



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i5.2307>

Ciencias de la Educación
Artículo de investigación

Perspectivas y futuro de las infraestructuras de redes en instituciones educativas

Perspectives and future of network infrastructures in educational institutions

Perspectivas e futuro das infra-estruturas de rede nas instituições educativas

Jaime Darío Rodríguez-Vizúete ^I
jaime.rodriguez.vizúete@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-1397-718X>

Richard A. Macías-Lara ^{II}
alejandro.macias@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-2164-3171>

Miguel Fabricio Bone-Andrade ^{III}
miguel.bone@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8635-1869>

Sandra María Sosa-Calero ^{IV}
sandra.soso.calero@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9568-1907>

Juan Carlos Santillán-Lima ^V
carlos.santillan01@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5812-7766>

Correspondencia: miguel.bone@utelvt.edu.ec

***Recibido:** 25 julio de 2021 ***Aceptado:** 30 de agosto de 2021 * **Publicado:** 30 de septiembre de 2021

- I. Ingeniero de Sistemas y Computación, Magíster en Innovación en Educación, Docente Investigador Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.
- II. Ingeniero de Sistemas y Computación, Magíster en Tecnologías de la Información, Docente Investigador Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.
- III. Ingeniero de Sistemas y Computación, Magíster en Sistemas de Telecomunicaciones, Docente investigador Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.
- IV. Ingeniera en Telecomunicaciones, Magíster en Telecomunicaciones, Docente investigador Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.
- V. Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, Magíster en Redes de Comunicaciones, Candidato a Doctor en Ciencias Informáticas UNLP, Docente Sede Orellana de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Orellana, Ecuador.

Resumen

Actualmente la infraestructura de telecomunicaciones de una universidad es de gran importancia debido a que la mayoría de las aplicaciones, y herramientas educacionales y administrativas se soportan en esta tecnología. Por lo cual existen grandes esfuerzos para desarrollar mejores tecnologías en base a la investigación de la infraestructura de telecomunicaciones que hay detrás de las Redes educativas y de investigación. Así también un campus universitario posee características únicas por lo cual tiene diversas necesidades, basándonos en estas necesidades el presente trabajo de investigación propone una visión de las perspectivas y el futuro de las infraestructuras de redes en instituciones educativas. Para lo cual se realiza un Análisis teórico conceptualizando las principales tecnologías emergentes como lo son: SDN, IoT y la preservación digital de datos, posteriormente se analizan los factores que influyen al aplicar dichas tecnologías en redes educativas. Al aplicar dicha metodología se presenta una perspectiva basada en los servicios de los usuarios de las redes de comunicaciones de universidades, y a su vez en base a la investigación se proponen factores relacionados con SDN, IoT y Preservación al implementar este tipo de redes. Como principal conclusión podemos encontrar que el incremento de dispositivos así también el crecimiento acelerado de la información en el COVID conlleva a buscar maneras de almacenar correctamente toda esto y más que almacenar preservar, es por eso que es de suma importancia que no solo en el futuro sino en el presente de las infraestructuras de redes en universidades se apliquen técnicas que conlleven a la preservación digital de todo su patrimonio intelectual.

Palabras clave: SDN en redes universitarias; IoT en redes universitarias; Preservación Digital; Infraestructura de telecomunicaciones.

Abstract

Currently the telecommunications infrastructure of a university is of great importance because most of the applications and educational and administrative tools are supported by this technology. Therefore, there are great efforts to develop better technologies based on the investigation of the telecommunications infrastructure behind the educational and research networks. Likewise, a

university campus has unique characteristics for which it has different needs. Based on these needs, this research work proposes a vision of the perspectives and future of network infrastructures in educational institutions. For which a theoretical analysis is carried out conceptualizing the main emerging technologies such as: SDN, IoT and digital data preservation, subsequently the factors that influence when applying these technologies in educational networks are analyzed. When applying this methodology, a perspective based on the services of the users of university communication networks is presented, and in turn, based on the research, factors related to SDN, IoT and Preservation are proposed when implementing this type of networks. As the main conclusion we can find that the increase in devices as well as the accelerated growth of information in COVID leads to looking for ways to correctly store all this and more than store preserve, that is why it is of the utmost importance that not only in the future but in the present of network infrastructures in universities, techniques that lead to the digital preservation of all their intellectual heritage are applied.

