



EduTraDi

Equipo Colaborativo para la Transformación Digital de la Educación.

Junio de 2022
Licencia Creative Commons V 4.0 Internacional

INFRAESTRUCTURA Y CONECTIVIDAD COMO EJE PARA LA TRANSFORMACIÓN DE LA EDUCACIÓN

PRIMER ENTREGABLE DEL EJE 4

AUTORES

Mtra. Carmen H. de Jesús Díaz Novelo

Coordinadora de atención a usuarios en la
Universidad Autónoma de Yucatán
Coordinadora del Grupo de Gobierno de TI-CUDI

Dr. Carlos Alberto Flores Sánchez

Profesor – Investigador
Universidad Autónoma de Baja California

Mtra. Salma Leticia Jalife Villalón

Presidenta del Centro México Digital.

COLABORACIONES

Ing. Alejandro Martínez Varela

Coordinador de Diseño de Proyectos Tecnológicos en la
Universidad de Guadalajara

Mtra. Silvia Chávez Morones

Coordinadora de Redes
Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet

Ing. Azael Fernández Alcántara

Coordinador del GT-IPv6 y Líder de proyectos en la
Universidad Nacional Autónoma de México

Mtra. Patricia Muñoz Romero

Administrador de Redes y Telecomunicaciones
Universidad de Autónoma de Aguascalientes- Campus Sur

Mtra. Martha Angélica Avila Vallejo

Coordinadora
Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet

DISEÑO DE PORTADA Y GRÁFICOS

Yaret Amalia Sierra Contreras

Diseñadora en la
Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet



EduTraDi

Equipo Colaborativo
para la Transformación Digital
de la Educación.

Índice

Glosario.....	4
1. Presentación	7
2. Introducción.....	11
3. Metodología.....	13
4. Análisis del contexto.....	15
5. Justificación.....	21
6. Planteamiento del problema	24
7. Modelo de gestión de infraestructura digital de instituciones educativas	26
8. Importancia de la seguridad física: infraestructura y conectividad	35
9. Transformación de la educación	40
10. Conclusiones	50
11. Referencias.....	51

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Ocho ejes estratégicos de la agenda para el	11
Imagen 2. Metodología	13
Imagen 3. Árbol de problemas de infraestructura tecnológica y conectividad en las instituciones educativas.	25
Imagen 4. Modelo de gestión de infraestructura digital de instituciones educativas.....	27
Imagen 5. Ejemplo de torre de comunicaciones arriostradas. Fuente: sct & promtel, 2019.	38
Imagen 6. Anillos metropolitanos de fibra óptica para la conectividad de campus educativos hacia un ixp. .	46

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Conexión física del proyecto FCU.....	17
Diagrama 2. Red Nacional de Educación e Investigación + FCU.....	18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actores de diversos sectores de México relacionados con Telecomunicaciones, Conectividad e Infraestructuras Digitales.....	44
Tabla 2. Metas y acciones.....	48

GLOSARIO

Banda Ancha. Banda ancha: Acceso de alta capacidad que permite ofrecer diversos servicios convergentes a través de infraestructura de red fiable, con independencia de las tecnologías empleadas, cuyos parámetros serán actualizados por el Instituto periódicamente.

Brecha Digital. Desigualdad en el acceso, uso o impacto de las redes de telecomunicaciones y de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) entre grupos sociales derivada de factores económicos, geográficos, de género, de edad o culturales.

Ciberseguridad. La protección de activos de información mediante el tratamiento de las amenazas existentes para los sistemas de información que se encuentran conectados con Internet. Protege los sistemas importantes, incluyendo las infraestructuras y la información confidencial de los ataques digitales. Otra definición La ciberseguridad es la práctica de defender las computadoras, los servidores, los dispositivos móviles, los sistemas electrónicos, las redes y los datos de ataques maliciosos.

Conectividad. Capacidad de conectarse a una red de telecomunicaciones incluida la banda ancha e Internet. La conectividad se divide en conectividad de acceso (red de acceso) y de transporte (red troncal).

Digital. Que suministra los datos mediante dígitos o elementos finitos o discretos.

Infraestructura Digital. Es el conjunto de equipos y tecnologías digitales que dan soporte a la gestión de datos necesaria para las operaciones de cualquier organización.

Infraestructura Tecnológica de Información y Comunicación. Conjunto de elementos tecnológicos que integran un proyecto, soportan las operaciones de una organización o sustentan una operación.

Infraestructura de Conectividad (Telecomunicaciones).¹ Elementos activos y pasivos necesarios para la instalación y operación de las redes, así como para la prestación de servicios de telecomunicaciones y radiodifusión.

Institución de Educación Superior. Institución pública o privada que ofrece servicios educativos en los niveles medio superior y superior.

¹ En la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión se definen Infraestructura Activa e Infraestructura pasiva, no se define Infraestructura de conectividad o de telecomunicaciones.

Institución Educativa. Lugar de convivencia social y unidad responsable de los procesos de enseñanza - aprendizaje en los diferentes niveles educativos existentes en México: educación básica, educación media superior y educación superior.

Internet Exchange Point (IXP). Punto de Intercambio de Tráfico de Internet.

Plan. Documento en el que se identifica, describe y analiza una oportunidad de proyecto o un proyecto ya en marcha, examinado su viabilidad técnica, económica y financiera, detalla el modo y conjunto de medios necesarios para llevar a cabo las acciones.

Planes de Infraestructura Tecnológica. Es el documento que detalla los objetivos y acciones necesarias para la ejecución de proyectos de conectividad, la incorporación, desarrollo o modificaciones a la infraestructura.

Red de Telecomunicaciones. Sistema integrado por medios de transmisión, tales como canales o circuitos que utilicen bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico, enlaces satelitales, cableados, redes de transmisión eléctrica o cualquier otro medio de transmisión, así como, en su caso, centrales, dispositivos de conmutación o cualquier equipo necesario.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. SCT

Institución encargada de promover sistemas de transporte y comunicaciones seguros, eficientes y competitivos, mediante el fortalecimiento del marco jurídico, la definición de políticas públicas y el diseño de estrategias que contribuyan al crecimiento sostenido de la economía y el desarrollo social equilibrado del país.

Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). Conjunto de tecnologías que permiten la generación, la producción, procesamiento, el tratamiento, almacenamiento y la disseminación de información.

Tecnologías Digitales. Son un subconjunto de las TIC y de las telecomunicaciones que mejoran el procesamiento de datos equivalente a un subproceso de información.

Telecomunicaciones. Toda emisión, transmisión o recepción de signos, señales, datos, escritos, imágenes, voz, sonidos o información de cualquier naturaleza que se efectúa a través de hilos, radioelectricidad, medios



ópticos, físicos u otros sistemas electromagnéticos sin incluir la radiodifusión.


1. PRESENTACIÓN

EduTraDi consciente de la creciente demanda en la aplicación de la innovación educativa para responder al incremento de la demanda de servicios educativos en plataformas digitales para las Instituciones de Educación Superior (IES) ha desarrollado sus ocho ejes transversales. En el presente documento estaremos abordando el Eje Transversal 4. En el que se analizan aquellos aspectos de conectividad, seguridad e infraestructura tecnológica que son necesarios para dar continuidad, mantener, actualizar e implementar infraestructuras tecnológicas y conectividad con TIC y tecnologías digitales en las IES del país, partiendo del hecho que la pandemia, ha acelerado la transformación digital en el sector educativo tanto en el contexto nacional como el internacional y estas infraestructuras y conectividad se vuelven cada vez más relevantes.

El presente documento constituye el primero de una serie de documentos que serán elaborados por los integrantes de este eje y coordinados por CUDI, en su papel de Red Nacional de Educación e Investigación (RNEI). El grupo ha identificado cinco temas objetivo de infraestructura y conectividad:

- Infraestructura de conectividad
- Inventario tecnológico
- Nube académica
- Ciberseguridad
- Videoconferencia y Streaming


Este documento abordará la infraestructura tecnológica y la conectividad actual y sus tendencias, mientras que los documentos subsecuentes, atenderán cada una de estas vertientes.



El Eje Transversal 4. establece un punto de partida desde la capa física de los sistemas de información y comunicación en los que la infraestructura tecnológica y la conectividad soportan diversas plataformas digitales para lograr la innovación educativa. Los objetivos y acciones que se lleven a cabo en los otros 7 ejes transversales, necesariamente tendrán que apoyarse en esta infraestructura tecnológica y conectividad para trascender en el contexto nacional e internacional y mediante la premisa de una transformación digital en la educación superior. La transformación digital de la educación superior no es un acción única y aislada, constituye un proceso continuo y colaborativo que se apoya en las tecnologías de la información y la comunicación digitales existentes. No obstante, la evolución hacia tecnologías del futuro como la computación cuántica que no tienen una base digital, serán también parte de nuestro futuro inmediato.

De una rápida consulta a diversas fuentes que analizan las tendencias tecnológicas y herramientas digitales para la educación, encontramos que las plataformas de e-learning, el incremento en los contenidos de video, la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, la analítica y *big data*, la robótica y programación, la hiper automatización de procesos, la ciberseguridad, el *blockchain*, las tecnologías inmersivas y el metaverso, la computación al borde de la red, las redes 5G, la gamificación o ludificación, las aulas colaborativas, la educación híbrida, el modelo educativo STEAM, la analítica en el aprendizaje, la salud mental en educación así como las habilidades para el futuro son de las tendencias tecnológicas que se evalúan positivamente para hacer de la innovación educativa una realidad.

Es por ello que, este grupo reconoce la importancia de identificar lo más pronto posible, las oportunidades que las IES tienen para adoptar buenas prácticas en el despliegue de infraestructuras y conectividad para fortalecer los procesos y la innovación educativos tanto al interior de sus



instalaciones como la colaboración interinstitucional a través de estas redes de telecomunicaciones y la conexión internacional que apoye la solución de necesidades regionales y mundiales apuntalando la educación y la investigación con otros países.

Las personas, los docentes, los estudiantes son seres humanos que no poseen características digitales, sin embargo, a lo largo de los más de 100 años del uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en su forma digital, los humanos se han apoyado en estas herramientas para comprender su entorno de una forma cada vez más sencilla y muchas veces más económica. Las TIC digitales representan formas que mejoran los procesos de información y comunicación. La cuarta revolución industrial ha incorporado el uso de las TIC incluidas las tecnologías digitales² en prácticamente cualquier sector de la economía. Adicionalmente, las telecomunicaciones han hecho factible que a través de la banda ancha e Internet, se interconecten las TIC y los procesos que representan sean capaces de mejorar los sistemas de información y comunicación con diversos objetivos y fines. Además, los datos constituyen la fuente primaria de la digitalización, son el oro del siglo XXI y su gestión y gobernanza será clave para la toma de decisiones y la operación eficiente de modelos de transformación digital. Hoy en día, los seres humanos y ahora las máquinas podemos interactuar y entender nuestros entornos a través de las interfaces y dispositivos digitales que han sido creados y que evolucionan vertiginosamente a través de la innovación y la incorporación de los procesos de transformación digital en las organizaciones tanto públicas como privadas.

