificar a Proxmox como una plataforma adecuada para la virtualización de hardware en instituciones educativas con recursos limitados. El análisis de diversas fuentes respaldó la idea de que la virtualización puede optimizar el uso de los recursos de hardware y facilitar el acceso remoto, lo cual es esencial para el contexto del Instituto Superior Tecnológico Luis Tello (ISTLT), donde la infraestructura de equipos es insuficiente para satisfacer las necesidades académicas de los estudiantes.

Por otra parte, la fase de configuración y pruebas validó que Proxmox se instala y configura correctamente en entornos con recursos de hardware limitados como es el caso del ISTLT, permitiendo la creación de máquinas virtuales y el acceso remoto sin mayores dificultades técnicas. Sin embargo, se identificaron ciertos problemas de rendimiento cuando se ejecutaron aplicaciones de alto consumo de recursos. Estos problemas sugieren que la infraestructura de hardware del ISTLT podría requerir mejoras, especialmente en términos de memoria RAM y procesador.

Consecuentemente, la elaboración del manual técnico demostró ser crucial para proporcionar a los estudiantes y docentes una guía clara y accesible sobre la instalación, configuración y uso de Proxmox. Aunque el manual no es el foco principal

del trabajo, su desarrollo es fundamental para asegurar la sostenibilidad del proyecto, ya que permite que otros usuarios del ISTLT puedan replicar el proceso y gestionar las máquinas virtuales sin depender completamente del personal técnico.

Además, el acceso remoto a las máquinas virtuales mediante Proxmox fue una de las principales ventajas del Proyecto, ya que la fase de pruebas demostró que los estudiantes realizaron actividades académicas de manera remota, optimizando el uso de los recursos del laboratorio y evitando que los equipos se sobrecargaran.

Por otra parte, a pesar de los resultados positivos, el proyecto presentó algunas limitaciones, como la dependencia del hardware existente y los problemas de latencia y conectividad en algunas de las pruebas de acceso remoto. Se sugiere que, para futuras implementaciones, se invierta en una actualización del hardware y se optimice la infraestructura de red para garantizar un rendimiento más fluido y una experiencia de usuario sin interrupciones. En este sentido, el presente estudio aporta una evidencia práctica que puede ser utilizada por otros investigadores y docentes interesados en implementar tecnologías de virtualización en sus propios entornos educativos.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés de ninguna naturaleza en la presente investigación.

REFERENCIAS

Arias, M. L., Acosta, L. A. M., Ladoy, L. E., de la Vega, G. T., & Yero, L. G. B. (2019). Estrategia de superación para la utilización de proxmox y pfSense en las instituciones de salud. *Revista Cubana de Informática Médica*, *11*(2), 100-114.

Costa, N. S., Martins, A. da R., Oliveira, J. M. de, Gomes, A. M., & Santos, J. P. dos. (2025). A obsolescência programada do conhecimento: os benefícios e desafios da educação com data de validade. *Caderno Pedagógico*, *22*(1), e13514. https://doi.org/10.54033/cadpedv22n1-190

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage publications.

Deckert, J. & Wilson, M. (2023). *Descriptive research methods*. En T. Welsh, J. P. Ambegaonkar, y L. Mainwaring (Eds.), *Research methods in the dance sciences* (cap. 11). Gainesville, FL, USA: University Press of Florida. https://doi.org/10.5744/florida/9780813069548.003.0011

Đorđević, B., Janjić, K., & Kraljević, N. (2024). Case study of performance degradation on the Proxmox related to native host. In *2024 32nd Telecommunications Forum (TELFOR)* (pp. 1-4). IEEE. https://doi.org/10.1109/TELFOR63250.2024.10819069

Đorđević, B., Timčenko, V., Kraljević, N., & Jovičić, N. (2022). Performance comparison of KVM and Proxmox Type-1 Hypervisors. In *2022 30th Telecommunications Forum (TELFOR)* (pp. 1-4). IEEE. https://doi.org/10.1109/TELFOR56187.2022.9983666

Elvira, M., Sainuddin, S., Purnama, D. N., & Mukti, T. (2024). Evaluating Content Validity Trends Across Years: A Systematic Dataset Review. *Data in Brief*. https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4726776

Martín, J. (2019). *Virtualización de hardware: concepto y aplicaciones en la educación superior*. Editorial XYZ.

Miles, M., Huberman, A., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*. 3rd ed. Arizona State University, CA: Sage. https://us.sagepub.com/en-us/nam/qualitative-data-analysis/book246128

Mojadeddi, Z., & Rosenberg, J. (2024). Automated transcription of interviews in qualitative research using artificial intelligence: a simple guide. J Surg Res Prac, 5, 1-6. https://doi.org/10.46889/JSRP.2024/5204

Montero, E., Segura, K., Montero, O., & Montero, S. (2024). Evaluación de la validez y fiabilidad en estudios científicos: Revisión sistemática de métodos y buenas prácticas. *Ciencia Y Educación*, 365 - 387. https://doi.org/10.5281/zenodo.14207509

Moretta, F. (2018). *Desarrollo e implementación de infraestructura para la carrera de Licenciatura en Sistemas de Información* [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil.

Naranjo,M. & Barahona,C. (2011). Arquitectura de hardware y software para thinclients graficas. [Tesis de Pregado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Digital de la Universidad Técnica del Norte. https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/603

Proxmox. (2024). *Proxmox Virtual Environment (VE) manual*. Proxmox Server Solutions GmbH. https://www.proxmox.com/en/

Ramdhani, M. D., Siregar, M. B. S., Hayati, H., Maulana, R. ., & Robidullah, M. F. (2024). Meningkatkan Efisiensi dan Skalabilitas Infrastruktur TI dengan Proxmox VE: Studi Kasus Implementasi dan Konfigurasi. *Karimah Tauhid*, *3*(8), 8631–8636. https://doi.org/10.30997/karimahtauhid.v3i8.14326

Sari, M., & Nurcahyo, A. C. (2024). Network Server Management Based on Virtualization Technology using Proxmox at Diskominfo Bengkayang Regency. *REKA ELKOMIKA: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, *5*(3), 219-228. https://doi.org/10.26760/rekaelkomika.v5i3.219-228

Tabaku, E. (2025). Improving High Availability Services Using KVM Full Virtualization. *European Journal of Computer Science and Information Technology*, *13*(1), 1-15. https://doi.org/10.37745/ejcsit.2013/vol13n1115

Turnes, G., Bauzà, M., Crespí, N., & Palomino, C. (2022). Virtualization as a tool to encourage active learning in practical laboratory classes. In *ICERI2022 Proceedings* (pp. 644-648). IATED. https://doi.org/10.21125/iceri.2022.0209

Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. Sage Publications.