Keywords: SDN in university networks; IoT in university networks; Digital Preservation; Telecommunications infrastructure.

Resumo

Atualmente, a infra-estrutura de telecomunicações de uma universidade é de grande importância porque a maioria das aplicações, ferramentas educativas e administrativas são suportadas por esta tecnologia. Por conseguinte, há grandes esforços para desenvolver melhores tecnologias baseadas na investigação das infra-estruturas de telecomunicações por detrás das redes educativas e de investigação. Também um campus universitário tem características únicas e, portanto, necessidades diversas. Com base nestas necessidades, o presente trabalho de investigação propõe uma visão das perspectivas e do futuro das infra-estruturas de rede nas instituições educacionais. Para o qual é realizada uma análise teórica que conceptualiza as principais tecnologias emergentes, tais como: SDN, IoT e preservação digital de dados, analisando posteriormente os factores que influenciam a aplicação destas tecnologias nas redes educativas. Ao aplicar esta metodologia, é apresentada uma

perspectiva baseada nos serviços dos utilizadores de redes de comunicação universitárias e, por sua vez, com base na investigação, são propostos factores relacionados com SDN, IoT e preservação ao implementar este tipo de rede. Como conclusão principal, podemos constatar que o aumento dos dispositivos, bem como o crescimento acelerado da informação na COVID leva a encontrar formas de armazenar adequadamente tudo isto e mais do que armazenar preservar, por isso é da maior importância que não só no futuro mas no presente das infra-estruturas de rede nas universidades sejam aplicadas técnicas que conduzam à preservação digital de todo o seu património intelectual.

Palavras-chave: SDN em redes universitárias; IoT em redes universitárias; Preservação Digital; Infra-estruturas de Telecomunicações.

Introducción

La infraestructura de redes de comunicaciones ha evolucionado para convertirse en el soporte de empresas y aún más de las instituciones educativas, lo cual se convierte en una tecnología fundamental para solucionar la saturación que se exteriorizan en los medios de transmisión y luego adaptados a una necesidad específica tomando en cuenta características propias y los servicios que proporcionan. (Santillán-Lima, Llanga, y Chafla, 2017) En la actualidad las instituciones de educación superior están dando mayor importancia a la tecnología, ya que las telecomunicaciones y las redes aportan de una manera fundamental al desarrollo económico y crecimiento a nivel mundial, por ello existen grandes esfuerzos para la investigación en nuevas tecnologías de software y de hardware de redes de comunicaciones.

Actualmente la infraestructura de telecomunicaciones de una universidad es de gran importancia debido a que la mayoría de las aplicaciones, y herramientas educativas y administrativas se soportan en esta tecnología. Por lo cual existen grandes esfuerzos para desarrollar mejores tecnologías en base a la investigación de la infraestructura de telecomunicaciones que hay detrás de las Redes educativas y de investigación (REN).

Perspectivas y futuro de las infraestructuras de redes en instituciones educativas

Las Redes educativas y de investigación son proveedores de servicios de red especializados, no comerciales que apoyan los servicios dedicados a las necesidades únicas de las comunidades de investigación, incluidas universidades, institutos de investigación, escuelas, hospitales, bibliotecas, museos y otras instalaciones nacionales (Dyer, 2009). Las REN están permitiendo a los investigadores resolver algunos de los mayores desafíos de la sociedad, por ejemplo, gestión de desastres, agricultura, salud, medio ambiente, climatología, etc., además de minimizar la brecha digital y proporcionar oportunidades para la educación y la formación en línea. Por lo general, los REN son organizaciones colaborativas financiadas con fondos públicos y sin fines de lucro (Chergarova, 2020).

En concordancia con lo anterior se describen más servicios que pueden proporcionar las REN a la comunidad de investigación, como por ejemplo el ancho de banda bajo demanda (BoD), que permite establecer servicios de conectividad de extremo a extremo (E2E) durante un período de tiempo específico con un ancho de banda garantizado. Por ejemplo, ESNet (2017), una red informática de alta velocidad que presta servicios al Departamento de Energía de los Estados Unidos proporciona BoD a través de los circuitos seguros bajo demanda y el sistema de reserva anticipada (OSCARS, 2020).

