

Servicios Digitales Emergentes

Para Instituciones Educativas



EduTraDi

Equipo Colaborativo para la
Transformación Digital de
la Educación.



Índice

| | |
|--|--|
| 1. Introducción..... | |
| 2. Metodología..... | |
| 2. Infraestructura para servicios digitales en instituciones educativas..... | |
| 2.1. Nivel 1. Mínima tecnología..... | |
| 2.2. Nivel 2. Infraestructura propia y acceso a servicios especializados..... | |
| 2.3. Nivel 3. Tecnología de red y computacional con servicios diferenciados..... | |
| 3. Servicios digitales..... | |
| 3.1. Servicios básicos..... | |
| 3.2. Servicios avanzados..... | |
| 3.3. Servicios emergentes..... | |
| 3.3.1 Automatización de procesos administrativos y académicos..... | |
| 3.3.2. Tele-educación, laboratorios remotos y virtuales..... | |
| 3.3.3. Descubrimiento de tendencias institucionales..... | |
| 3.3.4. Educación masiva..... | |
| 3.3.5. Detección de oportunidades de mejora..... | |
| 3.4 Servicios emergentes de procesamiento de datos..... | |
| 3.4.1. Centro de datos..... | |
| 3.4.2. Centros de supercómputo..... | |
| 3.4.3. Otros centros de alto rendimiento..... | |
| 3.4.4. Cómputo en la nube..... | |
| 4. Recomendaciones..... | |
| 5. Transformación digital y la universidad inteligente..... | |
| 6. Reflexión final..... | |
| Referencias..... | |
| Glosario..... | |

AUTORES

Dr. Carlos Alberto Flores Sánchez

Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma de Baja California

Dr. Alfredo Cristobal Salas

Profesor-Investigador de la Universidad Veracruzana

COLABORACIONES

Mtra. Salma Leticia Jalife Villón

Presidenta del Centro México Digital

Mtro. Alejandro Martínez Varela

Coordinador de Diseño de Proyectos Tecnológicos en la Universidad de Guadalajara

Ing. Azael Fernández Alcántara

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

Mtro. José Luis Rodríguez Valdez

Jefe del Departamento de Comunicaciones Audiovisuales de Dirección de Telecomunicaciones - DGTIC UNAM Coordinador del Grupo Técnico de Videoconferencia de CUDI

Dra. Carmen Díaz Novelo

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

Mtra. Martha Angélica Ávila Vallejo

Coordinadora de Operaciones en la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet

Ing. Silvia Nora Chávez Morones

Coordinadora de Redes en la Coporación Universitaria para el Desarrollo de internet

DISEÑO EDITORIAL Y GRÁFICO

Lorena Ahuja Cos

Diseñadora Gráfica en la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet

La mayoría de las Instituciones Educativas (IE) en México cuentan con redes de telecomunicaciones que permiten el acceso a recursos de cómputo, datos y servicios tanto internos como externos a la organización. Los sistemas de conectividad de las IE apoyan el almacenamiento, procesamiento y transmisión de datos tanto al interior como al exterior de la organización. Estos servicios deben considerar temas importantes como el costo total de operación de la red, la capacidad de transferencia (ancho de banda), la seguridad de los datos y de los usuarios, el control de tráfico en la red, la accesibilidad y la eficacia de los servicios, su impacto en los procesos administrativos y operativos de la organización, por mencionar algunos temas. Un diseño deficiente de red puede resultar en consecuencias indeseables para la organización. Estas consecuencias pueden ser técnicas, operativas y logísticas, por lo tanto, al ofrecer servicios digitales se deben considerar los siguientes aspectos:

- **Topología de red**

Este término está relacionado con la forma de conectar los nodos de la red de manera interna y el tipo de enlace entre cada par de nodos (red LAN) y la interconexión hacia los proveedores de Internet o hacia la red académica. La topología tiene relación con las facilidades, posibilidades y restricciones de los servicios que se transportan en la red. La topología de red debe verse como la manera que damos estructura y soporte a una red, a partir de ella se sustentan los aspectos operativos, logísticos y de resiliencia.

- **Tecnologías de red**

Compuestas por dispositivos físicos (hardware) como enrutadores y switches; medios de comunicación, por ejemplo: fibra óptica y cableado estructurado; métodos de acceso como WiFi, Ethernet, tecnologías móviles como 4G y 5G.

- **Tecnologías computacionales**

Estas consisten en hardware y software que sustentan los servicios de red, como servidores, sistemas de almacenamiento, sistemas operativos, manejadores de bases de datos, servidores de aplicación, proxies, sistemas de seguridad, antivirus, etc.

Como se mencionó anteriormente, las IE deben considerar varios factores durante el diseño de una red de datos que satisfagan las necesidades de transformación de datos, los servicios digitales actuales, así como los deseables en la organización. Para ello deben considerar la tecnología de red, la tecnología computacional y los servicios digitales que actualmente tienen. Con esta información se puede hacer un diagnóstico de ¿qué nuevos servicios se desean tener?, para con ello ajustar la red de datos a esas nuevas necesidades. El objetivo del presente trabajo es dar a conocer los servicios y tecnologías digitales emergentes disponibles para las instituciones educativas de México, dependiendo de sus necesidades, el tamaño de la organización y la complejidad operativa, con la finalidad de adaptar los servicios existentes y ajustarlos a este tipo de servicios considerando el uso integral de los servicios y haciendo estudios comparativos del uso de los mismos en el contexto de la institución. Esto mediante consolidar experiencias, recomendaciones, buenas prácticas para que las IE conformen adecuadamente sus servicios de conectividad o elaboren su plan estratégico de TI para el despliegue de infraestructura de TI con capacidades para la implementación de las nuevas tecnologías digitales.

En la siguiente sección se hará un repaso de los servicios de red para una IE con la finalidad de dar soporte al proceso de transformación digital de la misma. Se analizarán servicios básicos, estándares y emergentes con el fin de permitir al lector conciliar las necesidades de las IE con la oferta de servicios y buenas prácticas que se pueden implementar para así dar un paso adelante en el proceso de transformación digital. Este enfoque en los servicios digitales deseados permitirá a los directivos de las IE mejorar su toma de decisiones permitiendo planear la asignación de recursos en los elementos de red necesarios para ellos. En las siguientes secciones se mostrarán algunas tecnologías digitales que están siendo aplicadas

2 Metodología

Para el desarrollo de este trabajo se utilizó una tipología exploratoria, descriptiva y comparativa. Exploratoria para obtener conocimientos sobre un evento o problema, que permite la apertura a nuevas ideas y perspectivas (Bolander et al., 2017). Descriptiva, por que se busca documentar características de un fenómeno de interés (Rahman et al., 2017). Y por último comparativa, porque busca identificar similitudes, diferencias o relaciones entre dos o más variables, grupos o fenómenos. Esto permite comprender los efectos de diferentes factores sobre el tema de investigación. Las pasos por los que se transitó para el logro de esta trabajo fueron:

- **Paso 1. Conformación del grupo de expertos en el área de servicios emergentes**

Se reunió un grupo de expertos en el área temática de servicios emergentes de red y de tecnologías digitales. Dicho grupo contó con diversidad de especialistas y experiencias que permitió abordar el tema desde diferentes perspectivas.

- **Paso 2. Análisis documental y consulta de expertos**

Se procedió a realizar un análisis exhaustivo de literatura existente, artículos académicos, informes y otros documentos relacionados para el estudio. Así mismo, se consultó con expertos en el área para recoger opiniones, testimonios y recomendaciones que podrían enriquecer el trabajo.

- **Paso 3. Análisis-Síntesis de casos**

Se examinaron casos específicos relacionados con el tema de investigación. Se analizaron para identificar patrones, características y elementos clave. La síntesis de estos casos contribuyó a la parte descriptiva y comparativa del estudio, pues permitirá documentar características y realizar comparaciones del trabajo realizado. Las sugerencias y críticas permitieron realizar ajustes antes de la publicación final del estudio.

- **Paso 4. Redacción de documento**

En esta etapa se documental los hallazgos y conclusiones de las etapas previas. Se estructuró de forma lógica el análisis, los resultados y las conclusiones.

- **Paso 5. Revisión por pares académicos**

El documento fue sometido a una revisión por pares académicos. Con el objetivo de obtener retroalimentación objetiva sobre la calidad, validez y relevancia del trabajo realizado. Las sugerencias y críticas permitieron realizar ajustes antes de la publicación final del estudio. Cada uno de los pasos fue importante para garantizar la rigurosidad y validez del documento.

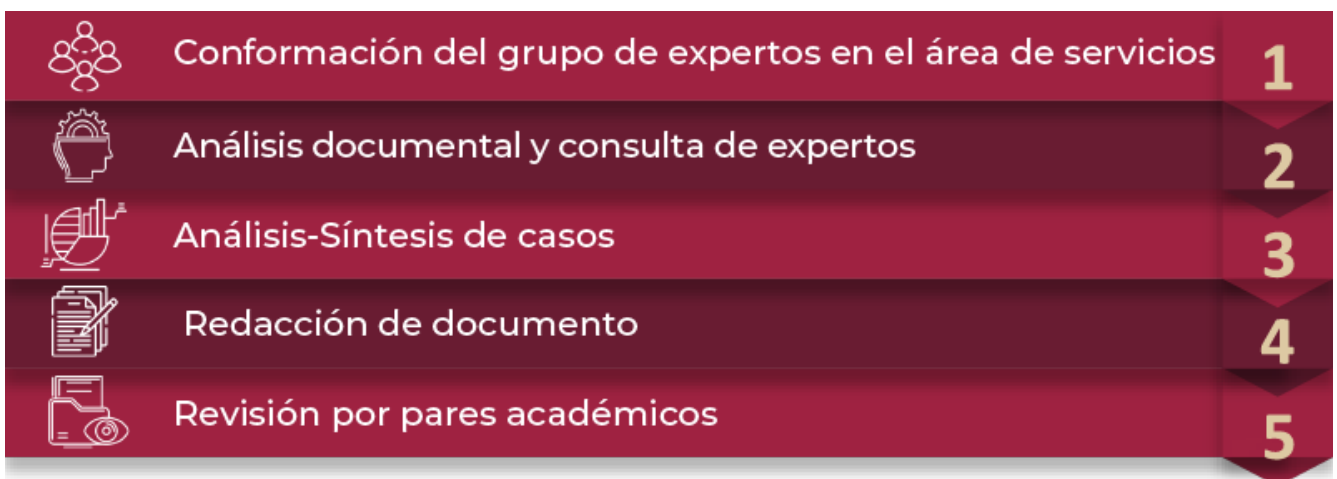


Imagen 1. Metodología. Fuente EduTradi Eje 4 2024

2 Infraestructura para servicios digitales en instituciones educativas

El diseño de un conjunto de servicios digitales considera distintos niveles de especialización de las tecnologías de red y computacionales. Las instituciones educativas requieren identificar el tipo, cantidad y características de componentes existentes en la organización para diseñar los servicios que se desean utilizar. Del conocimiento y análisis que se pueda obtener con los servicios digitales deseables, es posible planear el crecimiento y madurez de los elementos de la tecnología de red y tecnología computacional. Para esto se propone una clasificación de las IE en base a diferentes criterios, entre los cuales se encuentran su grado de conectividad (UNESCO, 2013), su nivel de adopción de tecnologías digitales (OECD, 2015; ISTE, 2017), su nivel de madurez tecnológica (Gartner, 2018; Campus Computing Project, 2017) y la infraestructura tecnológica disponible (UNESCO, 2015; Educause, 2018).