Las instituciones de educación superior no son ajenas a esta evolución y a la transformación digital. Desde hace ya más de 30 años desde la

² Las tecnologías digitales forman parte del universo de las tecnologías de la información y la comunicación

incorporación del Internet en la academia, se han creado en las IES, infraestructuras tecnológicas a partir de las TIC y más recientemente en la tecnología digital, interconectándose a través de infraestructuras de telecomunicaciones con objeto de incrementar su colaboración e intercambio de información y conocimiento más allá de sus fronteras. Además, han conformado proyectos colaborativos de investigación de punta y hace un par de décadas han incorporado como parte de sus servicios digitales, la educación a distancia. A raíz de la comercialización de Internet, las redes académicas buscan consolidar su infraestructura de conectividad nacional e internacional a través de la constitución de arquitecturas entre las que se encuentran las Redes Nacionales de Educación e Investigación (RNEI) consideradas como bienes públicos nacionales que a su vez se unen a sus pares regionalmente y constituyen redes regionales de educación e investigación como es el caso del Consorcio RedCLARA en América Latina y GÉANT en Europa. Estas infraestructuras proporcionan economías de escala y colaboración en el uso de recursos especializados y contribuyen al desarrollo de proyectos de interconexión y conectividad para poner a disposición de toda la comunidad de educación e investigación infraestructuras como:

1. El Sistema Nacional de Supercómputo para colaborar con PRACE y XSEDE así como con SCALAC en América Latina y el Caribe.
2. El Laboratorio Tier 1 CERN-LHC en ICN-UNAM (Ciudad de México).
3. La Estación Satelital en Chetumal para el Repositorio de Imágenes Satelitales.
4. Consolidar las Infraestructuras Académicas Grid y Cloud de México.
5. Red Nacional de IXP.
6. AMP BACKBONE: AmLight - Mexico Pathways.
7. Aplicaciones de la RNEI que se han desarrollado desde su integración.

Visto lo anterior, el objetivo principal es mostrar la relevancia de la infraestructura tecnológica y la conectividad en las Instituciones de Educación Superior como pilar y eje para la transformación de la Educación, presentando a las instituciones educativas un modelo de gestión de infraestructura tecnológica, como una guía básica y general para orientarse en nuevos proyectos de infraestructura, así como para reflexionar en su quehacer cotidiano sobre los aspectos de la infraestructura existente, el modelo está basado en buenas prácticas, por tanto puede ser adoptado sin importar el tamaño de la organización.

El presente documento constituye el primer entregable del Eje 4 del Equipo Colaborativo para la Transformación Digital de la Educación (*EduTraDi*). Véase Imagen 1.

EJES TRANSVERSALES



IMAGEN 1 OCHO EJES ESTRATÉGICOS DE LA AGENDA PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES DIGITALES EN MÉXICO. FUENTE: EDUTRADI, 2020

2. INTRODUCCIÓN

Hoy en día es difícil imaginarnos cualquier actividad humana sin la interacción con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). No se puede negar el aumento en el uso de las TIC digitales, en años recientes y sobre todo por la pandemia COVID-19. La educación ha sido tocada tanto de forma estructural como en su ambiente de aprendizaje e investigación. Lo que ha llevado a la evolución de la educación que va desde la educación 1.0 hasta la educación 5.0, con un enfoque hacia la transferencia de conocimiento que ha sido codificado de diferentes formas, por ejemplo, libros, artículos, experiencia del docente, entre otras y actualmente en blogs, videos, podcast etc.

Esta transferencia de conocimiento ha evolucionado conforme lo ha hecho el desarrollo tecnológico, hasta llegar al día de hoy, en donde es imposible ver la transferencia de conocimiento sin usar herramientas tecnológicas o digitales. Y si no directamente en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje (E-A), si como herramientas de apoyo para lograr mejores resultados, el principal apoyo de las tecnologías está en las mejores formas de comunicación, que reducen la entropía del sistema de E-A.

La infraestructura de telecomunicaciones que provee la conectividad a la banda ancha e Internet multiplica los beneficios de las TIC, pues da acceso a través de interfaces y dispositivos a información y aplicaciones para diferentes actividades del proceso de E-A, a la vez que da acceso a información en tiempo real a los tomadores de decisiones sobre la situación del aprovechamiento académico de los estudiantes, para poder intervenir de manera oportuna. Las TIC digitales son las que precisamente dan origen al concepto de transformación digital y una de sus principales características es la conectividad entre interfaces y dispositivos digitales.

De ahí que el presente documento ofrece un modelo de gestión de infraestructura digital que sirva para un contexto como la pandemia ocasionada por COVID-19. Donde se puso de manifiesto la importancia del desarrollo de una infraestructura tecnológica dentro de las instituciones educativas, como acción emergente o en un plan de contingencia y por otro lado, como parte de la estrategia para lograr los objetivos de las instituciones educativas apoyados en una infraestructura digital acorde a sus planes, capacidades y habilidades.

3.METODOLOGÍA

Para el desarrollo del modelo de gestión de infraestructura digital para instituciones educativas, se utilizó una tipología de naturaleza exploratoria - explicativa: (1) exploratoria en tanto que sus resultados permitirán definir preguntas sobre las que profundizar en análisis posteriores; y (2) explicativa en tanto que se identifican y refieren acciones al alcance de las instituciones educativas de acuerdo a su contexto (O’Cathain, 2010; Archibald, Radil, Zhang & Hanson; 2015), las etapas fueron:

Metodología Tipología Exploratoria – Explicativa



IMAGEN 2 METODOLOGÍA

1. **Conformación del grupo de expertos, académicos y líderes** en temas de conectividad, seguridad e infraestructura tecnológica que realizaron reuniones semanales de discusión y análisis de las temáticas relacionadas con la infraestructura y conectividad en instituciones educativas de todos los niveles, con énfasis en la educación superior, para identificar la pertinencia de los contenidos.
2. **Un análisis documental**, conjunto de operaciones encaminadas a representar un documento y su contenido, bajo una forma diferente, se realizó una revisión de la literatura científica y profesional, en las bases de datos: EBSCO, GALE, ProQuest, Scielo, Redalyc y ScienceDirect, además de una revisión de los estudios que han surgido en nuestro país y en América Latina, de los cuales varios fueron detonados por la pandemia, en torno los conceptos de Infraestructura y conectividad para la transformación de la educación.
3. **Redacción del documento** con el contenido definido por el grupo de trabajo, considerando las participaciones y aportaciones de dos expertos.
4. **Revisión de los pares**, posterior a la redacción se contó con el apoyo de seis expertos para la revisión y observaciones del documento, quienes se encuentran colaborando en el eje 4 de infraestructura y conectividad, del equipo colaborativo para la transformación de la Educación, EduTraDi.

4. ANÁLISIS DEL CONTEXTO

Existe una expectativa respecto al papel de las tecnologías en todos los países para “hacer que la tecnología trabaje para nosotros y para sacar lo mejor de ella” ya que estamos entrando a una era post digital en la que las Instituciones Educativas “no serán más que uno de los múltiples lugares de aprendizaje, que seguirán coexistiendo con otras fuentes de adquisición de conocimientos, como las plataformas sociales en línea, la transmisión de audio interactiva por parte de la comunidad, y los cursos a la carta ofrecidos de forma independiente por educadores, profesionales y artistas” (UNESCO, 2021).

A pesar de estas expectativas existe una situación que denota, por un lado, la dificultad de los gobiernos para diseñar e implementar políticas que puedan aprovechar las oportunidades y cosechar los beneficios de la conectividad a la banda ancha e Internet, y por el otro, expone una incapacidad de los agentes presentes en el mercado para poder ofrecer acceso a la banda ancha e Internet asequible a una parte sustancial de la población (Internet Society, 2018).

En México las telecomunicaciones son un sector importante para la economía, pues impactan en distintos ámbitos como la cultura, la educación y la salud, están altamente relacionadas con el desarrollo de procesos productivos de diversas actividades económicas. Dada su importancia, todos los países hacen esfuerzos para ampliar su infraestructura e incrementar los niveles de cobertura, transporte y acceso y en la educación también las telecomunicaciones juegan un papel preponderante, pues permiten tener mejores recursos educativos, sin embargo, México está muy lejos de contar con una verdadera conectividad, como lo demanda la Educación 5.0.

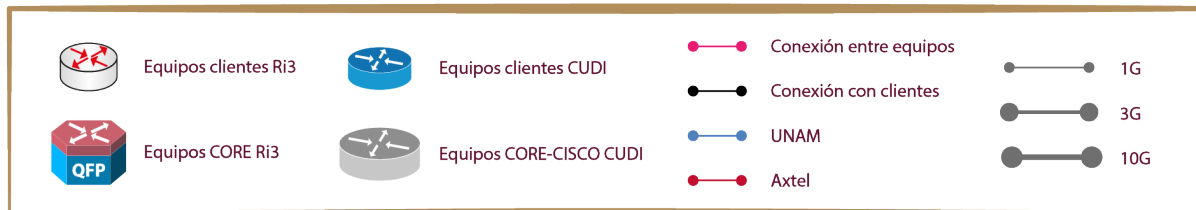
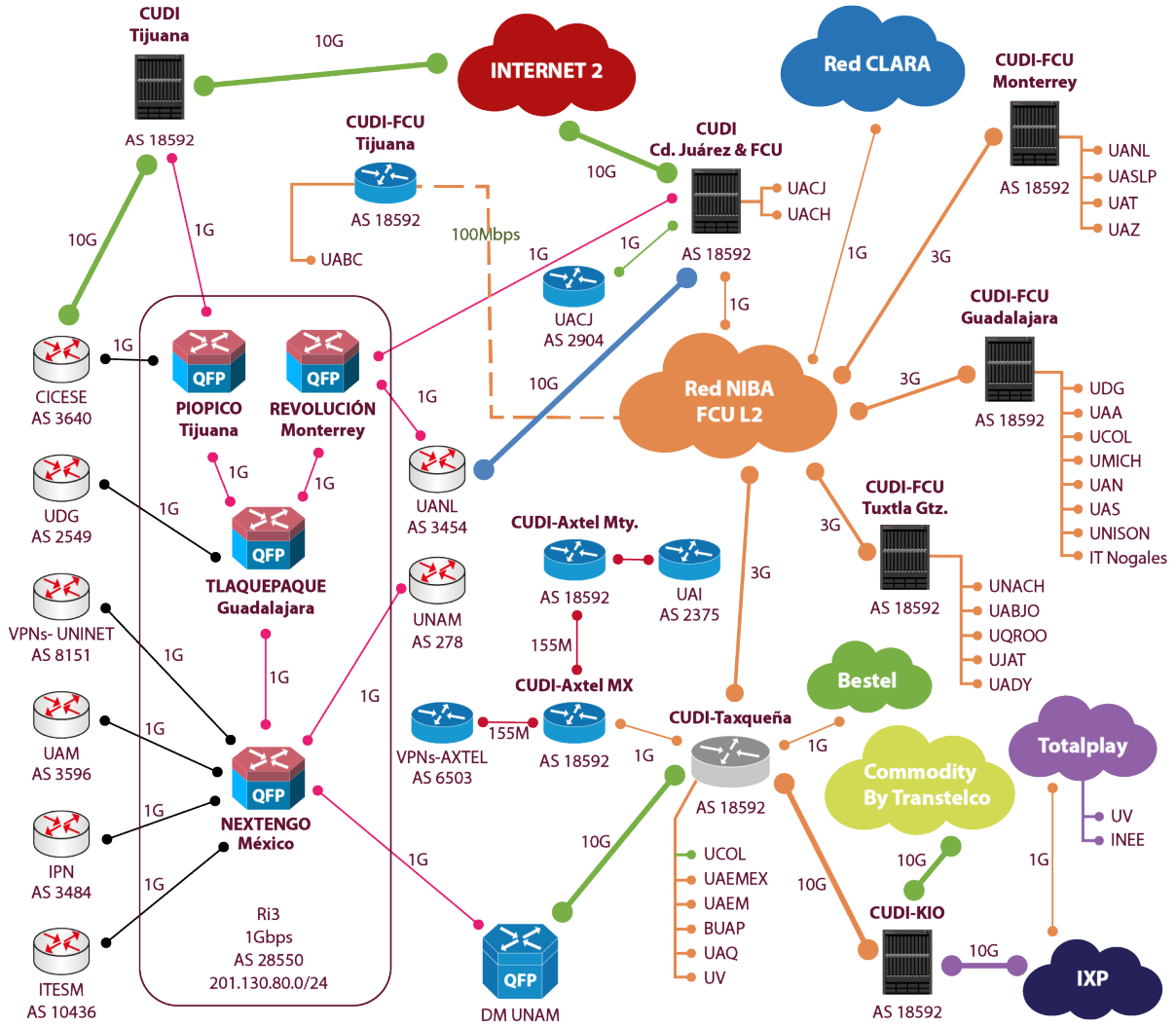
Con gran reiteración se menciona en distintos foros que las Universidades del país además deben contar con una infraestructura de TIC equiparable

a las redes más avanzadas del mundo y aprovechar este potencial para elevar la calidad de la educación a través de estrategias que permitan aprendizajes significativos en las diversas modalidades, utilizando las tecnologías emergentes. Estos debates en torno al rol que deben asumir las IES y acerca de su infraestructura interna de TIC lleva a diversas posturas:

1. Quienes la consideran como bienes primarios (commodity) pues solo las identifican para soporte operacional y no ven la necesidad de administrarlas o externalizan esta administración.
2. Quienes la ven como un habilitador, en un enfoque holístico que permite contribuir a la implementación de un sistema de gobierno de TIC. Cabe recordar que han existido iniciativas que fueron beneficiosas para las Instituciones Educativas como el proyecto México Conectado, fundamentado en el artículo 213 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, que además de apoyar a las IES, permitió que llegara la conectividad a zonas marginadas y remotas. También es importante destacar que se fortaleció a la Red Nacional de Educación e Investigación (RNEI), con el proyecto Red Nacional para impulso a la Banda Ancha (Red NIBA), y el proyecto para contar con 40 redes metropolitanas de alta capacidad. Ambos proyectos fueron impulsados a través de la SCT durante el período 2011 - 2019. A través de este proyecto, la RNEI gestionó el Fondo de Conectividad Universitaria (FCU), instalando equipos de CORE dentro de los Hoteles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) para recibir los enlaces propios de las Instituciones de Educación Superior. Con este proyecto se beneficiaron a más de 108 campus de IES y CI para su conexión hacia CUDI y hacia las RNEI internacionales (Internet 2 y Red CLARA), los diagramas 1 y 2 ilustran estos dos proyectos de fortalecimiento de la infraestructura y conectividad de la RNEI.

Red CUDI

AS 18592
 200.23.60.0/24
 201.139.176.0/21
 187.251.0.0/16



NOC CUDI 2019

DIAGRAMA 2. RED NACIONAL DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN + FCU (AÑO 2019)

En todos estos esfuerzos ha sido imprescindible la colaboración interinstitucional, así como el apoyo de políticas públicas de largo aliento para lograr la disponibilidad de infraestructuras y conectividad capaces, seguras y capilares que garanticen la calidad, ancho de banda, el acceso a Internet. Las IES mexicanas requieren contar con redes digitales de telecomunicaciones y TIC de alta disponibilidad y baja latencia para constituirse como una RNEI totalmente operacional. Sin embargo, la pandemia obligó al confinamiento e hizo evidente la necesidad de conectividad digital en los hogares para acceder al teletrabajo y la enseñanza a distancia. También quedó manifiesta la brecha digital en la educación y el reto demográfico, se vio la importancia de la interconexión global y de infraestructuras TIC digitales de carácter transfronterizo y la necesidad desplegar redes 5G.

En el contexto de la pandemia causada por la COVID-19, la rápida incorporación de las TIC ha exigido un esfuerzo considerable a todo el personal de las instituciones educativas, marcando el inicio de un cambio radical. La suspensión de clases ocasionada por la pandemia demandó en forma urgente la migración hacia la docencia virtual, se hacían patentes, como nunca antes, las abismales diferencias derivadas de la brecha digital en América Latina entre los estudiantes urbanos más acomodados con acceso a dispositivos móviles, computadoras y altos niveles de conectividad, y aquellos otros ubicados en áreas rurales o económicamente empobrecidas, con menor capacidad adquisitiva para acceder a dispositivos móviles, computadoras y conectividad, y, con mayor frecuencia de la deseable, sin conectividad o con conectividad deficiente. (Paredes, 2018; Engel & Colle 2022; Castañeda, Ponce & Vicario 2020).

Durante la pandemia, en el año 2021, las áreas de adquisiciones en las instituciones educativas, se vieron en la situación de priorizar el mantenimiento de la conectividad y la infraestructura tecnológica para

dar continuidad a sus servicios, por lo que implementaron diferentes formas de combinatoria de recursos de infraestructura como: optimizar los recursos propios, implementar y/o tercerizar infraestructura y servicios cuando fue necesario, lo que responde con toda claridad a modelos híbridos de adquisición de infraestructura.

La adquisición de la infraestructura tiene una estrecha relación con los planes de infraestructura, ya que en ellos las instituciones establecen la ruta y los recursos de conectividad e internet que requieren para proporcionar sus servicios educativos. En los estudios realizados a nivel regional por RedCLARA, dirigidos a Instituciones de Educación Superior (IES), se observa que los planes de infraestructura tecnológica aún no son ampliamente adoptados por las IES, pues en el estudio realizado en 2019 un 14% de las IES participantes indicaron contar con estos planes, mientras que para el estudio del 2021 un 38% de las instituciones habían adoptado los planes. Las IES mexicanas que participaron en este estudio señalan que solo el 26% ya cuenta con un plan de infraestructura tecnológica, lo que aún está lejos de ser la totalidad de las IES.

5. JUSTIFICACIÓN

Se identifican algunos antecedentes de los esfuerzos e iniciativas relacionadas con infraestructura tecnológica y conectividad, encaminados a la disminución de la brecha digital de las IES y la educativa en México, en orden cronológico.

1. El Sistema Nacional e-México fue la principal iniciativa del gobierno federal para la reducción de la brecha digital en México. Propuesto durante la presidencia de Vicente Fox y lanzado en el año 2000 (Pérez y Carabaza, 2011).
2. En el Programa Sectorial de Educación 2007 – 2012, se estableció, como uno de los seis objetivos generales, el “impulsar el desarrollo y utilización de tecnologías de la información y la comunicación en el sistema educativo para apoyar el aprendizaje de los estudiantes, ampliar sus competencias para la vida y favorecer su inserción en la sociedad del conocimiento”. Dentro de este objetivo, uno de los indicadores es el de porcentaje de instituciones públicas de educación superior con conectividad a Internet en bibliotecas, que esperaba cumplir en el 2012 con el 100% de las escuelas. (Brenal, 2010).
3. En el año 2016 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) lanza el programa México Conectado, programa instaurado por la Administración Pública Federal. El Programa presupuestario tenía como objetivo contribuir a garantizar el derecho constitucional de acceso al servicio de Internet de banda ancha (Artículo 6° Constitucional). Para lograrlo, este programa desplegó redes de telecomunicaciones que proveen conectividad en los sitios y espacios públicos, tales como escuelas y universidades, centros de salud, biblioteca, centros comunitarios y parques, en los tres ámbitos de gobierno: federal, estatal y municipal (Consultores internacionales, S.C., 2017).

4. De acuerdo con lo señalado por Trejo (2020), durante el Gobierno de Enrique Peña Nieto en el período de los años 2012 al 2018 se promovió una política de inclusión digital.

Como parte de la justificación se debe considerar que la conectividad digital abre una enorme posibilidad a las instituciones educativas, pero en particular a las de Educación Superior que pueden participar en propuestas de soluciones innovadoras a problemas en todos los ámbitos para asumir su responsabilidad social. La infraestructura y conectividad de la institución educativa debe satisfacer los objetivos actuales y estar preparada para nuevas implementaciones que le permitan enfrentar retos futuros.

Las tendencias a incorporar nuevas tecnologías, mayores anchos de banda, así como la generación cada vez mayor de información, requiere de una infraestructura que permita la adaptación a esta nueva realidad. Durante la mayor crisis ocasionada por la pandemia, la infraestructura desempeñó un papel fundamental para conseguir que las instituciones siguieran ofreciendo sus servicios educativos.

Si bien los temas de infraestructura y conectividad deben ser transparentes para los usuarios, no así para los distintos actores que intervienen en la toma de decisiones sobre la transformación educativa del país, ya que la brecha digital en las Instituciones de Educación Superior trasciende las fronteras institucionales por lo que se hace necesario considerar una política educativa en México que permita su disminución. La reducción de la brecha digital implica la suma de esfuerzos y voluntades de muchos actores involucrados: gobierno, academia, asociaciones y operadores de redes entre otros. De acuerdo con la agenda digital del Gobierno del Estado de Colima (2021), la función de los gobiernos y de todas las partes interesadas en el desarrollo de los estados demanda considerar como ejes para lograr el acceso universal a las TIC:

- Dotar de Infraestructura de conectividad y Telecomunicaciones.
- Creación de capacidades.
- Contar con un marco de habilidades digitales.

Ante los escenarios futuros, las instituciones educativas deben garantizar que la integración de las TIC digitales en la educación esté bien respaldada, de modo que los estudiantes y los profesores sepan lo que significa realmente conectarse a Internet. El mega cambio hacia una enseñanza y aprendizaje en línea e híbrido, inspirado por la pandemia, ha demostrado los efectos revolucionarios de la tecnología en el ámbito educativo. (Internet Society, 2022; UNESCO, 2021).

6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La pandemia ha puesto de manifiesto “la necesidad de reducir la brecha digital para que nadie se quede atrás” (UNESCO, 2021). La educación debe abogar por el derecho a la conectividad, a un dispositivo y a una red para que la digitalización continúe democratice el acceso y apoye mejores experiencias para estudiantes y profesores. La superación de las brechas digitales también requerirá la creación de sistemas y estructuras para la resiliencia (UNESCO, 2021).

Los problemas derivados de la brecha digital, normalmente sufrida por los grupos más vulnerables de la región de América Latina, ha sido tratada como una falla de mercado en la que los grandes operadores y los gobiernos buscan otorgar soluciones a esta problemática con base en proyectos de despliegue de infraestructura que han sido exitosos en zonas urbanas (Internet Society, 2018).

En el caso de la Educación Superior, en los resultados de la encuesta de continuidad académica realizada por la ANUIES, en el año 2020, en la cual participaron alrededor de noventa IES del país, se identifican como retos a afrontar la brecha digital y a la falta de cultura digital (Ponce López, J.L., Gutiérrez Díaz de León, L.A. y Castañeda De León, L.M., 2020).

También se observa que en México de acuerdo con los resultados del INEGI de la encuesta nacional sobre disponibilidad y uso de TI en los Hogares (ENDUTIH), solo el 44% de los hogares mexicanos tienen una computadora. Además, tan solo el 56% hace uso de Internet. (INEGI, 2019) Analizando el contexto, así como la problemática, se elaboró un árbol de problemas de infraestructura y conectividad en las instituciones educativas con sus causas y consecuencias, que se presenta en la imagen 2.