Del mismo modo, GÉANT (2020), un REN paneuropeo, ofrece BoD a sus usuarios a través de la herramienta de aprovisionamiento AutoBAHN (2020). El suministro del servicio BoD requiere la utilización de los mecanismos de reserva anticipada (Degermark, Köhler, Pink y Schelen, 1995) que se suelen utilizar en redes ópticas y de computación grid. (Charbonneau, N. y Vokkarane, V. M., 2012).

Dado esto es importante repasar los fundamentos de tecnologías emergentes que pueden ser aplicadas a las redes de instituciones de educación superior, por lo cual analizaremos a las Redes Definidas por Software SDN, al Internet de las Cosas IoT, y la preservación digital en redes universitarias, como posibles futuros que deben tener las redes. En este sentido en investigaciones anteriores de los autores se analizaron a SDN, mostrándolo como un paradigma emergente que está cambiando la forma en que se administran las redes al separar el plano de control del plano de datos y hacer que las redes sean programables.

Así también es importante recalcar que SDN al aplicar ese tipo de separación genera flexibilidad, automatización, orquestación y ofrece ahorros tanto en gastos de capital como operativos (Thimmaraju et al., 2018). Y que, según el modelo de referencia propuesto por la ONF, la red se divide en tres capas: infraestructura, control y aplicaciones donde cada capa tiene bien especificadas sus funcionalidades, las cuales son descritas con precisión entre otros por (Xia et al., 2015).

Así también se puede analizar como parte del futuro de las infraestructuras de redes en instituciones educativas, más que todo aplicable a la red inalámbrica de la institución, y al control domótico de la institución, al internet de las cosas o IoT por sus siglas en inglés. Dicho paradigma es el siguiente paso en la evolución de los objetos inteligentes, en el cual cualquier cosa cotidiana se conecta a Internet mediante una interfaz física-digital basada en las Tecnologías de la Información y Comunicación - TIC presentes y futuras (ITU, 2012).

En este sentido Manrique, Rueda-Rueda, y Portocarrero (2016) manifiestan que IoT se origina de dos áreas, el Internet y las comunicaciones máquina-a-máquina; e integra tecnologías como: cloud computing, redes de sensores inalámbricas, identificación por radiofrecuencia, middleware y software IoT (Lee, y Lee, 2015) (Li, Da Xu, y Zhao, 2015).

Rueda y Portocarrero (2017) manifiestan que IoT, la identificación única y la conexión de los objetos a Internet es una característica necesaria; también lo es el tratamiento que se hace de los datos: se parte de datos recolectados de cosas u objetos identificados del mundo real; estos datos posteriormente se procesan y analizan para convertirlos en información; y ésta, a su vez, en conocimiento (Rueda y Portocarrero, 2017).

Al analizar las aplicaciones de IoT en la vida diaria Atzori, Iera y Morabito (2017) manifiestan que con IoT cualquier objeto cotidiano puede ser equipado con dispositivos, siendo clave a la hora de abordar desafíos sociales y transformando muchos aspectos de la vida personal y social, la salud, la logística, la industria, por mencionar algunos (Internet Society, 2015). Así también Borgia, E. (2014) concluye que IoT se puede encontrar en tres grandes dominios de aplicación: salud, industrial y ciudades inteligentes.

Finalmente, repasemos los conceptos de preservación digital, en este sentido la información digital tiene un importante valor económico como producto cultural y como fuente de conocimiento. Desempeña además un papel muy significativo en el desarrollo sostenible a nivel nacional, teniendo en cuenta que habitualmente los datos personales, gubernamentales y comerciales se crean en forma digital. La desaparición de este patrimonio generará empobrecimiento económico y cultural y dificultará el avance del conocimiento (Duranti, 2012)

Pero toda esta información generada debe preservarse ya que “sin información (digital o no) que se custodie, no hay herencia ni cultura” (Molina, 2017a) y “en la actualidad, los recursos que se generan como resultado de los conocimientos de las personas y de sus expresiones “nacen”, cada vez más, en formas digitales (De Giusti, 2016) es por eso que “sin tecnología que permita la preservación o recuperación de dicha información, tampoco habría herencia ni cultura” (Molina, 2017a) y muchos de estos recursos o información son valiosos y constituyen un verdadero patrimonio a conservar a futuro para la sociedad. Por lo cual es necesario asegurar que estén disponibles y sean accesibles a largo plazo (De Giusti, 2016).