La ventaja de hacer esta clasificación de las IE, es que permite una mayor claridad y simplicidad en la descripción de la situación actual de las Instituciones Educativas en relación a su acceso y uso de servicios digitales. Al utilizar los criterios más relevantes y representativos de la situación de las Instituciones Educativas en cuanto a su acceso y uso de tecnologías digitales, se logra una clasificación más precisa y fácil de entender. Además, esta clasificación permite a las instituciones educativas identificar de manera más clara su situación actual y planificar acciones y estrategias para mejorar su acceso y uso de servicios digitales para su realidad. A continuación se detallan los tres niveles propuestos.



2.1 Nivel 1. Mínima Tecnología

Las IE con tecnología mínima se pueden encontrar elementos de red y servicios digitales elementales de bajo desempeño. Generalmente, estas instituciones solo requieren de tener acceso a Internet como medio de comunicación entre la institución y sus oficinas centrales. En el ámbito académico, los servicios de red se utilizan para tener acceso a archivos multimedia disponibles y de acceso gratuito. Los servicios más comunes en estas instituciones son el correo electrónico gratuito como gmail, outlook, iMail, por mencionar algunos. Otro servicio común es el acceso a software de oficina como MS-Office, OpenOffice, Google-Workspace, entre otros.

En caso de utilizar laboratorios virtuales y simuladores este software en la mayoría de los casos es de acceso gratuito y a través de la web.

En las IE de Nivel 1, no se tienen servidores, su red no tiene una topología compleja. Casi siempre cuentan con un ruteador de alguna empresa proveedora de negocio a persona (B2P, por sus siglas en inglés Business to People) con conexiones cableadas de computadoras de escritorio y algunos puntos de acceso WiFi para académicos y estudiantes. El nivel de atención de la red de datos está en las decenas de usuarios.

La tecnología computacional cuenta con computadoras, dispositivos móviles con procesadores de gama media y alta con memoria RAM en el rango de los gigabytes, discos duros en el rango de 1 a 10 TB y anchos de banda en el rango de Kbps a los Gbps. Las IE en esta categoría consideran contratar servicios de Internet con proveedores de Internet disponibles en México como TotalPlay, Izzi, Infinitum, Telcel, AT&T, Dish, Telnor, Megacable, entre otros.

2.2 Nivel 2. Infraestructura propia y acceso a servicios especializados

Las IE tienen equipo propio y/o acceso a servicios especializados (en la nube) para correr servicios digitales, como correo electrónico, repositorios digitales institucionales, vigilancia con videocámaras, acceso controlado con tarjetas de identificación, sistemas de videoconferencia internos, procesos automatizados como nómina, revisión del personal, entre otros. El personal administrativo cuenta con servicios de comunicación como: Voz sobre IP (VoIP, por sus siglas en inglés), software de oficina, impresoras y scanners compartidos. El personal cuenta con software de oficina en red, servicios integrales de digitalización de documentos y sistemas internos de seguimiento de procesos. Incluso, es posible que los administrativos cuenten con sistemas para la Planificación de Recursos Empresariales (ERP, por sus siglas en inglés) para el control financiero, patrimonial y del recurso humano de la organización.

En el ámbito académico los profesores tienen servicios de acceso digital a repositorios institucionales y laboratorios virtuales o remotos internos, sistemas de videoconferencia, sistemas administradores de contenido y administración de cursos en línea.

Los proveedores de internet para este tipo de instituciones son del tipo corporativo para empresas por lo que tienen acceso a servicios de banda ancha. En cuanto a la tecnología de red se tienen varios ruteadores, switches, puntos de acceso, repetidores, etc., organizados en topologías de red clásicas. Incluso, tienen varias subredes para brindar servicio a edificios completos. Su rango de atención es de cientos de personas, quienes tienen acceso a servicios de red internos y externos.

Adicionalmente, tienen acceso a software desarrollado por los mismos profesores y departamentos de sistemas. El ancho de banda para estas instituciones está en el rango de los Megabits por segundo (Mbps) a Gigabits por segundo (Gbps). Las comunicaciones tanto internas como externas ya tienen protecciones de seguridad de datos y cuentan con protocolos de comunicación para acceso interno a los servicios. La tecnología computacional ya cuenta con varios servidores con procesadores de gama alta. Cada equipo de cómputo cuenta con memoria RAM en los rangos de los Gigabytes. Los discos duros están en los rangos de los TeraBytes. En este nivel las IE son capaces de vincular servicios digitales para apuntalar los objetivos principales de la institución, lo cual es fundamental en la era digital. Esta integración se aborda reflexionando sobre cómo servicios básicos como el correo electrónico y el acceso a Internet pueden integrarse con soluciones más complejas como los sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP), de control escolar y seguimiento del desempeño académico, para mejorar la eficiencia del proceso educativo.

2.3 Nivel 3. Tecnología de red y computacional con servicios diferenciados

Las IE en esta categoría cuentan con poder económico suficiente para hacer inversiones en tecnología de red y tecnología computacional. Además, tienen servicios diferenciados para el personal ejecutivo, administrativo, operativo y auxiliar. Incluso, cuentan con servicios de red poco comunes que requieren de personal experto en el área de tecnología de información.

El personal administrativo cuenta con servicios complejos para administración de la nómina, pagos a proveedores, administración de licitaciones, seguimiento del recurso humano, así como de sistemas para el control y monitoreo de actividades como prácticas profesionales y servicio social, comparten información de manera permanente y cuentan con personal especializado en la administración que dominan y utilizan herramientas digitales. El personal académico cuenta con servicios internos como sistemas de administración de contenidos, cursos, seguimiento de estudiantes, sistemas de comunicación formales y acceso a contenido didáctico propio.

El personal ejecutivo tiene sistemas de monitoreo y evaluación del recurso humano y de los estudiantes. De igual forma, cuentan con servicios de análisis de datos institucionales para la toma de decisiones. Los servicios de red son complejos y diferentes en distintas secciones de la institución. Cuentan con múltiples subredes con características distintas. La red interna sigue protocolos estrictos de cableado con componentes de red de gama alta empresarial. Los elementos computacionales son múltiples para cada sección de la institución. Sin embargo, existe una sección de la institución que tiene tecnología computacional de punta, especializada y de gama alta. En este nivel las IE no solo responden de manera reactiva a las necesidades tecnológicas que surgen, sino que tienen la capacidad para activamente producir y promover iniciativas de servicios tecnológicos que se alinean con la evolución y crecimiento de su modelo académico y administrativo.

A continuación, se presentan servicios implementados en instituciones educativas mexicanas públicas y privadas con tecnología computacional de nivel 3. Con estos ejemplos de organización de tecnología de red y computacional se espera mostrar algunos ejemplos de cómo se ha dado el crecimiento en los servicios digitales en las instituciones de educación superior.

3 Servicios Digitales

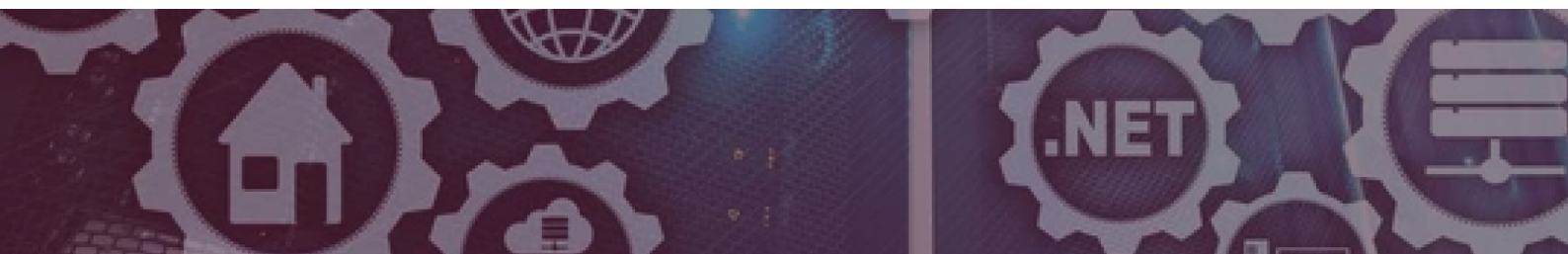
Un servicio digital en una red de datos se refiere al uso de recursos de red y computacionales con el objetivo de facilitar la comunicación entre los miembros de la organización o con miembros de otras organizaciones. También, facilitan el acceso y el flujo de los datos permitiendo la accesibilidad y la mejora continua de los procesos. Los servicios digitales permiten al recurso humano tener acceso a hardware, software o datos que le permiten continuar con su trabajo sin importar que no se encuentre en su oficina. Estos servicios son diseñados para mejorar la productividad en las organizaciones permitiendo la personalización de los procesos, herramientas y estrategias de la organización (ILIMIT, 2019) (INCIBE, 2017). A continuación, se presentan tres niveles de servicios digitales disponibles en una red de datos: servicios básicos, servicios avanzados y servicios emergentes.