Infraestructura y conectividad en las instituciones educativas

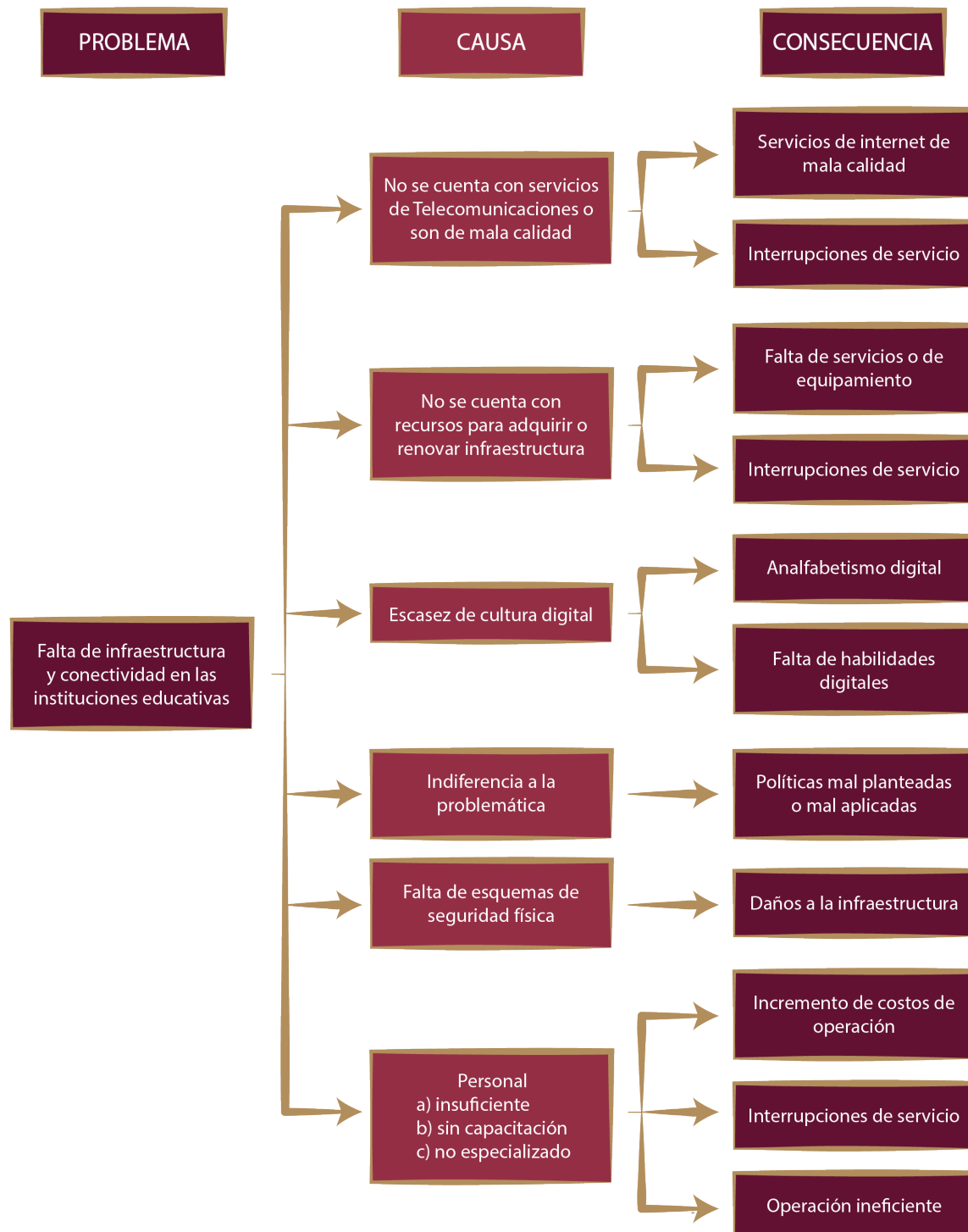


IMAGEN 3. ÁRBOL DE PROBLEMAS DE INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA Y CONECTIVIDAD EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS.

7. MODELO DE GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA DIGITAL DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS

En esta sección se presenta una de las propuestas para abordar la problemática planteada desde la perspectiva de la gestión de infraestructura digital en las instituciones educativas, se incluye un modelo basado en buenas prácticas, construido a partir de la literatura y conocimientos de expertos de las IES.

Existen diversos esquemas para proveer servicios de infraestructura de TIC virtualizados, a través de una administración de infraestructura como servicio o infraestructura propia desplegada por la institución, sin embargo el reto es mantenerla actualizada y robusta para atender oportunamente las prioridades institucionales en el corto y mediano plazo considerando la continuidad de los servicios, por ello el diseño e implementación de la infraestructura debe considerar cada componente de la misma como parte de un todo.

Las reflexiones que han surgido en torno a la relación que existe entre el talento humano que se encarga de operar la infraestructura y conectividad, y el contar con la infraestructura adecuada para implementar los proyectos de TIC y los proyectos de transformación digital educativos, son relevantes para poder analizar los modelos de operación requeridos.

Un modelo de operación de infraestructura tecnológica, considera elementos de gestión de la tecnología, el talento humano y la tecnología requerida, además otorga las herramientas necesarias para asegurar la continuidad del servicio educativo (Gutiérrez, 2017). En la imagen 3 se representa gráficamente un modelo de operación de la infraestructura.

Elementos del modelo

Modelo de gestión de infraestructura digital de instituciones educativas

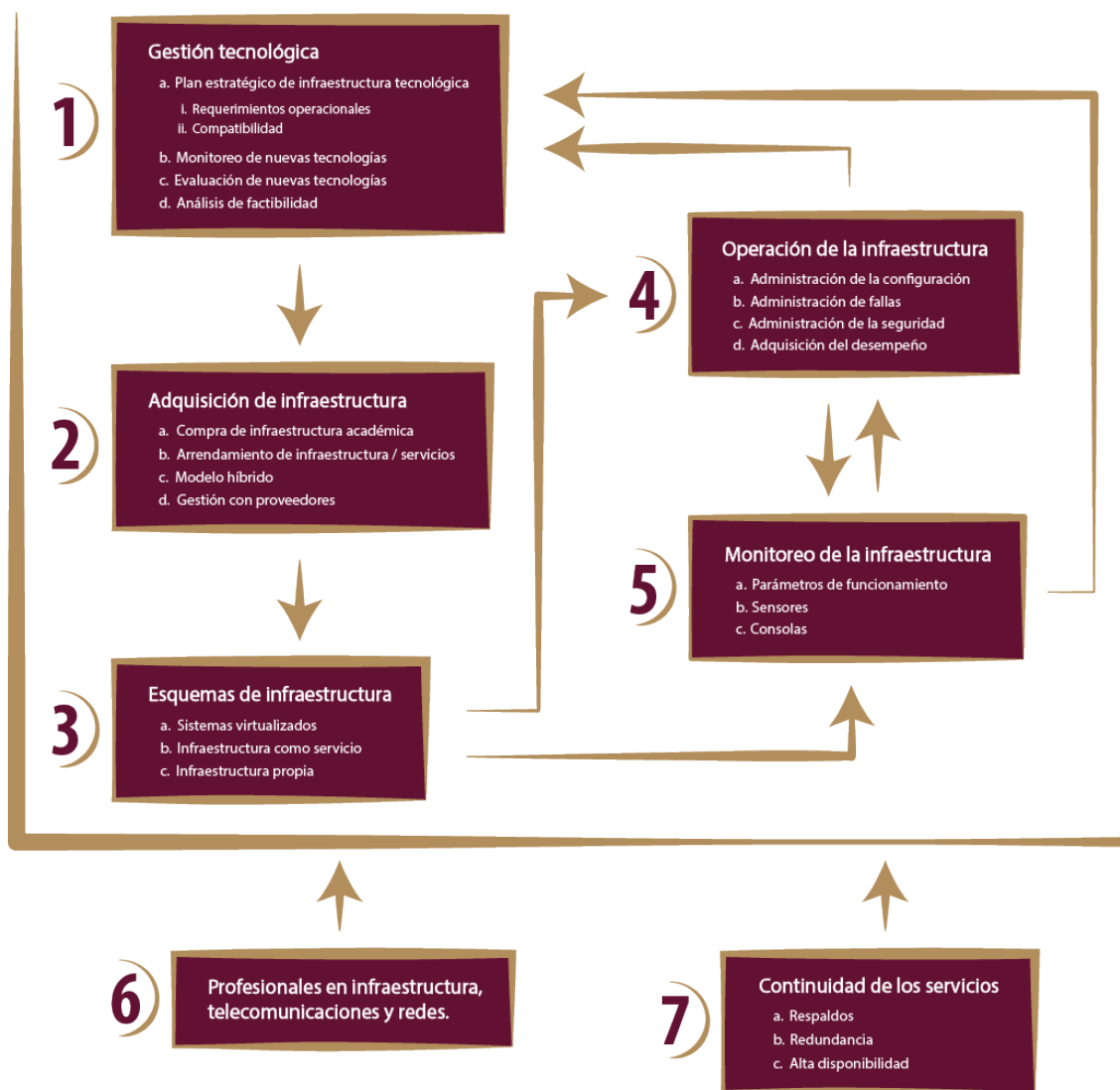


IMAGEN 4. MODELO DE GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA DIGITAL DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS.

Se describen los elementos planteados en el modelo a considerar por una institución educativa para gestionar su infraestructura tecnológica y conectividad, este modelo puede ser utilizado sin importar el tamaño de la institución, aunque a mayor tamaño, mayor complejidad para cumplir con los requisitos de cada uno de los elementos.

1. Gestión Tecnológica

a. Plan estratégico de infraestructura tecnológica. Es un elemento medular en un sistema de gobierno de TIC de la institución, pues debe ser elaborado de acuerdo a los requerimientos institucionales, por lo que tiene un alto impacto en el soporte a los servicios digitales de la institución. En su elaboración se tiene que tomar en consideración los requerimientos para cumplir con los objetivos institucionales y la compatibilidad para que funcione con la red existente y dispositivos existentes.

b. Monitoreo de tecnologías. Debido a la velocidad con la que van cambiando y surgen nuevos dispositivos, el equipamiento de red y la ciberseguridad, es necesario que la Institución, durante la planeación y al momento de una nueva adquisición pueda contar con un rango de opciones, producto de la vigilancia tecnológica, a fin de poder elaborar escenarios para tomar decisiones acerca de las tecnologías a incorporar.

c. Evaluación de tecnologías. Como parte del proceso de selección y aseguramiento del comportamiento esperado con los servicios de la institución es importante considerar, como parte de la gestión con proveedores, el realizar pruebas de desempeño con las tecnologías, especialmente las costosas o complejas en su implementación, antes de tomar la decisión de incorporarlas a la institución.

d. El análisis de factibilidad. Deberá realizarse con los resultados y comparativos de los distintos escenarios, producto del análisis de requerimientos, monitoreo y evaluación de las tecnologías a incorporar en la institución.