Dado estos antecedentes y debido a que un campus universitario posee características únicas por lo cual tiene diversas necesidades, (Santillán et al, 2017a, 2017b, 2018) (Santillán, 2013) y basándonos en estas necesidades el presente trabajo de investigación propone una visión de las perspectivas y el futuro de las infraestructuras de redes en instituciones educativas

Metodología

La presente investigación utilizó un enfoque cualitativo; porque se analizó y estableció desde la experiencia de los investigadores un análisis documental que conllevo a la resolución del problema de investigación.

Para poder contestar las preguntas de investigación planteadas, se planifica un proceso metodológico dividido en 2 etapas que se detalla a continuación:

Perspectivas y futuro de las infraestructuras de redes en instituciones educativas

Primera etapa: Análisis teórico: en esta fase de la investigación se realizará una recopilación detallada de información, con la finalidad de conceptualizar las principales tecnologías emergentes como lo son: SDN, IoT y la preservación digital de datos, mediante el estudio de tesis libros y artículos publicados en varias conferencias y revistas al respecto.

En la tabla 1 se pueden observar con mayor detalle los aspectos considerados para el análisis teórico en la metodología utilizada en la presente investigación.

Tabla 1: Metodología

ITEMS	DESCRIPCIÓN
Preguntas a investigar	Esta investigación responde a: ¿Cuáles son las perspectivas y el futuro de las infraestructuras de redes en instituciones educativas?
Estrategias de investigación	Área: Redes de comunicaciones, Aplicaciones SDN, Telecomunicaciones Propósito de la búsqueda: Establecer las perspectivas y el futuro de las infraestructuras de redes en instituciones educativas
Fuentes de información	Artículos científicos de alto impacto
Motores de búsqueda	Scopus, Google Académico.
Criterios de búsqueda	Infraestructuras de redes en instituciones educativas, Redes emergentes, Tecnología emergente en redes de comunicaciones.
Criterios de Inclusión	Artículos que poseen información sobre infraestructuras de redes en instituciones educativas, Redes emergentes, Tecnología emergente en redes de comunicaciones
Criterios de Exclusión	Se excluyen los artículos no concernientes a infraestructuras de redes en instituciones educativas, Redes emergentes, Tecnología emergente en redes de comunicaciones

Perspectivas y futuro de las infraestructuras de redes en instituciones educativas

Evaluación del contenido de los criterios	Exactitud, objetividad, cobertura, relevancia de acuerdo a las preguntas de investigación. Se investiga en la cadena de autores que han realizado contribuciones a los ítems vistos.
Análisis de la información	Se proporciona una visión general de las infraestructuras de redes en instituciones educativas, sobre las tecnologías emergentes que pueden ser aplicadas a este tipo de redes como lo son las redes definidas por software, el internet de las cosas e incluso la preservación digital de datos.

Elaboración: Propia.

Segunda etapa: Análisis de los factores que influyen al aplicar SDN, IoT y Preservación digital en redes educativas

Todas estas etapas nos permiten conocer el estado actual de las tecnologías emergentes aplicables en la infraestructura de redes en instituciones de educación y aportar una referencia a los investigadores, y administradores de este tipo de redes.

Resultados

Al analizar las investigaciones realizadas por Santillán et al. (2017a, 2017b, 2018), encontramos los factores fundamentales que deben ser tomados en cuenta para el diseño de redes de campus universitarios. Así mismo una infraestructura de red educativa posee características únicas (Santillán, 2013, 2017a) por lo cual tiene diversas necesidades no solo de docentes calificados, laboratorios equipados, edificios, personal administrativo, sino también es preciso contar con una infraestructura de red (CEAACES, 2014) que pueda ofrecer el acceso a las diversas Tecnologías de la Información y Comunicación. (Santillán Lima, Molina Granja, Vásquez Barrera, Luna Encalada y Lozada Yáñez, 2018)

SDN

Santillán et al. (2018) analizan desde el punto de vista de los servicios y aplicativos propios de los requerimientos de usuarios en este tipo de redes, pero Andrade et al. (2021) van más allá de dicha visión e indican que se deben analizar los requerimientos desde el punto de vista de la red, y más aún de una red implementada en SDN:

- *Gestión automatizada de la red*: la cual se debe verificar y depurar según sus especificaciones.
- *Gestión de actualizaciones de la red*: el mantenimiento y las actualizaciones de la red son tareas vitales que requieren cuidado y atención.
- *Lenguaje de políticas de red*: Se han desarrollado varios lenguajes de políticas de red para redes SDN puras.
- *Seguridad*: La seguridad es un aspecto muy importante de cualquier red informática. Se han realizado una amplia gama de mecanismos de seguridad.
- *Eficiencia energética*: La informática y las redes ecológicas se han convertido en un área muy importante en los últimos años y su aplicación en universidades ayudaría resolver el problema de gasto energético.
- *Virtualización de redes*: La virtualización ayuda a reducir los costos de la red, al tiempo que mejora el rendimiento y la eficiencia de la red (Afolabi et al., 2018).
- *Controladores SDN distribuidos*: Un controlador distribuido debe proporcionar escalabilidad, confiabilidad y simplicidad. El controlador distribuido debería proporcionar una vista coherente de toda la red (Aslan y Matrawy, 2016) y una sincronización rápida de los eventos de la red. Direcciones de investigación futuras para controladores SDN distribuidos para las redes SDN híbridas incluyen: ¿Cómo se puede recopilar de manera eficiente la información de topología de los dispositivos heredados, que no están conectados directamente al controlador SDN? ¿Cómo se pueden comunicar los dispositivos heredados con varias instancias de controlador distribuido? ¿Cómo se puede lograr la escalabilidad con controladores distribuidos en redes SDN híbridas?

Perspectivas y futuro de las infraestructuras de redes en instituciones educativas

- *Medidas de red:* La medición y la supervisión de la red proporcionan información valiosa para optimizar las operaciones de la red y optimizar el rendimiento de la red (Megyesi, P., Botta, A., Aceto, G., Pescapé, A. y Molnar, S., 2017)
- *Calidad de servicio y calidad de la experiencia del usuario QoE.* (Abuteir, Fladenmuller y Fourmaux, 2016; Bakhshi y Ghita, 2016; Bozkurt y Benson, 2016) Abordando principalmente los contenidos multimedia y transmisión de video, con el objetivo de optimizar la asignación de ancho de banda para diferentes aplicaciones de red para mejorar la experiencia del usuario.
- *Seguridad de la red.* Se debe proponer un mecanismo de mitigación de ataques de múltiples etapas utilizando SDN.

Al realizar este análisis podemos ver que el futuro de las infraestructuras de redes en instituciones educativas se encuentra perfectamente trazado desde el punto de vista de SND, ya se sabe el camino que se debe recorrer.

IoT

Los dispositivos IoT, en la universidad inteligente según Andrade et al., (2021) esta perspectiva por su relevancia está aumentando con el auge del paradigma de IoT. Por lo cual es importante llevar este paradigma a las redes de instituciones universitarias, los dispositivos eventualmente están formando un Internet de las cosas y, en consecuencia, su administración puede considerarse para la implementación de una red de universidad inteligente.

Así también al traer el IoT a las universidades implica que debemos tener sensores u objetos dispersos los cuales generar información desde cualquier lugar, y que requieren la interconexión de estos objetos heterogéneos a través de Internet. En este sentido los Smart Objects toman realce, son objetos físicos con un sistema embebido que le permite procesar información y comunicarse con otros dispositivos y realizar acciones con base en una acción o evento determinado.

Pero todos esos objetos que conformarán el IoT en las Universidades al ser sistemas complejos presentan retos tales como:

- Interoperabilidad y los estándares esto se da debido a las diferencias entre software y hardware utilizado por cada uno de los dispositivos que interfieren en los diferentes procesos de una universidad inteligente;
- El análisis avanzado de enormes cantidades de datos producidos por la red de sensores, que requieren de un tratamiento que permita su posterior análisis;
- La seguridad entendida como los ataques a dispositivos conectados a Internet, el temor a la vigilancia y las preocupaciones relacionadas con la privacidad
- Aspectos relacionados con las economías emergentes

Según lo que manifiestan Parra-Valencia, Guerrero y Rico-Bautista, (2017) el concepto de Smart University, al igual que el de Smart City, está fuertemente anclado al de la potencia de las Tecnologías de la Información, haciendo especial énfasis en el concepto del “internet de las cosas” y de las actuales Smart Networks, las cuales interconectan sistemas y personas y, además, estimulan la innovación para facilitar un conjunto de objetivos en beneficio de todos.