3.1 Servicios Básicos

Los servicios básicos de red se refieren al software que está disponible en la mayoría de los sistemas operativos del tipo servidor como Linux, OS Server, Windows Server. Estos servicios son parte del kernel o núcleo central del sistema operativo y se activan conforme se requieren.

3.2 Servicios Avanzados

Estos servicios hacen uso de uno o varios servicios básicos de la red de datos y permiten al usuario final tener servicios integrales de acceso a la información. Estos servicios son configurados para mantener la seguridad y la operación amigable de los recursos compartidos. La calidad de estos servicios se define como la garantía de un transporte confiable de los datos a través de las redes. Para lograr este objetivo las redes deben ser capaces de identificar los distintos flujos y otorgarles un tratamiento específico. En este tipo de servicios se busca eliminar la pérdida de rendimiento del flujo de los datos debido a las congestiones. También, se busca reducir o incluso eliminar la pérdida o retrasos en la entrega de los paquetes de datos.



Las tecnologías de acceso inalámbrico que ofrecen diversos servicios en los campus universitarios de las instituciones educativas incluyen principalmente WiFi (por sus siglas en inglés, “Wireless Fidelity”, es decir, Fidelidad inalámbrica). Existen diversos tipos de WiFi basados en la norma IEEE 802.11, como WiFi 5, conocida comúnmente como WiFi, y versiones más recientes o en desarrollo como WiFi 6, WiFi 6E, WiFi 7 y WiFi 8.

De acuerdo con la encuesta, que aún no se pública, titulada “Soluciones de conectividad inalámbrica en instituciones miembros de CUDI” realizada entre 2021 y 2022, del medio centenar de participantes en la misma, al menos 2 instituciones educativas mencionaron el posible uso de WiFi 6, en el corto o mediano plazo.

A continuación se mencionan las versiones de WiFi más recientes con sus principales características y usos actuales o futuros

- **WiFi 6 (o norma 802.11ax)**

WiFi 6, publicado en 2021, opera en las bandas o espectro de 2.4 y 5 GHz a través de una utilización más eficiente del mismo, prometiéndole cuatro veces el rendimiento de WiFi 5, que durante mucho tiempo comúnmente se le ha conocido simplemente como WiFi. Admite enrutadores o encaminadores que envían datos a múltiples dispositivos en una trama de transmisión y a su vez permite que los dispositivos WiFi programen transmisiones al ruteador.

Estas características mejoran el rendimiento agregado y admiten el uso de WiFi en situaciones con muchos datos, así como para aplicaciones de video y acceso a la nube, donde se requiere rendimiento en tiempo real y bajo consumo de energía para dispositivos que funcionan con baterías.

- **WiFi 6E (o WiFi6 mejorado)**

WiFi 6E, es la primer norma creada que utiliza la banda de frecuencia de 6 GHz, que recientemente fue autorizada por el organismo de regulación de EUA, la FCC (por sus siglas en inglés). WiFi 6E ofrece la misma velocidad teórica máxima que WiFi 6 (9.6 Gbps), pero tiene velocidades reales más altas y un mejor alcance. Sus aplicaciones esperadas incluyen juegos en línea, video de alta definición, telepresencia y comunicaciones unificadas, pero requiere hardware nuevo.

- **WiFi 7 (o norma 802.11be)**

WiFi 7, conocido como de rendimiento extremadamente alto, es la primer norma creada desde cero para funcionar en la frecuencia de 6 GHz, sin embargo, también funciona en las bandas o espectro de 2.4 y 5 GHz para adaptarse a los países que no han autorizado la banda de 6 GHz para WiFi. WiFi 7 es casi cinco veces más rápido que WiFi 6, con una velocidad teórica máxima de 46 Gbps y una velocidad real estimada de 6 Gbps. En este año se espera su ratificación por parte del organismo de normas (IEEE, por sus siglas en inglés), aunque algunos proveedores ya están comercializando equipos pre-estándar WiFi7, y la “WiFi Alliance” anunció en enero que había comenzado a certificar productos con WiFi 7, con el “WiFi Certified 7 program” (WiFi 7, 2024).

Sus casos de uso incluirán la realidad aumentada (AR, por sus siglas en inglés) y la realidad virtual (VR, por sus siglas en inglés) multiusuario, capacitación inmersiva en 3D, juegos electrónicos, trabajo híbrido, IoT industrial y para automóviles. En relación a las versiones de WiFi mencionadas, sin lugar a dudas las instituciones educativas podrían ofrecer mejores servicios avanzados, con más velocidad, más ancho de banda, baja latencia, mejor seguridad, etc., al hacer uso de las ventajas competitivas que ofrecen, en el corto o mediano plazo. Finalmente cabe mencionar que uno de los servicios para la comunidad académica que más éxito ha tenido usando WiFi es sin lugar a dudas el servicio de eduroam (eduroam, 2024).

En México existen alrededor de 7000 puntos de acceso implementados en las siguientes organizaciones: (CUDI-EDUROAM, s.f.)

1. Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI)
2. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
3. Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT)
4. Universidad Autónoma de Guanajuato (UGTO)
5. Universidad Veracruzana (UV)
6. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)
7. Universidad de Guadalajara (UDG)

En 2023, eduroam autenticó más de 7500 millones de autenticaciones nacionales e internacionales (eduroam, 2013). Entre los servicios digitales se encuentran los siguientes:

- **Correo electrónico**

Este servicio permite organizar actividades laborales facilitando la comunicación dentro de la organización (Instituto Superior Tecnológico Honorable Consejo Provincial de Pichincha, 2021). Además, proporciona una comunicación ágil y directa que ofrece seguridad en el intercambio de información sensible para la organización (Rubio Bravo, 2021).

- **Voz sobre IP (VoIP)**

Esta tecnología fue desarrollada para realizar llamadas mediante una conexión a internet de banda ancha en lugar de usar una línea telefónica convencional. Los servicios de VoIP transforman la voz en una señal digital que será enviada por Internet. Para hacer uso de estos servicios es indispensable contar con internet de alta velocidad, computadora, adaptador o un teléfono especializado (Federal Communications Commission, 2010).

- **Protocolo de Configuración Dinámica de Host (DHCP)**

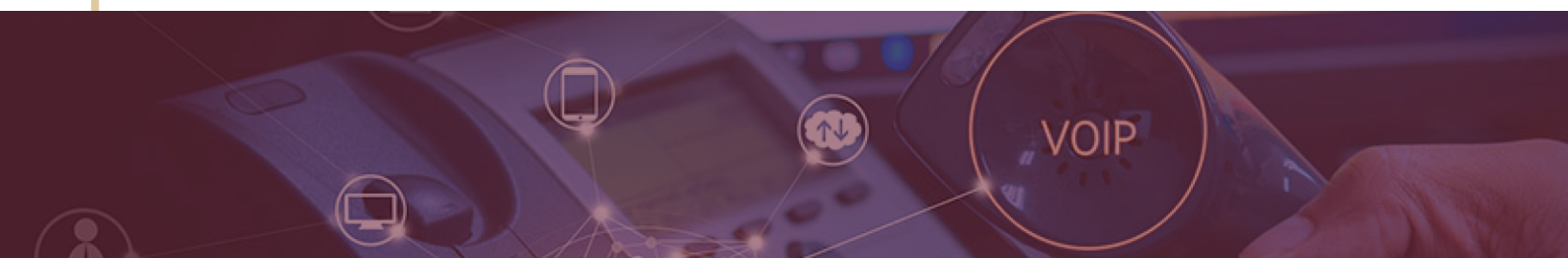
Este servicio reduce la configuración de administración de una red de forma que gestiona de manera automática la asignación de direcciones IP a través de permisos y recupera aquellas IP que no están siendo utilizadas para otorgarlas a otro dispositivo (ORACLE, 2011).

- **Protocolo de escritorio remoto (RDP)**

Este servicio fue diseñado para utilizar un equipo de cómputo de escritorio vía remota. Un escritorio remoto se define como la capacidad de conectarse y hacer uso de un escritorio a distancia desde otro ordenador. Los usuarios de dicho escritorio remoto tienen permisos para acceder a su espacio de trabajo, abrir, editar archivos, ejecutar aplicaciones, como si estuviera sentado frente al escritorio. Uno de los usos más frecuentes y de gran ayuda para los colaboradores de una organización es utilizar este protocolo cuando están de viaje o hacer home office, de esta manera acceden a su ordenador de trabajo para seguir con sus actividades laborales (CLOUDFLARE, 2022).

- **Sistema de Nombres de Dominio (DNS)**

Un sistema de 'nombre de dominio' es un directorio que contiene todas las páginas web que existen en internet. Por ejemplo, al intentar acceder a <https://cudi.edu.mx/> mediante un navegador, el DNS funciona como un traductor, ya que convierte el nombre del dominio a una dirección IP "201.159.222.210", para que el navegador pueda acceder y desplegar el contenido del sitio web. De esta manera, es más fácil recordar el nombre del dominio que aprender de memoria la dirección IP (CLOUDFLARE, 2022).



3.3 Servicios Emergentes

Las Instituciones Educativas (IE) están adoptando políticas de Industria 4.0 enfocadas a la adquisición, almacenamiento, recuperación y procesamiento de grandes volúmenes de datos o documentos. Estas políticas tienen como objetivo perfeccionar los procesos administrativos, operativos y de alta dirección con el objetivo de mejorar sus operaciones internas y la experiencia del usuario, de los trabajadores y estudiantes. En este sentido las IE pueden utilizar servicios de cómputo avanzado para implementar los nuevos servicios digitales basados en la tecnología computacional de alto desempeño. Entre los nuevos servicios digitales se encuentran: robotización de procesos, autoconocimiento institucional automatizado, reconocimiento de tendencias institucionales, educación masiva, balance de indicadores clave de desempeño institucionales, detección de oportunidades de mejora, herramientas tecnológicas de apoyo al proceso enseñanza-aprendizaje y procesos de investigación-desarrollo e Innovación.