2. Adquisición de infraestructura.

a. Compra de infraestructura académica. Las necesidades de renovación de la infraestructura tecnológica se dan por la obsolescencia de los componentes y equipamiento de las instituciones y las estrategias

comerciales, ya que cuando no se logran actualizar los componentes tecnológicos comienzan a presentarse deficiencias en la calidad de los servicios de TIC proporcionados; tecnológicamente se comienzan a presentar incompatibilidades con los nuevos dispositivos que los usuarios van incorporando en su trabajo cotidiano.

b. Arrendamiento de infraestructura / servicios. Ante los cambios en las políticas de inversiones, motivados por la pandemia, se hace necesario fortalecer los modelos de adquisición existentes y considerar arrendamientos de infraestructura, de servicios de nube y externalización de servicios como parte de estos nuevos modelos. En los resultados de la encuesta a IES realizada por la ANUIES se encontró que tres de cada cinco instituciones informan tener contratado servicios de arrendamiento de infraestructura de TIC. (Ponce 2021).

c. Modelo híbrido. La disminución de recursos para la educación y el incremento de recursos en línea han sido dos de las principales variables que motivaron el uso de esquemas híbridos, donde las instituciones han tenido tanto que acudir a externalizar servicios como a desarrollar y utilizar sus propios recursos, como ejemplos observamos el aumento en los servicios de arrendamiento en equipo de impresión, y la utilización simultánea de servicios tanto *on premise* como en la nube.

d. Gestión con proveedores. Las buenas prácticas para el Gobierno de TIC establecen como mandatorio la administración de los proveedores, lo cual involucra diseñar y publicar una política que oriente sobre los diferentes tipos de relación con los proveedores; establecer acuerdos de nivel de servicio con todos los proveedores de TIC, entre otros elementos.

3. Esquemas de infraestructura

a. Sistemas virtualizados. Este esquema permite prescindir de un espacio físico al cual se le deba dar mantenimiento, se ha comprobado que se

ahorran costos de: mantenimiento de infraestructura, instalaciones eléctricas, instalaciones de respaldo, climatización y personal de soporte. Una de sus ventajas es la escalabilidad y el aprovisionamiento de manera casi inmediata.

b. Infraestructura como servicio. Este esquema permite combinar arquitecturas y soportes virtualizados sobre la infraestructura propia. Permite implementar soluciones sin pasar por la curva de aprendizaje que se requiere al implementar sistemas propios, es importante considerar la viabilidad económica y si se elige combinarlo con infraestructura propia se deben cubrir las necesidades de capacitación y personal.

c. Infraestructura propia. Al elegir este esquema se debe considerar todos los requerimientos de garantías, mantenimientos y espacios adecuados para la implementación que permita mantener la continuidad y disponibilidad de los servicios. Se requiere personal calificado para resolver la operación del día a día. Si se cuenta con personal especializado se aporta valor a la institución al no tener que pagar a proveedores especializados modificaciones a la arquitectura implementada.

4. Operación de la infraestructura

a. Administración de la configuración. Uno de sus objetivos es: establecer parámetros de funcionamiento que le permitan ajustar la configuración de todos los recursos de la red

b. Administración de fallas. Consiste en identificar, diagnosticar, anular, solucionar e informar sobre las fallas que ocasionan problemas de conectividad y de rendimiento en la red, así como la posible pérdida de información que se transfiere o transmite en la misma.

c. Administración de la seguridad. Las metas y los requerimientos de seguridad se establecen a partir de análisis de amenazas físicas y

ambientales y los recursos de infraestructura y conectividad que necesitan protección.

d. Administración del desempeño. Puede ser considerada como una continuación sistemática de la administración de fallas, su objetivo es que el sistema como un todo se comporte bien, es decir la calidad del servicio. La calidad de servicio es un mecanismo para establecer una interfaz que permita "negociar" entre el proveedor de servicios (es decir, el responsable de la red de comunicaciones) y el cliente (el usuario de los servicios, en este caso la institución educativa).

5. Monitoreo de la infraestructura y conectividad. Los eventos claves serán registrados y se integrarán mecanismos de monitoreo automático para ello se utilizarán:

a. Parámetros definidos por la administración de desempeño.

b. Sensores que permiten alertas inmediatas en caso de eventos relacionados con temperatura, humedad, movimiento, humo u otras necesidades de monitoreo de la institución.

c. Consolas de administración y otros componentes que faciliten el monitoreo de temperatura y humedad, sensores de humo, entre otros elementos.

6. Profesionales de infraestructura, telecomunicaciones y redes. Responsables de la planeación estratégica y táctica de la ingeniería, operaciones y mantenimiento de la infraestructura y conectividad.

7. Continuidad de los servicios. Las instituciones educativas requieren contar con estrategias de continuidad basadas en una gestión de los riesgos, así como una identificación de responsables en la estrategia de continuidad de la organización. Esto incluye políticas, planes y

procedimientos de respaldos, construir infraestructuras y conectividad redundantes y de acuerdo al tamaño y características de la institución, el contar con infraestructura de alta disponibilidad.

Es importante hacer conciencia a las instituciones educativas que para dar seguimiento a los puntos 4, 5 y 6, es necesario definir áreas especializadas o contar con servicios externalizados de NOC, SOC y/o CSIRT, para deslindar responsabilidades, en el caso de las Instituciones de Educación Superior, esto puede ser realizado con personal de la misma institución, si se cuenta con la capacidad.

Indicadores de infraestructura y conectividad

Las instituciones educativas deben disponer de recursos y capacidades para la madurez digital, entre ellos los recursos humanos y la infraestructura tecnológica que proporcione el mejor soporte para desplegar dichas iniciativas. Estas infraestructuras tecnológicas deben diseñarse de manera que tengan una potencia suficiente y que puedan ser compartidas en las redes en las que participa la institución. Soluciones como los laboratorios de investigación virtuales o el uso de laboratorios remotos contribuirán al uso eficiente de estas infraestructuras y ofrecerán soluciones valiosas para la educación. (Llorens, 2022).

Para optimizar el uso compartido de infraestructuras, se debe:

1. Invertir en conectividad, seguridad e infraestructuras tecnológicas necesarias, para proporcionar conexiones de alta velocidad, no solamente en el campus, sino en las redes regionales, nacionales e internacionales.
2. Proporcionar capacidad de computación suficiente para cubrir las necesidades académicas, administrativas y de investigación y conexión a las redes en las que se participa.
3. Implementar infraestructuras de acuerdo a las necesidades de la institución educativa.

La institución necesita una plataforma digital que consolide los sistemas de información actuales y un plan de integración para los sistemas y tecnologías que se van a utilizar en los nuevos proyectos de digitalización y transformación digital. Hace falta descubrir si las capacidades de las infraestructuras actuales son suficientes y diseñar un plan de renovación e incorporación de infraestructuras (propias o como servicio) para los próximos años.

Algunos de los objetivos de la institución educativa necesarios para el cumplimiento de sus funciones, que se relacionan con el fortalecimiento de la infraestructura y conectividad son:

1. Mantener la disponibilidad de servicios y optimizar la seguridad de la información.
2. Disponer de los recursos necesarios y bien distribuidos.
3. Disponer de suficiente financiación para implementar las iniciativas de TI.
4. Ofrecer de manera eficiente los servicios de TI a los usuarios.
5. Capacitar permanentemente al personal y usuarios.

Se presentan el objetivo e indicadores para avanzar a una madurez digital y uso adecuado de los dispositivos y aplicaciones.

Objetivo: planificar los recursos e infraestructuras necesarias para alcanzar la transformación digital.

Indicadores

1. % de presupuesto de servicios TIC centralizado dedicado a mantenimiento de infraestructuras ya en explotación.
2. ¿Dispone la universidad de un inventario actualizado de infraestructuras tecnológicas?

3. ¿Dispone la universidad de un plan de Infraestructuras para renovar e incorporar tecnologías de manera alineada con la estrategia de la universidad?
4. ¿Incluye el Plan de Infraestructuras las tecnologías necesarias para la transformación digital?
5. ¿Existe una política que recomiende la utilización de normas y estándares a la hora de seleccionar la infraestructura TI?
6. ¿Dispone de un plan de mejora de la infraestructura tecnológica de las aulas, laboratorios de docencia, áreas operativas y administrativas a medio y largo plazo?
7. ¿Su institución provee, comparte o utiliza infraestructuras TI (sistemas o aplicaciones) de otras entidades (gobierno, otras instituciones educativas, operadores de redes)?
8. ¿Su institución forma parte de la Red Nacional de Educación e Investigación de su país?

8. IMPORTANCIA DE LA SEGURIDAD FÍSICA: INFRAESTRUCTURA Y CONECTIVIDAD

El primer paso a considerar en un esquema de seguridad, que muchas veces no recibe suficiente atención, es la seguridad física - las medidas que se usan para proteger las instalaciones en las que reside un sistema de cómputo: llaves, candados, tarjetas de acceso, puertas, ventanas, alarmas, vigilancia, etc., sin embargo las incidencias de seguridad que se presentan frecuentemente son: 1) fallas en energía eléctrica, 2) incidentes con agua, humedad y temperaturas extremas, 3) fallas en equipos por condiciones ambientales inadecuadas, 4) desastres naturales (inundaciones, sismos, huracanes, etc.) e 5) incendios. Los avances en la aplicación de alguna metodología de gestión de riesgos, en la implantación de planes de recuperación de desastres y en la puesta en marcha de planes de continuidad de negocio que incluyen análisis de impacto tienen un lento avance en las Instituciones educativas. Se deben considerar las normas: NOM-001-SEDE-2012 sobre instalaciones eléctricas y NMX-I-30129-NYCE-2020 sobre Tecnologías de la información-Redes de unión a tierra de telecomunicaciones para edificios y otras estructuras.

Existe una necesidad de hacer visible la importancia de gestionar los riesgos asociados a la infraestructura, los centros de datos y las telecomunicaciones. Estos riesgos deben ser considerados tanto en los planes de continuidad como en la gestión de riesgos de la Institución.

Algunas recomendaciones muy generales y básicas respecto a la seguridad física incluyen:

1. Mantener los equipos de cómputo y telecomunicaciones alejados del fuego, humo, polvo y temperaturas extremas.
2. Colocarlos fuera del alcance de rayos, vibraciones, insectos, fauna, ruido eléctrico (balastras, equipo industrial, etc.), agua, etc.
3. Mantenerlos alejados de alimentos.

También cobra relevancia revisar los planes de recuperación de desastres, pues es probable que los riesgos y desastres físicos ocasionados por los fenómenos meteorológicos se incrementen en las Instituciones Educativas de acuerdo a los cambios climáticos, sus edificaciones, ubicación y condiciones geográficas. (Díaz, 2021).

La Institución Educativa debe establecer políticas relacionadas con la seguridad de la infraestructura física, algunos ejemplos de estas políticas se presentan a continuación:

1. La institución destinará un área que fungirá como centro de telecomunicaciones donde ubicará los sistemas de telecomunicaciones y los servidores.
2. El centro de telecomunicaciones deberá ser un área restringida y con acceso solo a personal autorizado.
3. El centro de telecomunicaciones debe contar con un esquema de protección eléctrica para minimizar el riesgo de daños físicos de los equipos.
4. Se deberán considerar los estándares vigentes de cableado estructurado durante el diseño de nuevas áreas o en el crecimiento de las áreas existentes.
5. Las visitas deben portar una identificación y estar acompañadas cuando menos por un responsable de la institución asignado por el responsable de la infraestructura.
6. Contemplar en la medida de las posibilidades, el uso de fuentes de energía renovables.

Ejemplo de consideraciones para un sitio de telecomunicaciones y un esquema de protección eléctrica como parte del estándar establecido por la institución educativa.