Después de realizar este análisis nos damos cuenta cuáles son los retos que debe enfrentar una universidad para llegar a ser una universidad inteligente, así como también las ventajas que podría tener dar este gran paso al acceder el IoT a las instituciones de educación superior.

Preservación Digital

Lima et al. (2021) manifiestan que en la actualidad vivimos en una sociedad centrada en la importancia de la información, día a día producimos cientos de documentos con información relevante para nuestra cultura, educación, trabajo, tecnología y en general información que aplicamos para nuestro estilo de vida. En las universidades no solo son importantes los bienes materiales sino también los conocimientos e ideas plasmadas en información o datos. Es necesario preservar el capital intelectual de nuestras universidades.

Una de las formas en que se almacena la información en las universidades son los repositorios los cuales son de gran importancia en las instituciones educativas ya que permiten no solo almacenar la producción intelectual sino también la documentación creada por la parte administrativa de las

universidades. La “capital intelectual” de las universidades no solo debe ser almacenada sino también preservada y dada a conocer a la comunidad.

López (2013) afirma que un repositorio digital debe tener cuatro características fundamentales: Auto-archivo, Interoperabilidad, Acceso libre y gratuito al texto completo, Preservación a largo plazo.

Podemos clasificar los repositorios según su objetivo principal (Albadal, 2012):

1. Repositorios digitales institucionales: son aquellos desarrollados por una institución académica cuyo objetivo es almacenar, preservar, diseminar y dar acceso a la producción intelectual a los miembros de esa institución (universidad, centro de investigación...). En este sentido, la tipología de contenido puede ser de lo más variada; ya que puede contener únicamente producción intelectual o científica (artículos, tesis, etc.), o reunir también colecciones especiales, documentación administrativa, etc.
2. Repositorios temáticos o disciplinares: cuyo objetivo fundamental es difundir la producción científica en unas áreas de conocimiento determinadas (Albadal, 2012; López, 2013).

Según López (2013) también existen:

1. Repositorios de datos básicos: son aquellos que almacenan los datos básicos generados en el proceso de investigación. Pueden existir de forma independiente o estar integrados en repositorios institucionales.
2. Repositorios huérfanos: establecidos para el trabajo de autores que no tienen acceso a otro repositorio.
3. Agregadores/Recolectores: agregadores o portales que recolectan contenidos de repositorios institucionales o temáticos.

Los repositorios institucionales universitarios “recogen parte de la producción intelectual de las universidades, al ser entendidos como el «lugar» donde se organiza, preserva y difunde la producción

de documentos digitales derivados del trabajo académico de las universidades” (Calderón y Ruiz, 2013).

La información almacenada en estos repositorios institucionales universitarios se genera o “nace” desde la academia y la parte administrativa, dentro de la parte académica las aulas virtuales se han constituido como una herramienta primordial de la educación tanto presencial como a distancia, a un más en esta época de virtualidad anclada al Covid 19, como una forma de entrega de informes y trabajos. Las bibliotecas virtuales y bibliotecas digitales presentan una gran cantidad de libros, revistas y tesis a disposición de la comunidad universitaria inclusive si esta información se encuentra al otro lado del mundo, facilitando de esta manera el acceso de información a universidades e instituciones de educación. (Santillán, 2017a)

Dentro de la parte administrativa los servicios académicos en línea dan acceso a la información académica de cada estudiante, así como facilitan el registro de calificaciones y asistencia de los estudiantes, siendo de esta manera un aporte significativo a la presentación de los resultados del aprendizaje. Y el correo electrónico institucional da carácter oficial a las comunicaciones enviadas por email, dando un paso grande hacia a minimizar el uso de los papeles (Santillán, 2017a).

Conclusiones

Al aplicar SDN a una infraestructura de redes en instituciones educativas se debe tomar en cuenta la Gestión automatizada de la red. Gestión de actualizaciones de la red. Lenguaje de políticas de red. Seguridad. Eficiencia energética. Virtualización de redes. Controladores SDN distribuidos. Medidas de red, Calidad de servicio y calidad de la experiencia del usuario QoE. Y la Seguridad de la red.

El implementar IoT en una infraestructura es un gran reto que abre muchas puertas para futuras investigaciones, debido a que estas redes implican sistemas complejos, dentro de este desafío es primordial tomar en consideración la interoperabilidad y los estándares de cada uno de los equipos que conforman esta red, así también el análisis avanzado de enormes cantidades de datos producidos

por la red, y finalmente la seguridad de la red ya que un incremento de dispositivos incrementa el número de posibles víctimas.