3.3.1 Servicios Digitales

- **3.3.1 Automatización de procesos administrativos y académicos.**

Este nuevo servicio mejora el tiempo de respuesta de los procesos administrativos y académicos realizando de manera automática algunos procesos considerados como repetitivos y con acciones completamente definidas. Este servicio permite concentrar al personal de la institución en el trabajo estratégico y liberarlo de las tareas repetitivas o monótonas. Un ejemplo de este servicio sería el obtener un listado de los estudiantes con riesgo académico, un listado de estudiantes que cumplen los requisitos para notas laudatorias o becas al rendimiento académico. El proceso es conocido, no cambia con el tiempo y se debe realizar de manera repetitiva cada periodo educativo. Estos procesos se pueden automatizar para liberar al personal que pueda resolver otras tareas de mayor complejidad (Ivančić et al., 2019).

Realizar la automatización de los procesos repetitivos o plenamente definidos requiere de analizar la repetibilidad, el volumen de ocurrencias del proceso, el tiempo que lleva completar las acciones relacionadas, la complejidad y la necesidad de presencia física de un humano en la elaboración de la tarea. Una vez detectados los procesos se requiere de hacer una traducción de los pasos del procedimiento a elementos de software que permitan su automatización (Ribeiro et al., 2021).

Este tipo de procesos automatizados en software generalmente provoca que los tomadores de decisiones puedan realizar procesos de análisis preventivo de indicadores de calidad o riesgo académicos. Generalmente, estos procesos de análisis implican tener grandes volúmenes de información para analizar los datos obtenidos por fecha, por grado académico, por periodo, por grupo de estudiantes, etc. Estos datos requieren de almacenamiento, procesamiento y transferencia. Resulta entonces importante tomar en consideración estas nuevas variables cuando se inicia un proceso de automatización. De igual manera, resulta muy comprensible que el inicio de un proyecto de automatización de procesos implica la reducción o cambio del personal administrativo o técnico por lo que se debe considerar este aspecto y negociarlo previamente con grupos sindicales o con personal directivo para evitar rechazos al servicio (Herm et al., 2022). Por ejemplo, un proceso administrativo como la 'solicitud de una constancia de estudios' de un estudiante transformado de manera digital implica el uso de dispositivos móviles, bases de datos, diagramas de modelado de procesos y el inicio de un flujo de trabajo donde participan tanto el estudiante, el personal administrativo y el personal directivo de la institución.



Por otro lado, los procesos de automatización usualmente aumentan la velocidad de generación de información, así como la toma de decisiones. Cualquier organización que pueda tomar decisiones más rápido que sus competidores podrá sacar mayor provecho del mercado y generará mayores oportunidades de crecimiento. En este sentido, el tiempo es amigo de aquellas IE que pueden tomar decisiones más rápidas y precisas. Las IE que han iniciado la automatización de sus procesos administrativos y académicos pueden ser capaces de alcanzar altas velocidades de toma de decisiones, incluso, en el rango de los milisegundos. Para lograr este ritmo de velocidad en el análisis, procesamiento y toma de decisiones requiere de gran poder computacional y de algoritmos complejos donde se incluyen modelos, simulaciones y transformaciones computacionales de alta demanda tecnológica (Mora & Sanchez, 2020).

ANÁLISIS DE OPORTUNIDADES Y RIESGOS EN LA IMPLANTACIÓN DE SERVICIOS DE AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS ADMINISTRATIVOS

| Acciones | Oportunidades | Riesgos |
|---|---|--|
| Detección de tareas repetitivas (TR) | Permite liberar al trabajador de estas tareas y asignarlo a tareas de mayor importancia para la institución | Los trabajadores pueden considerar un riesgo a su puesto laboral |
| Definición de las actividades dentro de las TR | La documentación de procesos resulta de mucha utilidad para las políticas de calidad institucionales | El tiempo requerido para documentar puede resultar excesivo. Requiere de apoyo para realizarlo en el menor tiempo posible. |
| Generación de software para automatización de las TR | Se agilizan los procesos. | Costo de equipo computacional y tecnología de información puede ser considerable |
| Alimentación de datos de entrada a las TR automatizadas | Se procesa mucha información similar con el mismo software | Tiempos de carga desde archivos o bases de datos. Tiempos de transferencia de datos. |
| Procesamiento computacional de las TR automatizadas | Reduce significativamente el tiempo de procesamiento y análisis de la información | Costo de equipo de cómputo, especialmente de centros de datos |
| Almacenamiento de resultados de las TR | Permite el almacenamiento de grandes volúmenes de información y acceso a los datos | Costo de instalación, operación y mantenimiento de las bases de datos. |

Tabla 1. Elaboración propia.

Se muestran los pasos para implantar este tipo de servicios digitales en una organización, se analizan las oportunidades que surgen a partir de la puesta en marcha del servicio.

Entre las oportunidades se encuentra el autoconocimiento operativo, liberación del recurso humano, mejora de procesos internos de la organización. En la tabla también se muestran los riesgos que se generan al momento de activar el servicio. Estos riesgos contemplan el tiempo requerido para adquirir el conocimiento de los procesos, la implementación del servicio, los costos asociados, así como la compra de equipo de cómputo especializado. Resulta evidente que la ejecución de estos servicios basados en la automatización de tareas administrativas y operativas requiere de un análisis exhaustivo de las tendencias para detectar cuando iniciar una tarea automatizada, en lugar de realizar dicho proceso de manera manual.

3.3.2 Tele-educación, laboratorios remotos y virtuales.

Aquí es donde entra en escena el concepto de cómputo avanzado para dar soporte de ejecución a los algoritmos de análisis de tendencias. En particular, esta detección automática generalmente es llevada a cabo por sistemas de inteligencia artificial que inspeccionan los datos para reconocer tendencias en ellos. Cuanto mayor sea el número de usuarios, las interacciones, los volúmenes de datos y la calidad de sus conocimientos basados en la inteligencia artificial, mayor será el nivel de automatización de decisiones en su organización. Estos procesos requerirán de gran poder computacional y cuanto mayor sea el nivel de automatización de decisiones, mayores serán las posibilidades de optimización institucional. Estos servicios requieren de equipo de cómputo dedicado y organizado como centros de datos.

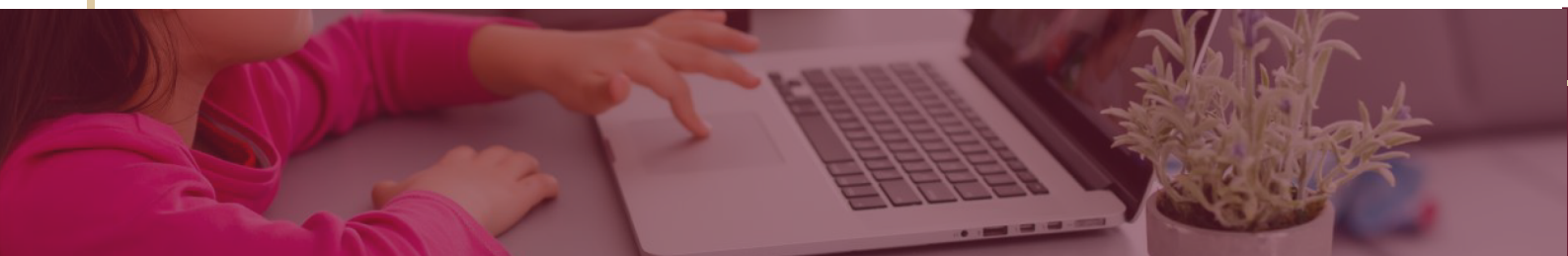
Análisis de oportunidades y riesgos en la implantación de servicios de tele-educación, laboratorios remotos y virtuales

| Acciones | Oportunidades | Riesgos |
|--|--|---|
| Detección de oportunidades de sustitución de medios tradicionales de captura y procesamiento de datos con medios digitales | Reflexionar sobre el diseño del proceso y sus posibles puntos de saturación | Requiere de personal capacitado para seleccionar la tecnología computacional adecuada. |
| Personalización del aprendizaje | Metodologías innovadoras y mayor colaboración mediante plataformas digitales. | Resistencia al cambio del personal, desigualdad tecnológica estudiantil y riesgo de deshumanización educativa |
| Inclusión de tecnología computacional al proceso rediseñado | Generar un clima de mejora continua y un sentido de modernidad de la organización. | Existe la posibilidad de rechazo del nuevo proceso rediseñado o la necesidad de largos periodos de capacitación. |
| Pruebas de funcionamiento del proceso rediseñado | Se procesa mucha información similar con el mismo software | Tiempos de carga desde archivos o bases de datos. Tiempos de transferencia de datos. |
| Capacitación en el nuevo proceso | Permite encontrar puntos de mejora en los procesos | Un uso deficiente de la tecnología para el procesamiento o transmisión de los datos puede echar a perder el esfuerzo de transformación digital. |

Tabla 2. Elaboración propia.

Tabla 2 muestra un análisis de oportunidades y riesgos de implementar servicios de tele-educación, laboratorios remotos y virtuales. Entre las oportunidades, se encuentra el proceso de reflexión para mejorar el aprendizaje y así establecer técnicas, algoritmos y mecanismos de control para su implementación en equipo de cómputo, con la finalidad de alcanzar el objetivo de transformación digital. Entre los riesgos se identifican el costo en desarrollo y capacitación del personal, así como el costo de adquisición de la tecnología computacional requerida para implementar los servicios de laboratorio virtualizado o de acceso remoto. En este tipo de servicio los centros de cómputo avanzado pueden apoyar de manera significativa al realizar los cálculos que permitan el control de los laboratorios. Este tipo de servicios requiere de equipo de cómputo de alto desempeño, pero también de redes de datos de alta velocidad para garantizar el control eficiente de los laboratorios.

La transformación digital busca la aplicación y uso de tecnología computacional en los procesos administrativos y operativos de la institución. Esta transformación produce un cambio cultural, organizacional y de crecimiento de nuevas tecnologías en toda la organización. Un proceso de esta dimensión implica rediseñar la organización para adaptar cada proceso, capacitar a los usuarios del proceso y realizar ajustes tecnológicos para afinar el nuevo comportamiento organizacional (Bilyalova et al., 2019).