Sitio de Telecomunicaciones

Esquema de Protección Eléctrica

Espacio exclusivo para los equipos de Telecomunicaciones y servidores.

Acceso restringido.

Limpieza al menos una vez por semana.

Estar libre de contactos e instalaciones eléctricas en mal estado.

Contar con al menos un extinguidor de incendio adecuado y cercano al centro de telecomunicaciones.

Climatización.

Terminal aérea si se cuenta con torre.

Instalación y monitoreo de eventos.

Sistema de Tierras físicas.

Supresores de corriente.

Protectores de las líneas de datos.

No-breaks.

Barras de tierra.

Backbones principales y secundario que contemplen ducterías, registros.

También es importante considerar la guía de infraestructura de telecomunicaciones elaborada por la SCT y PROMTEL donde se describen los estándares y especificaciones técnicas para las instalaciones de

antenas, torres y fibra óptica. En la imagen 4 se presenta un ejemplo de las ilustraciones contenidas en la guía.

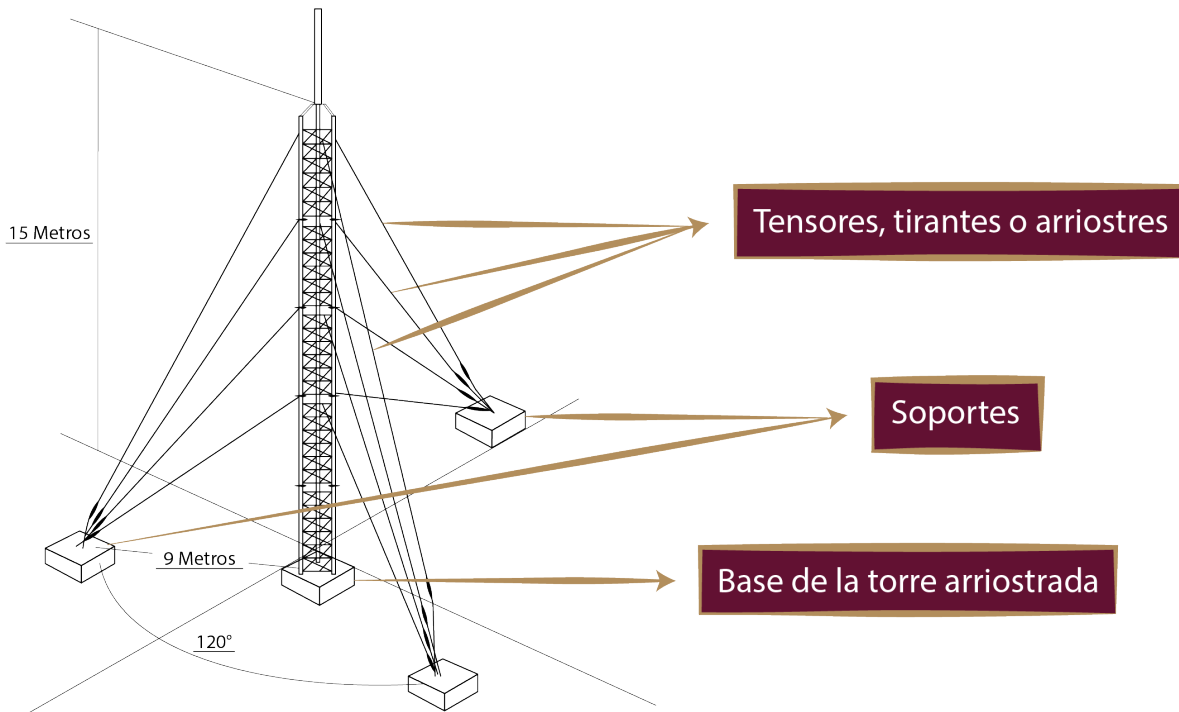


IMAGEN 5. EJEMPLO DE TORRE DE COMUNICACIONES ARRIOSTRADAS.
FUENTE: SCT & PROMTEL, 2019.

Acciones estratégicas

Algunas de las acciones estratégicas para fortalecer la seguridad en la conectividad e infraestructura tecnológicas de las IES, propuestas por Díaz & Olmos (2021) son:

1. Se requieren políticas y lineamientos institucionales que incluyan la participación de los expertos en infraestructura de las áreas de TIC en los comités de obras públicas. Algunos de los trabajos conjuntos son el diseño y la seguridad de las instalaciones, caminos y nuevas edificaciones, proyectando nuevos consumos de energía y generando esquemas que permitan la señalización adecuada de las rutas de fibra óptica, el aseguramiento de los registros y la integración de la documentación.
2. Adoptar buenas prácticas de cableado estructurado y la protección eléctrica y climatización.

3. Diseño de las mejores trayectorias de cableado y la ubicación de áreas de cómputo, así como en la ubicación de equipo de TIC en nuevos edificios. Elección de las mejores ubicaciones para prevenir algún daño por explosión o inundación, y contar con instalaciones alternas para la operación emergente.
4. Un plan de continuidad de los servicios educativos, inherente a los fenómenos atmosféricos de cada región.
5. Utilizar las tecnologías de virtualización y de la nube en los planes de continuidad.
6. Establecer procesos de comunicación efectivos, que permitan hacer notificaciones al personal y proveedores durante un desastre con las infraestructuras.

Para otorgar la importancia requerida a la seguridad física y a la gestión de riesgos asociados a la infraestructura y conectividad en las instituciones educativas se deben establecer canales de comunicación y programas de concientización apropiados para las áreas de TIC, actores estratégicos y directivos. Se debe promover la planeación, implementación y puesta en operación de metodologías de gestión de riesgos, planes de continuidad y disponibilidad de los servicios de TIC, así como, la reducción de costos asociados a incidentes de seguridad física.

9. TRANSFORMACIÓN DE LA EDUCACIÓN

La infraestructura como pilar

En nuestro país los ejes principales de las telecomunicaciones que se requieren abordar en el marco de la transformación de la educación son:

1. La ampliación de los derechos fundamentales.
2. Una mayor cobertura, infraestructura y estrategias.
3. Políticas de inclusión digital.

1. La ampliación de los derechos fundamentales

En junio de 2013 se promulgó la Reforma Constitucional en materia de telecomunicaciones. Su artículo 6º reconoce el acceso universal a las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) como derecho universal que el Estado debe garantizar. Estas iniciativas plantean el objetivo de democratizar el acceso a instrumentos como Internet y banda ancha y aprovechar al máximo estas herramientas e implementar el uso de las TIC en la vida diaria de la sociedad.

También se ha promovido la generación de un índice de desarrollo digital, cuyo resultado en la escala nacional para el pilar de Infraestructura arroja una puntuación de 51, sobre un total de 100 puntos, en el año 2021. Esto implica que el país cuenta con un avance importante en el despliegue de infraestructura de calidad y asequible, sin embargo, aún falta mucho por hacer. Es importante hacer notar que, como país, México se encuentra rezagado en la existencia y desarrollo de infraestructura para el procesamiento, almacenamiento e intercambio de datos. Sin infraestructura de datos será muy complicado, si no es que imposible, que el país compita globalmente en los mercados y servicios de big data, inteligencia artificial, blockchain, ciberseguridad, servicios en la nube e Internet de las cosas, entre otros (CMD, 2021).

Para avanzar en este acceso universal se requiere impulsar un proceso de despliegue de infraestructuras y de conectividad digital que beneficie a las instituciones educativas, y que esta conectividad les permita el procesamiento, almacenamiento e intercambio de datos, esta infraestructura es indispensable para impulsar la adopción y desarrollo de las actuales y de las nuevas tecnologías digitales y reducir sus costos de implementación y operación.

2. Una mayor cobertura, infraestructura y estrategias.

En la actualidad existen 132 Redes Nacionales de Educación e Investigación (RNEI) en el mundo, con inversiones anuales multimillonarias en infraestructura. Las RNEI otorgan tránsito gratuito entre ellas, gracias a ello se han convertido en una infraestructura global para el desarrollo de la ciencia, permitiendo a investigadores de cualquier país colaborar con sus pares y utilizar instrumentos científicos únicos como el acelerador de partículas del CERN y los telescopios de Chile.

En la región de América Latina, RedCLARA fue un proyecto surgido de la Cumbre de Madrid, entre la Unión Europea y los países de América Latina y el Caribe (EU-LAC). El proyecto ha tenido varias rondas de fondeo por parte de la Comunidad Económica Europea: la primera por 12 millones de euros en 2003. La segunda por 18 millones de euros entre 2009 y 2012 y la tercera, a través del Proyecto BELLA por 40 millones de euros (2016-2022). En este último proyecto se implementó una conexión directa por medio de un cable submarino entre América Latina y Europa.

En el año 2003, la Secretaría de Relaciones Exteriores de nuestro país, reconoció a La Corporación Universitaria para Desarrollo de Internet (CUDI) como la Red Nacional de Educación e Investigación de México, en tal virtud es la única entidad nacional que cuenta con los convenios para el intercambio de tráfico con las RNEI del mundo. Esto permite a las IES

mexicanas conectividad para participar en proyectos globales de ciencia y tecnología.

CUDI, como la instancia operadora de la Red Nacional de Educación e Investigación mexicana forma parte de RedCLARA que conecta a 13 RNEI del continente americano.

La conectividad de alta capacidad a Internet es un servicio que presenta importantes economías de escala. La RNEI es un vehículo que permite consolidar las compras de varias instituciones y planteles, para obtener ofertas de conectividad que resultan más atractivas que si la conectividad fuera adquirida de forma individual por cada plantel.

CUDI aglutina esfuerzos para que la fibra óptica que han desplegado las universidades con recursos públicos se convierta en infraestructura que permita la conectividad de múltiples IES en el país y que estas infraestructuras permitan lograr economías de escala en servicios de conectividad.

3. Políticas de inclusión digital

En los marcos regulatorios de los países, existen siempre elementos esparcidos dentro de la regulación que dan cabida a la posibilidad de instrumentar nuevos esquemas a través de redes comunitarias que nos muestran un modo distinto de concepción de las TIC, en donde las personas se apropian, usan y mantienen la tecnología bajo sus propios modos de vida y logran esa reducción de la brecha digital (Internet Society, 2018; Trejo, 2020).

En el ámbito de la Educación el objetivo del habilitador E-educación de la agenda digital del estado de Colima plantea; “Integrar el uso y aprovechamiento de medios y herramientas TIC al proceso enseñanza – aprendizaje, posicionándose como un eje rector y una herramienta

fundamental en el sistema educativo colimense”. (Gobierno del Estado de Colima, 2021).

Propuestas y siguientes pasos

Después del análisis realizado a lo largo del documento, el resultado es que todavía hay mucho camino por recorrer en el tema de conectividad, seguridad e infraestructura tecnológica en las instituciones educativas de México, por ello desde el eje 4 de EduTraDi, se proponen estrategias y acciones, que pueden ser abordadas a corto, mediano y largo plazo para avanzar en la transformación de la educación.

Se propone la formalización de un comité o comisión permanente de Telecomunicaciones, Conectividad y de Infraestructuras Digitales que trabaje en este tipo de iniciativas y que tenga representación de los distintos actores de los sectores de gobierno, industria, academia, entre otros. En la siguiente tabla se presentan varios de los actores identificados.