El incremento de dispositivos así también el crecimiento acelerado de la información en el COVID conlleva a buscar maneras de almacenar correctamente toda esto y más que almacenar preservar, por lo que es de suma importancia que no solo en el futuro sino en el presente de las infraestructuras de redes en universidades se apliquen técnicas que conlleven a la preservación digital de todo su patrimonio intelectual.

Referencias Bibliográficas

1. Abadal, E. (2012) Acceso abierto a la ciencia. Barcelona: editorial UOC. Colección El Profesional de la información, n. 5. <http://eprints.rclis.org/bitstream/10760/16863/1/2012-acceso-abierto-epi-uoc-vfinalautor.pdf>
2. Abuteir, R. M., Fladenmuller, A., y Fourmaux, O. (2016). An SDN approach to adaptive video streaming in wireless home networks. In 2016 International wireless communications and mobile computing conference (IWCMC) (pp. 321–326)
3. Afolabi, I., Taleb, T., Samdanis, K., Ksentini, A., y Flinck, H. (2018). Network slicing and softwarization: A survey on principles, enabling technologies, and solutions. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 20(3), 2429-2453.
4. Andrade, M. F. B., Vizuete, J. D. R., Calero, S. M. S. y Freire, L. A. N. (2021). Aplicaciones de SDN en infraestructura de redes educativas. *Ciencia Digital*, 5(1), 219-231.
5. Atzori, L., Iera, A., y Morabito, G. (2017). Understanding the Internet of Things: definition, potentials, and societal role of a fast evolving paradigm. *Ad Hoc Networks*, 56, 122-140.
6. AutoBAHN, (2020), recuperado de: <http://geant3.archive.geant.net/service/autobahn/pages/home.aspx>.
7. Borgia, E. (2014). The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues. *Computer Communications*, 54, 1-31.

8. Bozkurt, I. N., y Benson, T. (2016). Contextual router: Advancing experience oriented networking to the home. In Proceedings of the symposium on SDN research (p. 15: 1–15:7).
9. Calderón, A. y Ruiz, E. (2013). Participación y visibilidad web de los repositorios digitales universitarios en el contexto europeo. *Comunicar*. Volumen XX (40), pp. 193-201
10. CEAACES. (2014). Modelo institucional de pregrado posgrado. Quito.
11. Charbonneau, N., y Vokkarane, V. M., (2012) "A survey of advance reservation routing and wavelength assignment in wavelength-routed WDM networks", *IEEE Commun. Surveys Tuts.*, vol. 14, no. 4, pp. 1037-1064, 4th Quart.
12. Chergarova, V. (2020). Factors Affecting Software Defined Networking Adoption by Research and Educational Networks.
13. De Giusti, Marisa Raquel (2016). "Las dificultades de la preservación digital: problemas, desafíos y propuestas para los repositorios. "VI Conferencia Internacional BIREDIAL-ISTEC (San Luis Potosí, México, 17 al 19 de octubre).
14. Degermark, M., Köhler, T., Pink, S., y Schelen, O., (1995) "Advance reservations for predictive service" in *Network and Operating Systems Support for Digital Audio and Video*, Berlin, Germany: Springer, pp. 1-15.
15. Dyer, J. (2009). The Case for National Research and Education Networks (NRENs). TERENA Networking Conference (TNC)
16. ESnet (2017), recuperado de: <http://www.es.net/>.
17. ESnet's OSCARS with FloodLight, (2020) recuperado de: <https://github.com/hsr/oscars-gui>.
18. Géant, (2020) recuperado de: <https://www.geant.org/>.
19. International Telecommunication Union – ITU, (2012). "Recommendation ITU-T Y.2060: Overview of the Internet of things"
20. Internet Society, (2015) "The Internet of Things (IoT): An Overview," Geneva, Switzerland.
21. Lee, I., y Lee, K. (2015). The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 58(4), 431-440.
22. Li, S., Da Xu, L., y Zhao, S., (2015). "The internet of things: a survey," *Inf. Syst. Front.*, vol. 17, no. 2, pp. 243–259.