El plan de transformación digital suele estar acompañado de un plan de orientación del personal hacia una cultura digital que evite el rechazo de la tecnología y facilite la introducción del nuevo proceso rediseñado. Además, se requiere de un plan de desarrollo de competencias duras y blandas en torno al uso de herramientas tecnológicas necesarias para el cambio organizacional.

Evidentemente, después de un proceso de transformación se requiere de un cambio en la estructura de la organización con redefinición de puestos y funciones; incluyendo, la capacitación en el nuevo proceso. Es importante aclarar a los involucrados que el proceso de transformación digital no se centra en un solo proceso, sino que es un plan tecnológico progresivo. Finalmente, un proceso de transformación digital contempla la incorporación de nuevos perfiles profesionales como un *Agile Coach*, *Chief Information Officer*, *Chief Data Officer*, *Chief Digital Officer*, *Chief Transformation Officer*, y quizás hasta un *Chief Innovation Officer*.

3.3.3 Descubrimiento de tendencias institucionales.

Las IE requieren de análisis de tendencias en todos los servicios que prestan ya sean administrativos o académicos. Ejemplos de estos análisis de tendencias son: el monitoreo de tasas de atención, índices de transacciones atrasadas, costo de atención por trabajador, tasa de satisfacción de los solicitantes, etc. Por otro lado, existe un análisis obligado en las IE como el análisis de asistencia, el índice de reprobación, el índice de ausentismo, el promedio general de un conjunto de estudiantes, etc. Estas tendencias se utilizan para mejorar o afinar la toma de decisiones.

Una ventaja de iniciar la transformación digital de procesos administrativos y académicos es la posibilidad de realizar análisis de la información recolectada con la tecnología computacional. Por ejemplo, en un proceso administrativo de 'solicitud de alta de un curso al kardex del estudiante' se tiene registrado en la base de datos el tiempo de inicio, y fin del proceso en cada una de las etapas. Además, se hace un registro del tiempo que le lleva a cada trabajador completar un servicio a la comunidad educativa. Esta información puede ser analizada para revisar tendencias tanto positivas, como negativas en la atención a los solicitantes del servicio. El reconocimiento de estas tendencias seguramente mejorará la toma de decisiones al interior de la organización y mejorará el índice de satisfacción de la comunidad académica. Durante la pandemia COVID-19 los métodos de enseñanza y aprendizaje se han digitalizado de manera forzada, pero esto ha permitido conocer las bondades del análisis de tendencias para monitorear los procesos académicos y administrativos (Colman, 2021). Por ejemplo, en el proceso enseñanza-aprendizaje se puede monitorear el avance temático, la asistencia, el índice de aprobación y el índice de ausentismo o de llegada tarde a clase, etc. Con esta información medida por unidad de tiempo es posible detectar tendencias en el comportamiento del personal académico, administrativo o en los estudiantes. De esta manera podemos conocer si una persona sigue un patrón de reprobación o de abandono de los cursos. Con ello, es posible aplicar procedimientos para la corrección operativa y evitar la presencia de estos comportamientos en la comunidad académica.

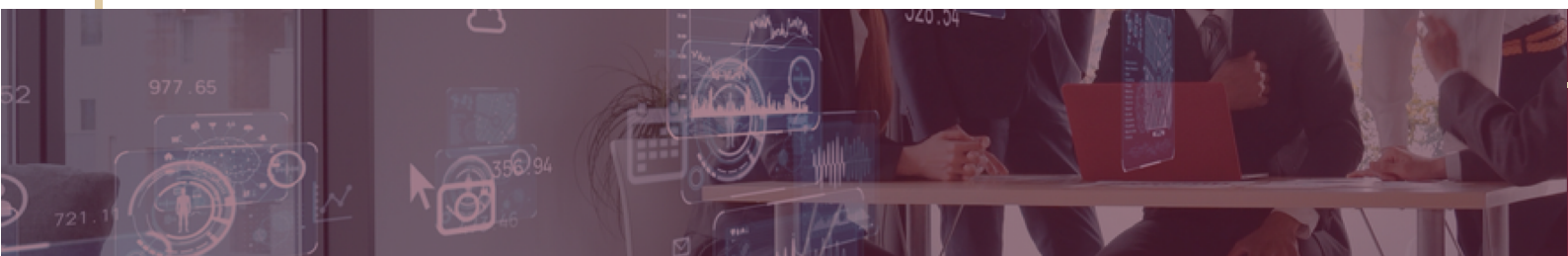
El rango de análisis, la cantidad de información a procesar, el tiempo de pronóstico de las valoraciones o predicciones de los modelos matemáticos, son factores que requieren de poder computacional para reconocer las tendencias. Entre los modelos matemáticos se encuentran la regresión lineal simple o múltiple. De igual forma, se tienen modelos de clasificación automática de casos usando algoritmos como k-media, distancia hamming, distancia euclidiana o redes autoorganizables. También, existen técnicas de reconocimiento de patrones con fines de pronóstico usando redes neuronales.

| Análisis de oportunidades y riesgos en la implantación de servicios de descubrimiento de tendencias institucionales. | | |
|--|--|--|
| Acciones | Oportunidades | Riesgos |
| Captura de datos de los procesos | Los datos son útiles para la administración de la calidad operativa | Pueden surgir problemas de seguridad de datos |
| Diseño de indicadores de procesos clave (KPI, por sus siglas en inglés, Key Process Indicators) | Permite la reflexión sobre la detección y manejo de los indicadores clave del desempeño | Puede exhibir comportamientos viciados en la organización |
| Clasificación de datos | Detecta patrones de comportamiento de los datos | Puede evidenciar malas prácticas operativas y administrativas y con ello causar un conflicto organizacional. |
| Extracción de características de las clases de datos | Se hacen evidentes las características de cada clase de comportamiento y se facilita pasar un dato de una clase a otra | Tiempos de carga desde archivos o bases de datos. Tiempos de transferencia de datos. |
| Entrenamiento de redes | Permite la relación compleja entre clases de datos. Reconoce relaciones no evidentes. | Entre mayor sea la cantidad de datos se requiere de mayor poder computacional |
| Entrenamiento de redes | Permite la automatización del reconocimiento de los patrones de | Requiere de hardware/software dedicado al reconocimiento de los patrones. |

Tabla 3. Elaboración propia.

En la Tabla 3 se observan los pasos en la implantación de estos servicios digitales. En ella se distinguen las oportunidades y riesgos que se puede tener en el servicio. Por ejemplo, se pueden detectar patrones de comportamiento de usuarios y datos, así como encontrar la relación entre datos que aparentemente no están relacionados. También, se identifican riesgos como hacer evidentes los vicios de la organización o tener sesgos importantes en la toma de decisiones derivadas de malas capturas de datos o procesamiento deficiente de los mismos.

Los sistemas de reconocimiento de patrones requieren generalmente de sistemas complejos de tecnología computacional para el entrenamiento y uso de redes neuronales. Los centros de cómputo avanzado con clusters de procesadores y GPUs son generalmente utilizados para resolver este tipo de tareas. Entre mayor sea la cantidad de datos a procesar o mayor sea la velocidad del reconocimiento, se requerirá de mayor poder de cómputo. En etapas avanzadas del proyecto, es posible que se requieran centros de supercómputo para lograr encontrar patrones complejos de los datos. Iniciar un proceso de reconocimiento automático de patrones requiere de expertos en inteligencia artificial y la asignación de recursos computacionales suficientes para el tratamiento de los datos. Entre mayor sea el conjunto de datos o procesos a reconocer se requiere de mayor poder computacional.



3.3.4

Una problemática recurrente en las IE es la necesidad de ampliar la matrícula sin perder calidad educativa ni incrementar, de manera significativa, el costo operativo de la institución. Una solución potencialmente eficiente es el diseño de cursos masivos en donde, con pocos cursos se puede atender a miles de estudiantes. Estos cursos se conocen como MOOC. De acuerdo con (Universitat Autònoma de Barcelona, 2013) un curso MOOC se refiere al acrónimo en inglés de *Massive Online Open Courses*, esto quiere decir, que es un curso vía remota donde un sin número de personas pueden acceder mediante una conexión a internet. Estos tipos de cursos cuentan con los elementos indispensables de un curso clásico, pero además, ofrecen foros interactivos para que participen estudiantes, profesores y demás miembros. Existen diversas plataformas de cursos como: Coursera, edX, FutureLearn, Miriadax, entre otras.

En México, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) posee una plataforma sobre cursos MOOC donde actualmente tienen cientos de programas especializados y en formación profesional, con millones de inscripciones (Mooc unam, 2020). A partir de lo anterior se identifican las principales características de un curso MOOC: no existe un límite de personas inscritas, se puede acceder al contenido desde cualquier punto geográfico, es un sistema de educación gratuito vía remota. Actualmente existen 3 modelos de MOOC disponibles, entre ellos, 1) **cMOOC Model**, 2) **MOOC Model** y 3) **Quasi MOOC Model**. El primer modelo se enfoca en la creación, creatividad, y el desarrollo del aprendizaje en redes sociales, este modelo se basó en la construcción y generación de conocimiento para el estudiante, por ejemplo, los cursos del MIT y las Universidades Abiertas utilizan este tipo de MOOC.

El segundo modelo está fundamentado en el aprendizaje tradicional, su contenido mayormente son videos y cuestionarios no tan extensos, además, evalúa el conocimiento a través de métodos de prueba, Udacity, Coursera, Udemy, Khan Academy, Venture, y edX, utilizan este modelo. Por último, Quasi MOOC Model se integra de recursos educativos abiertos, aunque estos no proporcionan mucho conocimiento a los alumnos, también permite la interacción social y medir el aprendizaje (Suresh & Srinivasan, 2020). Existe software especializado en este tipo de cursos como Moodle, Chamilo, Open edX, Canvas LMS, LearnDash LMS en WordPress Sakai. Adicionalmente, se tienen plataformas comerciales para este tipo de cursos como Evolcampus, TalentLMS, Docebo, Blackboard Learn, Schoology. De manera general, la tecnología computacional requerida para la implantación de educación masiva requiere de sistemas organizados bajo el paradigma de cómputo en nube para brindar un servicio con calidad operativa, de fácil acceso y mantenimiento sencillo. Los equipos de cómputo avanzado requieren de brindar atención a los usuarios para un acceso ágil al software de administración del aprendizaje. El balance de carga computacional en el sistema de nube resulta esencial, por ejemplo, se debe revisar si resulta conveniente tener un solo equipo de alto desempeño computacional o se requiere de una red de servidores que ofrezcan un servicio de infraestructura compartida entre los cursos. Este estudio requiere de conocimiento computacional pero también eléctrico y de refrigeración. Es por ello que iniciar este servicio requiere de tener un equipo multidisciplinario para revisar los detalles técnicos, logísticos y académicos.