Nivel territorial	Nombre de los actores	Sector
Nacional	Secretaría de Educación Pública (SEP)	Gobierno
Nacional	Secretaría de Educación Pública – subsecretarías por nivel educativo	Gobierno
Nacional	Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT)	Gobierno
Nacional	Secretaría de Hacienda	Gobierno
Nacional	Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES)	Social
Nacional	Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI)	Social
Nacional	Cámara de diputados (CD)	Político
Nacional	Comités de evaluación de los distintos niveles educativos	Social
Nacional	Secretaría de comunicaciones y transportes (SCT)	Gobierno
Nacional	Proveedores de servicios de Telecomunicaciones e Internet (ISP)	Industrial
	Auditoría Superior de la Federación (ASF)	Gobierno
Estatal	Gobiernos de los estados	Gobierno
Estatal	Secretarías de Investigación / Innovación	Gobierno
Estatal	Auditoría Superior de los estados	Gobierno
Estatal	Instituciones de Educación Superior (IES)	Profesional
Regional	Sindicatos de las Instituciones de Educación Superior	Social
Regional	Padres de familia	Social
Regional	Estudiantes	Social
Local	ONGs – Redes comunitarias	Social
Internacional	Sociedad de Internet	Social

TABLA 1. ACTORES DE DIVERSOS SECTORES DE MÉXICO RELACIONADOS CON TELECOMUNICACIONES, CONECTIVIDAD E INFRAESTRUCTURAS DIGITALES

Estos actores son quienes deben desarrollar los planes para lograr el fortalecimiento de la infraestructura y conectividad como elementos clave de la transformación de la educación. Algunos de los planes identificados son:

Plan de conectividad. Las infraestructuras de telecomunicaciones de banda ancha son una piedra angular de la estrategia de digitalización. Además de haber sido un aliado en la lucha contra la pandemia, la mejora de las infraestructuras digitales son un motor clave para impulsar la recuperación de la actividad económica y la inclusión social. Este plan debe contener un conjunto de medidas que ayudarán a paliar, desde un punto de vista inclusivo, los efectos de la pandemia: (1) garantizando la conectividad para mantener la actividad social y económica a distancia; y (2) dinamizando la actividad económica desde el desarrollo de las infraestructuras digitales y la conectividad de las infraestructuras de centros públicos y sociales;

Plan de despliegue de infraestructuras estratégicas. Algunas de las iniciativas importantes que están en la mesa de discusión son la implementación de puntos de intercambio de Internet (IXPs), anillos metropolitanos de fibra óptica (ver imagen), fibras ópticas metropolitanas y el uso de redes 5G, entre otras, sin embargo el éxito o fracaso de estas iniciativas depende en gran medida de la gestión y operación que como se ha planteado no son temas fáciles de abordar, incluyendo a los operadores de redes, sobre todo en proyectos de gran envergadura.

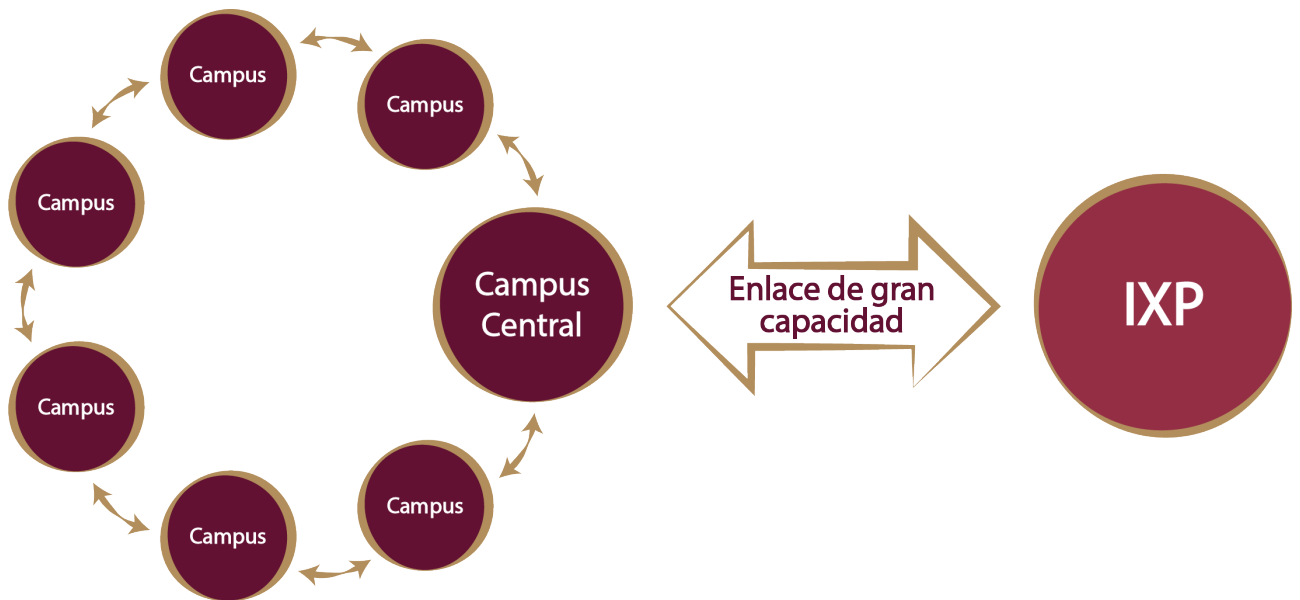


IMAGEN 6. ANILLOS METROPOLITANOS DE FIBRA ÓPTICA PARA LA CONECTIVIDAD DE CAMPUS EDUCATIVOS HACIA UN IXP.

Los IXP se están convirtiendo en una pieza clave para el desarrollo de Internet en la región LAC, y se percibe un interés en México para la creación de nuevos puntos de intercambio de tráfico de Internet, ya que se ha visto que contribuyen a la estabilidad y mejora de la calidad de Internet. Los IXP tienen el potencial de aglomerar la participación y colaboración de los diversos sectores – gobierno, empresas, ISP, universidades -aumentando la calidad de la conectividad en las comunidades locales y en una mejor experiencia del usuario, así como conectarse con los proveedores de contenido más importantes; conformando así un ecosistema que propicie la evolución del Internet local y la generación de nuevas oportunidades de negocio y potencie la innovación en la localidad, contribuyendo en acelerar a un mercado de tránsito de Internet más asequible (Denis, 2022).

CUDI ha promovido el despliegue de IXP, lo que permite a las instituciones conectadas a estos nodos centrales, intercambiar tráfico gratuitamente con las principales redes distribuidoras de contenidos tales como: Google,

Facebook, Akamai, Amazon, Microsoft y CloudFare, que representan aproximadamente el 40% del tráfico universitario.

CUDI, como líder del Consorcio para el Intercambio de Tráfico de Internet, A.C. cuenta con dos IXP operando y conectados entre sí: Ciudad de México y Querétaro. También participa en el IXP de Mérida (IXSY) ya en operación.

Plan de mejora de la infraestructura y conectividad. Este plan tiene como objetivo contribuir en el sistema educativo en el impulso de los procesos de digitalización. Para ello, este plan debe integrar una serie de actuaciones de refuerzo y mejora de la infraestructura digital, fomento de las competencias tecnológicas para el personal que administra la infraestructura y conectividad. También incluir acciones de impulso a dinámicas de innovación y cooperación en torno al trabajo colaborativo y la inteligencia colectiva en el contexto digital, así como la promoción y apoyo al desarrollo de herramientas de acceso libre.

Plan para la creación de capacidad técnica, habilidades y conocimientos. Este plan debe considerar el desarrollo de estrategias para formación y capacitación, inclusive para poder desarrollar algunos esquemas que permitan la certificación del personal de las instituciones educativas responsables de la infraestructura, conectividad y telecomunicaciones.

Plan de seguridad de la infraestructura y conectividad. Establece las medidas concretas y acciones a poner en marcha por el personal designado por la institución educativa, en el plan de continuidad, y sus operadores de red para garantizar la seguridad de su infraestructura.

Una estrategia basada en subsidios públicos es, sin duda, muy poco sostenible, considerando que cada gobierno puede decidir

repentinamente la revocación de los subsidios o la redirección de los fondos para otros fines, motivados por intereses meramente políticos. La búsqueda de soluciones alternativas a las estrategias tradicionales de conectividad experimentadas hasta hoy, no es simplemente deseable sino verdaderamente necesaria para evitar las ineficiencias que las brechas digitales existentes evidencian muy claramente (Internet Society, 2018). En la tabla 2 se presentan algunas metas y acciones que podría detonar el avance de los proyectos.

Acción	Meta	Actores
Solicitar la emisión de lineamientos y criterios técnicos para evaluar la situación de la brecha digital en la instituciones educativas.	Publicación de lineamientos y criterios técnicos correspondientes.	ANUIES SEP CUDI
Desarrollar evaluaciones sobre las condiciones de la Instituciones educativas considerando las diferencias regionales y tipos de IES.	Desarrollar evaluaciones sobre las condiciones de la IES considerando las diferencias regionales y tipos de IES.	IFT SCT
Sistematizar los resultados de la evaluación.	Construcción de una BD con los resultados de la evaluación.	SEP SCT
Determinación de los servicios de acceso a internet demandados por las IES para determinar los tipos de contratación requeridos.	Sitios de las IES con demanda de servicio de acceso a Internet.	Instituciones Educativas SEP SCT
Determinación de los servicios públicos de acceso a internet.	Sitios de las localidades con demanda de servicio de acceso a Internet.	Gobiernos Estatales SCT
Elaborar una agenda colaborativa.	Elaborar la planeación y presupuestación.	SEP SCT
Difundir los resultados.	Presentar resultados en la cámara de diputados.	ANUIES SEP
Revisar y adecuar la ley federal de Telecomunicaciones.	Fraciones actualizadas y agregadas a la LFT.	IFT Congreso Federal

TABLA 2. METAS Y ACCIONES

Al interior de las instituciones educativas, algunas de las acciones estratégicas que permiten la consolidación de los proyectos de infraestructura y conectividad, son:

1. Establecer un marco coherente de políticas y programas de inversión en infraestructura de TIC.
2. Apoyar y priorizar las infraestructuras estratégicas de la institución para aplicar las políticas aprobadas.
3. Obtener una mayor autonomía administrativa y académica en el desarrollo del presupuesto de proyectos de innovación tecnológica y transformación digital.
4. Aumentar el presupuesto dedicado a la infraestructura de TI.
5. Fortalecer los modelos de adquisición existentes y considerar arrendamientos de servicios de nube y externalización de servicios como parte de estos nuevos modelos.
6. De acuerdo al comportamiento de las inversiones de TIC, se espera un incremento en las inversiones derivado de la modalidad híbrida.
7. Contar con una cartera de proyectos de infraestructura estratégica que considere la presupuestación de los mismos.
8. Obtener la información en tiempo real del estatus de la infraestructura existente en la institución para la toma de decisiones.

10. CONCLUSIONES

Es evidente la necesidad de proponer e implementar políticas públicas que articulen acciones para la dotación, ampliación y mejora de la infraestructura tecnológica, con estrategias que garanticen su uso apropiado y diferenciado para contribuir a la transformación digital acorde con las necesidades y contextos de docentes y estudiantes; simultáneamente los gestores educativos deberán seguir trabajando en sus modelos y estrategias de aprendizaje con los recursos tecnológicos disponibles. Se deberán estructurar proyectos que permitan garantizar una conectividad digital adecuada a los servicios de las Instituciones Educativas y disminuir la brecha digital de profesores y alumnos para el acceso a los servicios digitales.