23. Lima, J. S., Molina-Granja, F., Lozada-Yanez, R., Velasco, D., Peñafiel, G. A., y Castelo, L. P. (2021). The Importance of the Digital Preservation of Data and Its Application in Universities. In *International Conference on Knowledge Management in Organizations* (pp. 345-353). Springer, Cham.
24. López, Fernando-Ariel, (2013). Visibilidad e impacto de los repositorios digitales en acceso abierto. De bibliotecas y bibliotecarios... Boletín electrónico ABGRA, 2013, n. 5, pp. 1-12.
25. Manrique, J. A., Rueda-Rueda, J. S., y Portocarrero, J. M. (2016). Contrasting internet of things and wireless sensor network from a conceptual overview. In *2016 IEEE international conference on Internet of Things (iThings) and IEEE green computing and communications (GreenCom) and IEEE cyber, physical and social computing (CPSCom) and IEEE smart data (SmartData)* (pp. 252-257). IEEE.
26. Megyesi, P., Botta, A., Aceto, G., Pescapè, A., y Molnar, S. (2017) “Challenges and solution for measuring available bandwidth in software defined networks,” *Computer Communications*, vol. 99, no. Supplement C, pp. 48–61.
27. Molina-Granja, F. T. (2017a). “MODELO CONCEPTUAL DE PRESERVACION DIGITAL APLICABLE A LA MEJORA DE LA PRESERVACION DE EVIDENCIA DIGITAL EN INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN CRIMINAL” (Tesis Doctoral). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
28. Parra-Valencia, J. A., Guerrero, C. D., y Rico-Bautista, D. (2017). IoT: Una aproximación desde ciudad inteligente a universidad inteligente. *Revista Ingenio*, 13(1), 9-20.
29. Parra-Valencia, J. A., Guerrero, C. D., y Rico-Bautista, D. (2017). IoT: Una aproximación desde ciudad inteligente a universidad inteligente. *Revista Ingenio*, 13(1), 9-20.
30. Rueda, J. S., y Portocarrero, J. M. T. (2017). Similitudes y diferencias entre Redes de Sensores Inalámbricas e Internet de las Cosas: Hacia una postura clarificadora. *Revista colombiana de computación*, 18(2), 58-74.
31. Rueda-Rueda, J. S., y Portocarrero, J. M. (2016). De las redes de sensores inalámbricas al Internet de las cosas: ¿Tecnologías complementarias o antagonistas? In *Congreso*

Internacional en Innovación y Apropiación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones-CIINATIC 2016 (p. 8).

32. Santillán Lima, J. C., Llanga Vargas, A., y Chafla, G. (2017a). Metodología para diseño de infraestructura de telecomunicaciones para campus universitarios medianos, caso La Dolorosa-UNACH. *Revista Ciencia UNEMI*, 10.
33. Santillán Lima, J. C., Molina Granja, F. T., Vásconez Barrera, M. F., Luna Encalada, W. G., y Lozada Yáñez, R. M. (2018). Requerimientos y diseño de infraestructura de redes para campus universitarios.
34. Santillán-Lima, J. C. (2013). Diseño de una infraestructura de telecomunicaciones que optimice el acceso a los servicios para el creciente tráfico de datos del Campus La Dolorosa de la UNACH (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
35. Santillán-Lima, J. C., Rocha-Jacome, C., Guerrero-Morejón, K., Llanga-Vargas, A., Vásconez-Barrera, F., Molina-Granja, F., (2017b). “EL IMPACTO DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES Y LAS TICS EN LAS NECESIDADES DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR”. IV Congreso Internacional de Ciencia Tecnología Innovación y Emprendimiento CITE 2017. Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda.
36. Santillán-Lima, J., Llanga-Vargas, A., y Chafla-Altamirano, G. (2017). Metodología para diseño de infraestructura de telecomunicaciones para campus universitarios medianos, caso La Dolorosa-UNACH. *Revista Ciencia UNEMI*, 10(23), 133-146.
37. Thimmaraju, K., Shastry, B., Fiebig, T., Hetzelt, F., Seifert, J. P., Feldmann, A., y Schmid, S. (2018). Taking control of sdn-based cloud systems via the data plane. In *Proceedings of the Symposium on SDN Research* (pp. 1-15).
38. Xia, W., Wen, Y., Foh, C. H., Niyato, D., y Xie, H. (2015). A survey on SoftwareDefined Networking. *IEEE Communication Survey and Tutorial*, 17(1), 27-51.

©2021 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

39. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).|