Existen múltiples estrategias para la implantación de este tipo de cursos:

a. Infraestructura propia

En esta estrategia la organización debe conseguir el hardware y el software para generar, hospedar, disponer de los cursos MOOC.

b. Infraestructura externa

En esta estrategia se puede rentar servicios de hospedaje de los cursos para adquirir solamente el hospedaje de los cursos. Esta última opción permite a la institución concentrarse en brindar servicios educativos de alta calidad y los aspectos técnico-operativos quedan a criterio de otra organización.

Análisis de oportunidades y riesgos en la implantación de servicios de educación masiva.

| Acciones | Oportunidades | Riesgos |
|---|--|--|
| Diseño de cursos MOOC (contenido + evaluación) | Permite la revisión colegiada del contenido temático y de la evaluación basada en competencias | El proceso puede ser tardado y desgastante. |
| Transformación del curso a los requisitos técnicos de la plataforma | Permite la incorporación de tecnología al proceso enseñanza-aprendizaje | Se requiere de personal experto en TI. El costo del proceso puede ser considerable |
| Uso del curso MOOC | Liberación de aulas, fortalecimiento de competencias digitales, incremento de la calidad educativa | Falta de compromiso de profesores/estudiantes. Incremento del ausentismo o índice de reprobación. Se requiere de |

Tabla 4. Elaboración propia.

En la Tabla 4 se presentan detalles para la implantación de cursos masivos en línea así como las oportunidades y riesgos que tiene el inicio y operación de estos nuevos servicios digitales. En la tabla se reconoce que la revisión de contenidos temáticos permite el mejor entendimiento de los temas así como la integración del conocimiento para el fortalecimiento de las competencias académicas. También, se detectan y reconocen los riesgos de implantar estos servicios. Entre los riesgos se encuentran el alto costo en equipo de cómputo y expertos en digitalización de procesos educativos. Además, el proceso de implantación puede convertirse en un reto importante puesto que no es un proceso fácil o rápido.

Es importante mencionar que la generación de cursos masivos generalmente deriva en procesos de reducción del personal académico al concentrar a los estudiantes en un solo curso común en lugar de tener varios grupos pequeños. Es por ello que esta estrategia puede resultar en problemas laborales. Sin embargo, si se logra implementar de manera eficiente es posible que los profesores se conviertan en generadores de contenido y no en profesores frente a grupo.

Además, tener más profesores fuera del salón de clase enfocados en asesorías para este tipo de cursos. Usualmente, los cursos MOOC requieren de personal especializado en la creación de material didáctico digital. Además, este tipo de cursos requiere de infraestructura de hardware/software para la disposición de los cursos, acceso al contenido multimedia y acceso a laboratorios virtuales o remotos. Como es de esperarse, entre mayor cantidad de cursos MOOC mayor será el requerimiento de un equipo de cómputo con capacidades extraordinarias en procesamiento, almacenamiento y transmisión de contenido didáctico. Con estas capacidades es posible abatir la saturación del sistema y garantizar el desempeño en general.

3.3.5

La toma de decisiones en las organizaciones está siempre ligada a la disposición de datos que orienten el resultado hacia algún escenario. Tener la certeza de una decisión puede resultar estratégico. Esta certeza está basada en la disposición, validez y la capacidad de transformar los datos disponibles en información útil para la toma de decisiones. Hoy en día, la toma de decisiones está en función de ejecutar escenarios probables de la organización. Evaluar estos escenarios puede permitir a la alta gerencia valorar donde se tenga mayor ganancia o menor pérdida en los indicadores clave de la organización. La detección de oportunidades requiere de algoritmos de reunión de datos mediante técnicas como:

- **Extracción-transformación-carga de datos**

Esta técnica se encarga de combinar datos de múltiples fuentes en un único almacén de datos coherente. Esta técnica establece las bases para el análisis de datos y los flujos de trabajo de aprendizaje automático, limpia y organiza los datos de una manera que aborda necesidades específicas de inteligencia artificial y mejora los procesos de back-end (procesamiento oculto) o las experiencias del usuario final. Las herramientas asociadas a esta técnica de análisis permiten migrar datos entre una variedad de fuentes, destinos y herramientas de análisis.

De esta manera, se puede tener un cruzamiento de la información provenientes de distintas bases de datos administrativas, académicas y sociales con las cuales se puede procesar información de profesores y estudiantes.

- **Almacén de datos (Data Warehouse).**

Esta técnica permite la concentración de información con el fin de analizar datos para tomar decisiones informadas. En este sentido, la información institucional capturada desde las terminales administrativas o desde los portales académicos pueden fluir hacia un almacén de datos. Además, puede provenir de distintas fuentes como los sistemas transaccionales, esto es, desde sistemas de bases de datos que capturan información de las operaciones, servicios o transferencias cotidianas en los sistemas de información. La información también puede provenir de otras fuentes que contienen datos históricos, generados o simulados. Estos almacenes de datos se han diseñado para realizar consultas y tareas de análisis, y suelen contener grandes cantidades de datos históricos. Los almacenes de datos son diseñados para centralizar y fusionar grandes volúmenes de datos provenientes de varias fuentes ya sean históricas o captadoras de datos en tiempo real. Es por ello que las IE son animadas a almacenar datos de sus operaciones, servicios o acciones en favor de los estudiantes, para con ello, poder hacer un análisis de los datos capturados. Con el tiempo, esta información llega a constituirse en un registro histórico de gran valor para los expertos en datos y los analistas de las organizaciones. En otras palabras, un Data Warehouse es probable que se convierta con el paso del tiempo en una fuente de información confiable de la institución y con base en su contenido la alta gerencia de las IE puedan tomar decisiones.

- **Análisis multidimensional y multiobjetivo de la información.**

La mayoría de las IE no tienen el presupuesto requerido para la operación de la institución. Sin embargo, con el presupuesto asignado se deben realizar las actividades prioritarias. En algunos casos es necesario hacer un balance entre varios objetivos a alcanzar. Por ejemplo, se quiere minimizar el uso del presupuesto institucional pero al mismo tiempo maximizar el apoyo a las actividades académicas. Bajo esta perspectiva, la mejor opción para un objetivo no representa la mejor opción para otros. Cuando se tienen multi-objetivos por cumplir, se vuelven un inconveniente que requiere técnicas computacionales avanzadas para encontrar una solución que medie entre los objetivos en conflicto (Ghazal et al., 2019; Gunantara & Ai, 2018).

Este tipo de análisis permite a los usuarios observar los datos desde varios puntos de vista o dimensiones. Las dimensiones son categorías que se utilizan para clasificar datos de acuerdo al tiempo, geografía, áreas académicas, escuelas, estudiantes, etc. Los resultados asociados con un conjunto particular de dimensiones se denominan hechos. calificaciones, volúmenes, conteos, etc. Esto les permite detectar tendencias o excepciones en los datos. El análisis multidimensional ayuda a los analistas de la información a manipular las relaciones entre diferentes variables dentro de diversos niveles de sus propias jerarquías. Algunos ejemplos incluyen la revisión de “cantidad de estudiantes reprobados por área académica por generación por rango de fechas” o “profesores con mayor retraso en su planeación por periodo por área académica”. La optimización multi-objetivo es entonces la aplicación de técnicas de programación matemática para la solución de problemas donde se debe maximizar o minimizar un conjunto de funciones objetivo. Esta técnica es indispensable en la etapa de diseño, operación, control y optimización de procesos. Las aplicaciones son extensas y ayudan a mejorar el desempeño del proceso desde distintos enfoques o al menos brindan herramientas a los tomadores de decisiones para elegir la mejor solución (Cerdeira-Flores et al., 2022; Emmerich & Deutz, 2018).

Análisis de oportunidades y riesgos en la implantación de servicios de detección de oportunidades de mejora.

| Acciones | Oportunidades | Riesgos |
|--|---|---|
| Establecer objetivos | Definir el problema a resolver, formular las preguntas necesarias, establecer los parámetros para entender lo más posible el contexto general | Una mala definición de los objetivos puede sesgar los resultados de los algoritmos. |
| Preparación de datos | Seleccionar el conjunto de datos para analizar las estrategias que ayuden a alcanzar los objetivos planteados | Se requiere de limpieza de datos para eliminar datos duplicados, faltantes o anormales |
| Construcción de modelos y minería de patrones | Determinar cualquier tipo de relación entre los datos. | Requiere de científicos, analistas y administradores de datos. El costo de esta etapa puede ser considerable. |
| Evaluación de los resultados e implementación del conocimiento | Permite evaluar e interpretar los resultados con el objetivo de que puedan ser utilizados en las organizaciones para implementar nuevas estrategias y cumplir los objetivos previstos | Requiere de poder computacional permanente para el análisis institucional en tiempo real. |

Tabla 5. Elaboración propia.

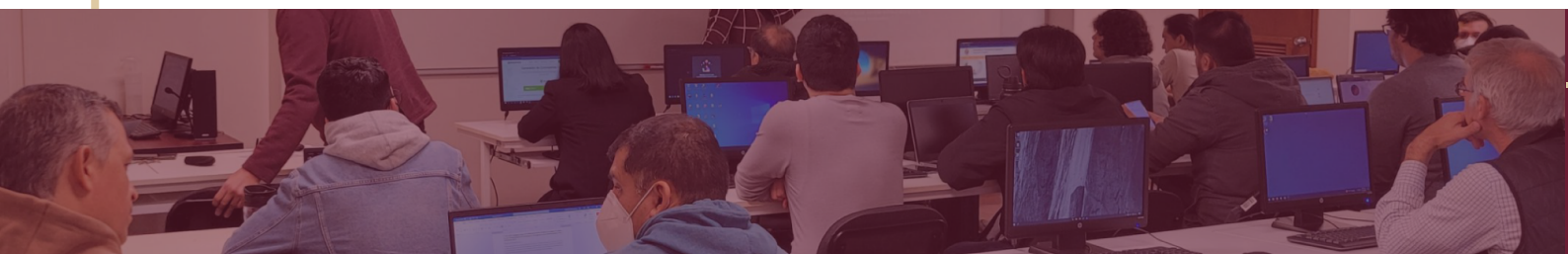
En la Tabla 5 se presentan una serie de pasos, necesarios para definir servicios de balance de indicadores clave del desempeño.