Uno de los propósitos de este documento, ha sido manifestar la importancia de la dotación y gestión de la infraestructura tecnológica y la conectividad en las Instituciones Educativas como un insumo para la alfabetización y transformación digital. También es un primer acercamiento para que las instituciones cuenten con un modelo de gestión de infraestructura tecnológica, como guía básica y general para orientarse en nuevos proyectos de tecnologías digitales, así como para reflexionar sobre los aspectos de la infraestructura existente.

El documento plantea líneas de trabajo para el desarrollo de nuevas guías y planes estratégicos que puedan servir a los distintos actores que intervienen en la toma de decisiones sobre la transformación educativa del país: gobierno, asociaciones, instituciones de educación, a través de esfuerzos coordinados para atender un fenómeno complejo como la infraestructura tecnológica y la conectividad de las instituciones educativas.

11. REFERENCIAS

AMITI, CANIETI (2018), Agenda digital nacional 2018, beneficios digitales para todos. Disponible en:

<http://www.canieti.org/Libraries/ADN2018/ADN2018.sflb.ashx>.

Asociación Española de Usuarios de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (Autelsi). (2016). Gestión del Compliance en el entorno de TIC. Grupo de Regulación de AUTELSI.

<https://www.astic.es/gt/autelsi-grupo-regulacion/estudio-autelsi-gestion-del-compliance-en-el-entorno-tic>.

Archibald, M. M., Radil, A. I., Zhang, X., & Hanson, W. E. (2015). Current mixed methods practices in qualitative research: A content analysis of leading journals. *International Journal of Qualitative Methods*, 14, 5–33.

<http://ejournals.library.ualberta.ca/index.php/IJQM/article/view/23006>.

Barón, L. F. y Gómez, R. (2012). De la infraestructura a la apropiación social: panorama sobre las políticas de las tecnologías de información y comunicación (TIC). *Colombia. Signo y Pensamiento*, 31(61), 38-55.

Bernal E., Blanca; González C., Ojeda O., Marí; Zanfrillo, A. (2010) Brecha digital en la transferencia de conocimientos: Educación Superior en Argentina y México. *Revista Gestão Universitária na América Latina - GUAL*, vol. 3, núm. 1, pp. 1-14. Universidad Federal de Santa Catarina Santa Catarina, Brasil. <https://www.redalyc.org/pdf/3193/319327508010.pdf>.

Carrizosa, M., Cohen, M., Gutman, M., Leite, F., López, D., Nesprias, J. Versace, I. (2019). Enfrentar el riesgo. Nuevas prácticas de resiliencia urbana en América Latina. Caracas: CAF.

<http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1416>.

Cabero, J., y Ruiz-Palmero, J. (2017). Las Tecnologías de la Información y Comunicación para la inclusión: reformulando la brecha digital. *International journal of educational research and innovation (IJERI)*, 9, 16-30. <http://hdl.handle.net/10433/10379>.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2020). Ley de Adquisiciones, arrendamientos y servicios del sector público. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/14_110820.pdf.

Cave M., Guerrero R., Mariscal E. (2019) Cerrando la brecha digital en México: Una visión inside-out y outside-in de competencia y regulación. https://ceeg.mx/publicaciones/ESTUDIO_2_2018-Cerrando_la_brecha_digital_en_Mexico-V_Final_2019_02_06.pdf.

CMD (2021), Índice de Desarrollo Digital 2021, Centro México Digital, México, <https://centromexico.digital/idde2021>.

Consultores internacionales S.C. 2017. Evaluación Específica de Consistencia y Orientación a Resultados con Módulo completo de Diseño del Programa Presupuestario E009. Programa México Conectado. Informe Final. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/422705/Informe_Final_E-009.pdf.

Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI). (2022). Voces a los dos años del inicio de la pandemia en la Educación Superior en México. Conversatorios de Ciencia, Educación y Tecnología. <https://cudi.edu.mx/eventos/voces-los-dos-anos-del-inicio-de-la-pandemia-en-la-educacion-superior-en-mexico>.

De Moura R., Charlita L., Cervieri E.; Euler L., & Almeida de Sousa M.(2021) "Regulación de la ciberseguridad en el sector de telecomunicaciones de Brasil: un balance de incentivos en un contexto de neutralidad tecnológica", en *Revista Latinoamericana de Economía y Sociedad Digital, Issue 2*.

Denis P. M. (2022). Reseña del Evento IXSY Meeting 2022. “Tejiendo el Ecosistema de Internet en Yucatán: Construyendo Comunidad”.
<https://ixsy.org.mx/art%C3%ADculos/f/resena-del-evento-ixsy-meeting-2022>

Díaz C., Cadenas L. y Casasús C. (Coord.). (2021). Gobierno de TIC en las Instituciones de Educación Superior de Latinoamérica desde la perspectiva de la pandemia por COVID-19, 2021. Santiago: RedCLARA.

Díaz C., Arciniega J., Velázquez E., Cid M. (2021). Inversión y presupuesto de proyectos estratégicos de TIC. En Ponce López, J.L. (Coord.). *Estado actual de las tecnologías de la información y comunicación en las Instituciones de educación superior en México: estudio 2021*. México: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.

Díaz C. Olmos J. (2021). Importancia de la Seguridad Física en la Infraestructura de Redes, Centros de Datos y Telecomunicaciones de las Instituciones de Educación Superior. (2021) *Revista TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior, vol. 2, n.o. 1, abril*. Universidad Nacional Autónoma de México.
https://ties.unam.mx/vol2_01/files/Importancia_seguridad_fisica.pdf.

Gobierno del Estado de Colima. 2021. AGENDA DIGITAL COLIMA “IMPULSANDO LA INCLUSIÓN Y EL DESARROLLO DE LA SOCIEDAD”.
http://admiweb.col.gob.mx/archivos_prensa/banco_img/file_5bfecd1c03dbe_AgendaDigitalColima.pdf.

Gómez P. & Salas R. (2016). Prestación del servicio de producción de tecnología educativa con base en las buenas prácticas de la librería ITIL. RIDE. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. DOI: 10.23913/ride.v9i18.441.

Gutiérrez L. (Coord.) (2017). *Las Tecnologías de Información y Comunicación en las Instituciones de Educación Superior: presente y*

futuro. Autores: varios. Páginas: 270. ISBN: 978-607-742-628-8.

Universidad de Guadalajara.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Información. 2019. Resultados de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2019/>.

Internet Society. (2018). Redes Comunitarias en América Latina: Desafíos, Regulaciones y Soluciones. <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2018/11/2018-Redes-Comunitarias-ES.pdf>.

Internet Society. (2022). Informe de Impacto 2021 Mantenerse conectado en un mundo cambiante. <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2022/04/2021-Internet-Society-Impact-Report-ES.pdf>.

Llorens F., Fernández A., Cadena S., Castañeda L., Claver J., Díaz C. Hernández A., Rodríguez T., Trejo V., Chinkes E. (2022). UDigital, Madurez digital para universidades. <https://www.metared.org/global/udigital.html>.

Jalife S. & Casasús C. (2016). The Role of National Research and Education Networks providing connectivity and advanced network services to virtual communities in collaborative R&E projects. CUDI: The Mexican Case Part 1, en Gitler I. *High Performance Computer Applications: 6th International Conference, ISUM 2015, Mexico City, Mexico, March 9-13, 2015*, Revised Selected Papers Springer; Edición 1st ed. 2016. pág 24-47.

Jalife S. & Casasús C. (2016). CUDI: The Mexican National Research and Education Network. A look into the past helps build a better future part 2, en Gitler I. *High Performance Computer Applications: 6th International Conference, ISUM 2015, Mexico City, Mexico, March 9-13, 2015*, Revised Selected Papers Springer; Edición 1st ed. 2016. pág 48-76.

Monreal R, Osorio M., Ávila R., Zamora I., Mariscal J., Rentería C., Aguirre J., Moreno J., García F., Bras I., Pisanty A., Aguerre C., Gris P., Rocha

F., Barra A., Collada P., Del Río J., Clavellina J., Viecens M., Ornelas L. (2022). *La política digital en México. Derechos, ciudadanía y gobierno*. Instituto Belisario Domínguez. Senado de la República.

O’Cathain, A. (2010). Assessing the quality of mixed methods research: Toward a comprehensive framework. In A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.), *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (2nd ed., pp. 305–338). Thousand Oaks, CA: Sage.

Osigwelem K., & Akukwe, A.C. & Alphons A, & Ukwandu E., (2011). The Use of FCAPS and ITIL in Managing the Network of a Medium to Large Public Sector Organisation. *Asian Journal of Information Technology*. 10. 240-248. 10.3923/ajit.2011.240.248.

Paredes-Parada. (2018). Brecha en el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) básicas y modernas entre estudiantes y docentes en universidades ecuatorianas. *Educación* (Universidad de Costa Rica), 43(1), 134–151. <https://doi.org/10.15517/revedu.v43i1.27423>.

Pérez G. y Carabaza, J. (2011). "El Sistema Nacional e-México a diez años de distancia: un nuevo discurso con bajos niveles de interacción". En Versión. *Estudios de Comunicación y Política*, núm. 27, UAM-Xochimilco. ISSN 0188-8242.

Ponce J., Gutiérrez L., . y Castañeda L., (Coords.). (2020). *Encuesta de continuidad académica en las IES durante la contingencia por COVID-19. México*. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.

Salado L. (2015). *Brecha digital en el contexto académico de instituciones de educación superior públicas en Sonora*. [Tesis de doctorado en Ciencias Sociales de la Universidad de Sonora].

Sánchez, L. Reyes, A., Ortiz, D. & Olarte, F. (2017). El rol de la infraestructura tecnológica en relación con la brecha digital y la alfabetización digital en 100 instituciones educativas de Colombia.

Calidad en la educación, (47), 112-144. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-45652017000200112>.

Secretaría de Gobernación. Diario oficial de la federación (2019). Ley General de Educación.

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5573858&fecha=30/09/2019.

Equipo Colaborativo para la Transformación Digital de la Educación (EduTraDi) (2020). Agenda colaborativa. Primer entregable.

https://www.agendacolaborativa.mx/wp-content/uploads/2020/12/Entregable-1.-Agenda-Colaborativa-VF_web.pdf.

Secretaría de comunicaciones y transportes, SCT (2019). Marco de habilidades digitales. Proyecto. -

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/444450/Marco_de_habilidades_digitales_vf.pdf.

Secretaría de comunicaciones y transportes SCT, PROMTEL (2019). Guía de infraestructura de telecomunicaciones.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/483497/Gu_a_Infraestructura_Telecomunicaciones.pdf.

Secretaría de Gobernación. Consejo Nacional de Población (2019). Nota Técnica. Proyecciones de la población de los municipios de México 2015- 2030. <https://www.gob.mx/conapo/documentos/proyecciones-de-la-poblacion-de-los-municipios-de-mexico-2015-2030> .

Trejo-Quintana J. (2020). La política pública de inclusión digital en México (2012-2018). *Estudios Políticos, novena época, núm. 50 (mayo-agosto, 2020)*.

<http://www.revistas.unam.mx/index.php/rep/article/download/75731/66957>.

UNESCO. Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe. 2021. Pensar más allá de los límites. Perspectivas sobre los futuros de la educación superior hasta 2050. https://www.iesalc.unesco.org/en/wp-content/uploads/2021/05/Pensar-ma%CC%81s-alla%CC%81-de-los-li%CC%81mites_ES_Format_FINAL.pdf.