En la Tabla 5 también se describen las oportunidades y riesgos asociados a la implantación de estos servicios. Por ejemplo, entre las oportunidades está la comprensión de los procesos y su impacto en los indicadores institucionales. Además, se descartan escenarios donde no se tiene una solución que consiga el balance de los objetivos en conflicto. Entre los riesgos está el tener modelos matemáticos erróneos o datos falsos que sesguen los resultados. Estos indicadores requieren de un grupo de expertos en modelado matemático así como expertos en software para atender los requisitos de implementación en cluster de computadoras o computadoras virtualizadas bajo el paradigma de cómputo en la nube. En estos servicios se requiere de la exploración de múltiples escenarios de evaluación de las funciones objetivo, por lo que es recomendable tener equipo de cómputo de alto desempeño que garantice una solución en tiempos razonables.

Aunque los algoritmos matemáticos que hacen un balance entre los objetivos en conflicto son muy eficientes, siempre es necesario realizar auditorías a este tipo de algoritmos para descartar problemas inherentes como el ingreso de datos falsos, mal capturados, no filtrados, o no normalizados. De la misma forma, la solución para un balance de objetivos en un periodo de tiempo puede no ser el resultado correcto para otro periodo. Es por ello que se requiere realizar un análisis permanente a los algoritmos para verificar la vigencia, pertinencia y efectividad del algoritmo para las actuales condiciones de la institución.

- **Minería de los datos**

Esta área se define como un conjunto de procedimientos y técnicas que se aplican a grandes cantidades de datos que están alojados en almacenes de datos (Data Warehouses) o base de datos institucionales para obtener información valiosa a partir de estos conjuntos de datos (Villanueva Manjarres et al., 2018). En la minería de datos existen técnicas como reglas de asociación, redes neuronales, árboles de decisión y K-vecino más cercano (KNN) entre otras. Las técnicas de minería de datos son ampliamente utilizadas como parte de las áreas 'inteligencia de negocios' y 'análisis de datos' con el objetivo de procesar y transformar datos en conocimiento útil. En las IE generalmente se utiliza para encontrar información implícita o directamente relacionada con comportamiento de grupos o procesos. Por ejemplo, se extraen características de los estudiantes que suelen reprobado matemáticas mediante el análisis de los datos que son comunes a ellos. Otro ejemplo común de la minería de datos en las IE es cuando se busca disminuir gastos en las funciones operativas, esto se realiza mediante en análisis de procesos de mayor frecuencia de ocurrencia o extrayendo las características de la ejecución de procesos administrativos cuando se logra minimizar un recurso asignado (IBM Cloud Education, 2021). En todos estos servicios emergentes se tiene la característica de procesar grandes volúmenes de datos para generar un resultado. Además, los servicios son permanentes puesto que se requiere de revisar el estado actual de los indicadores institucionales para realizar toma de decisiones en tiempo real.

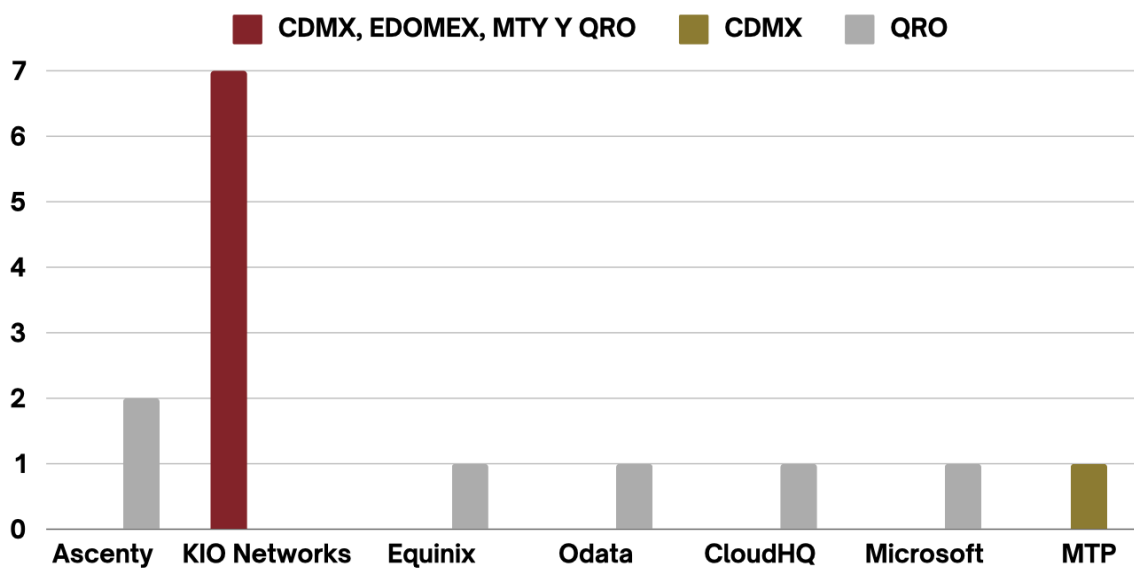


Es por ello que se requiere de equipo computacional avanzado organizado bajo el paradigma de cómputo en la nube o supercómputo para garantizar la entrega a tiempo de los resultados obtenidos. Resulta evidente que estos servicios representan una gran oportunidad para las instituciones donde los resultados permiten evitar escenarios en los que la institución baje sus indicadores de calidad operativa o académica. Sin embargo, entre los riesgos más importantes está la generación de especialistas dedicados al análisis de los datos que la institución genera. Así mismo se requiere de acceso compartido o individual a equipo de cómputo especializado para correr algoritmos especializados y personalizados a cada institución. Es por ello que estos servicios se deben llevar a cabo en instituciones cuyo liderazgo ha madurado lo suficiente para justificar los gastos excesivos en el mantenimiento de la solución.

En las universidades también se tiene reporte de la existencia de centros de datos. Por ejemplo, el centro de datos y cómputo de alto rendimiento, ubicado en el Instituto de Ciencias Nucleares (ICN), ubicado en la UNAM (DatacenterDynamics, 2019). El equipo está compuesto por 45 nodos de procesamiento y 52 servidores de almacenamiento, y ofrece una capacidad de cinco petabytes. Existe también un Centro de Análisis de Datos y Supercómputo (CADS) en la Universidad de Guadalajara (Centro de Análisis de Datos y Supercómputo, 2018) 150 nodos de cómputo, con un rendimiento mayor a 504 TFlops. El Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada cuenta con un Centro de Datos (Rico Rodríguez, 2021), el cual cuenta con 4190 núcleos de procesamiento con más de 700 TB de almacenamiento. En la Universidad Autónoma de Chiapas está el Laboratorio Regional de Cómputo de Alto Desempeño el cual contiene 360 servidores con procesadores Intel Xeon (LARCAD, 2015).

3.4 Servicios Emergentes de

3.4.1



Gráfica. Elaboración propia.

Un centro de datos, también conocido como data center, es una instalación que centraliza la tecnología computacional con el fin de almacenar, procesar y distribuir los datos y las aplicaciones al interior de una organización. Empresas como Ascenty (Ascenty, 2022) reportó dos centros de datos asentados en el estado de Querétaro (Ascenty, 2021). La empresa KIO Networks informó que tiene siete proyectos de centros de datos en México (KIO Networks, 2021) hospedados en Monterrey, Querétaro, Estado de México y la Ciudad de México. La empresa Equinix reportó dos centros de datos asentados en el estado de Querétaro (EQUINIX, 2021). Odata comentó de un centro de datos de considerable capacidad que está por concluir en el estado de Querétaro (ODATA, 2022) (DatacenterDynamics, 2022). La empresa CloudHQ anunció, en 2021, una inversión de más de 600 millones de dólares para la creación de un centro de datos para el estado de Querétaro (Estrella, 2021).

La empresa Microsoft indicó, en el 2021, una inversión de 1,100 millones de dólares para la creación de un centro de datos para el estado de Querétaro (Zamarrón, 2022). La empresa MTP anunció en 2022 la construcción de un centro de datos ubicado en la Ciudad de México (DatacenterDynamics, 2022). Además, existe el Centro de datos Bioturbosina y Biocombustibles Sólidos que pertenece al Instituto Mexicano del Petróleo (Instituto Mexicano del Petróleo, 2022).

3.4.2 Centro de supercómputo

Los centros de supercómputo o centros de computación de alto desempeño (HPC, por sus siglas en inglés) tienen la capacidad de realizar millones de cálculos complejos a altas velocidades. Este tipo de computación hace uso de una supercomputadora que contiene miles de elementos de procesamiento que trabajan juntos para completar una o más tareas.

En México existen varios de estos centros de procesamiento como:

1. El Laboratorio Nacional de Tecnologías de la Información (Laboratorio Nacional de Tecnologías de Información, 2018) del ITM el cual cuenta con un Clúster de Alto Rendimiento Híbrido LUFAC® de 19,968 Cores GPU y 304 cores CPU
2. El Cinvestav también cuenta con el Laboratorio de Matemática Aplicada y Cómputo de Alto Rendimiento (Abacus) (ABACUS, 2022) el cual cuenta con 8 mil 904 núcleos de procesamiento tradicional y 100 aceleradores GPUs, que contienen otros 350 mil núcleos.

3. La Universidad de Sonora también cuenta con una Área de Cómputo de Alto Rendimiento (Acarus) el cual cuenta con 720 CPUs, 15 Tarjetas GPGPU y 2 nodos de visualización.
4. El Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C., posee al Centro Nacional de Supercómputo (Centro Nacional de Supercómputo, 2022).
5. La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla tiene al Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México que está conformado por segmentos de cómputo científico, como Cuetlaxcoapan, Centepetl, Cholollan, entre otros (Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México, 2022).
6. La Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de México tiene un Laboratorio de Supercómputo constituido por 48 procesadores AMD con arquitectura de 64 bits, 7 servidores y 7 computadoras personales (Universidad Autónoma del Estado de México, 2016).
7. El Cluster Híbrido de Supercómputo - Xiuhtlacoatl tiene 254 servidores, 103 tarjetas GPU y 6222 procesadores, este está ubicado en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav, 2022).
8. La Dirección General de Cómputo y Tecnologías de Información y Comunicación de la Universidad Nacional Autónoma de México tiene en funcionamiento una supercomputadora de nombre Miztli (DGTIC, 2022).
9. El Laboratorio de Supercómputo y Visualización en Paralelo se utiliza para el desarrollo de investigaciones científicas en la Universidad Autónoma Metropolitana (Universidad Autónoma Metropolitana, 2022).

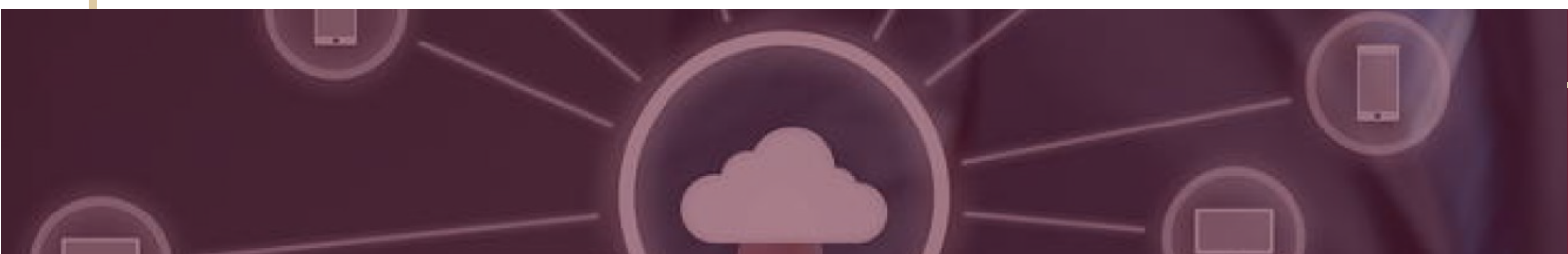
10. También existe el Laboratorio Nacional de Cómputo de Alto Desempeño (LANCAD) que es producto de la colaboración de tres instituciones que unieron esfuerzos con el CONAHCYT; está integrado por los centros de supercómputo del CINVESTAV, la UAM y la UNAM. La infraestructura del LANCAD permite interconectar los clusters, mencionados anteriormente, es la de fibra óptica propia de la red llamada anteriormente “Delta Metropolitana de Cómputo de Alto Rendimiento (DeMeCar)”, que se



3.4.3 Otros centros de alto rendimiento

Adicionalmente a los centros de datos y centros de supercómputo, existen centros para procesar grandes volúmenes de información provenientes de sensores como el caso de los sistemas sismológicos, sistemas de monitoreo ambiental o sistemas de monitoreo climático. También, existen centros de procesamiento de datos cuyo procesamiento puede durar meses o años y durante los cuales los sistemas computacionales no pueden detenerse, apagarse o tener fallos técnicos. Uno de estos centros se encuentra en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. El clúster Lamb de supercómputo (ofrece servicios de supercómputo a usuarios externos, 2022) es mayoritariamente usado en simulaciones numéricas que propagan las ondas sísmicas en modelos complejos del subsuelo. Este cluster cuenta con 33 nodos de cómputo con un total de 964 núcleos y alrededor de 70 TB de almacenamiento.

Existen otros centros de datos que califican en esta categoría utilizados por empresas del estado como Petróleos Mexicanos (PEMEX) o Comisión Federal de Electricidad (CFE) entre otras dependencias para controlar sistemas de tiempo real y hacer simulaciones computacionales sobre modelos matemáticos complejos.



3.4.4 Cómputo en la nube

Desde su concepción matemática, el cómputo contiene elementos básicos: un sistema de memoria, un sistema de procesamiento, y una red que interconecta estos elementos básicos (Patterson and Hennessy, 2014). Cuando hablamos de cómputo avanzado es necesario garantizar la tecnología computacional adecuada en términos de almacenamiento, procesamiento y transferencia de datos. El concepto de computación en la nube se refiere al uso de tecnología computacional para ejecutar múltiples servicios digitales en hardware y software compartido. Este modelo computacional requiere la separación de tres niveles de tecnología computacional que se describen a continuación.

- **Hardware y redes para ofrecer servicios digitales**

La infraestructura como servicio resulta ser la base de un proyecto de cómputo en la nube. En esta sección se tiene un conjunto de elementos de tecnología computacional para virtualizar una infraestructura o para proyectos que requieran una gran cantidad de recursos. En esta etapa se consideran racks, clusters, sistemas de enfriamiento del equipo de cómputo, sistemas de respaldo eléctrico, monitores, discos duros, etc.

- **Software base para desarrollo de servicios digitales.**

Es una plataforma de servicio en un proyecto de cómputo en la nube permite a los desarrolladores hacer uso de la tecnología computacional instalada y lista para usar. Además, permite que los desarrolladores de software puedan hacer múltiples aplicaciones partiendo de esta capacidad instalada. Generalmente, esta etapa brinda servicios digitales a otras aplicaciones de la misma etapa o de software para la interacción con el usuario final.

Una característica de este tipo de software es que pueden tener interacción con aplicaciones escritas en una gran variedad de lenguajes de programación. En esta etapa se encuentran los sistemas operativos como Windows Server, Linux, por mencionar algunos. Además, se cuenta con software para virtualización de computadoras como VMWare, VirtualBox, etc. De igual forma, en esta etapa se encuentran sistemas para manejo de contenedores como Docker en combinación con kubernetes entre varios manejadores de contenedores de software.

- **Software para presentación de servicios digitales**

Esta etapa contiene software que brinda servicios digitales a los usuarios finales del sistema. El software de esta etapa consume acciones del software base del sistema para generar servicios de valor agregado para los usuarios. Estas plataformas generalmente recuperan o procesan los datos que se solicitan desde el software del usuario. Ejemplos de servicios digitales en esta etapa se encuentran: servicios web, administradores de bases de datos, software de recuperación, tratamiento y visualización de los datos. El objetivo en esta etapa es que si se desea iniciar, detener o quitar un servicio digital no se afecte a los demás servicios, esto debido a que cada servicio está siendo ejecutado en su propia computadora virtual.

Una vez aclarados los tipos de cómputo que se tienen disponibles procedemos en la siguiente sección a describir las definiciones de servicios digitales que se pueden ejecutar dependiendo del nivel de complejidad de la red de datos. Se introducen los servicios digitales básicos, avanzados y emergentes.

3.5 Inteligencia Artificial Generativa

La interacción entre la Inteligencia Artificial Generativa (GenAI, por sus siglas en inglés, Generative Artificial Intelligence) y la educación es un campo emergente con el potencial de revolucionar los métodos pedagógicos y los enfoques de aprendizaje. A medida que la IA generativa avanza, ofrece oportunidades para mejorar la creación de contenidos educativos, personalizar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes y promover prácticas inclusivas dentro del aula. Este enfoque tecnológico promete no solo optimizar los recursos educativos, sino también preparar a los estudiantes para un futuro donde la comprensión y la interacción con sistemas inteligentes serán cruciales. Sin embargo, la integración de la IA en la educación no está exenta de desafíos. Desde consideraciones éticas hasta la necesidad de garantizar la equidad en su aplicación, la adopción de la IA generativa en los entornos educativos plantea preguntas significativas que requieren una exploración cuidadosa y deliberada.

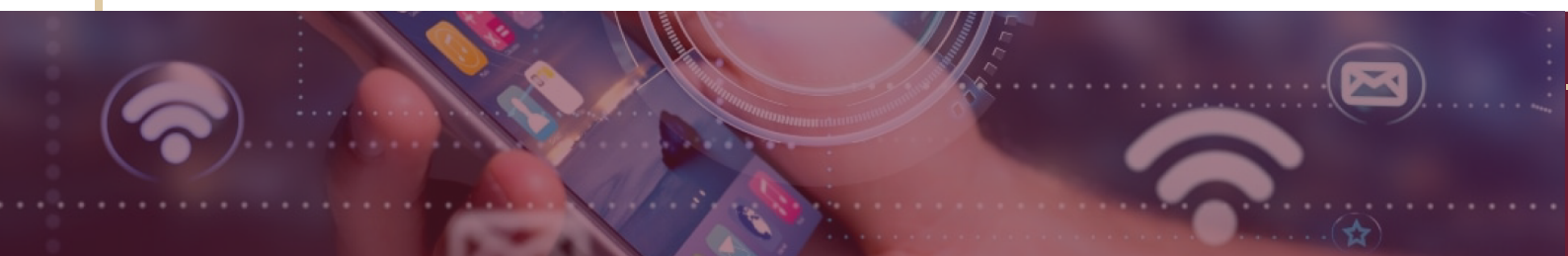
A través de la revisión de literatura reciente, se identifican ventajas y desventajas de la IA generativa en la educación, destacando su potencial para transformar tanto la enseñanza como el aprendizaje. Al mismo tiempo, se reconoce la importancia de abordar las preocupaciones éticas, las barreras tecnológicas y culturales, y la necesidad de promover una alfabetización en IA entre educadores y estudiantes. Para navegar estos desafíos, se proponen acciones específicas destinadas a facilitar una integración efectiva de la IA en los procesos educativos, asegurando que los beneficios de esta tecnología sean accesibles para todos los estudiantes y que su implementación se realice de manera ética y responsable.

La tabla X resume estos puntos, proporcionando una visión clara de las ventajas, desventajas, y las acciones recomendadas para la incorporación de la IA generativa en la educación. Este análisis pretende servir como una guía para educadores, administradores, y responsables de la formulación de políticas educativas, enfatizando la importancia de un enfoque equilibrado y consciente en la adopción de tecnologías avanzadas en entornos de aprendizaje. Con un compromiso hacia la inclusión, la equidad, y la excelencia educativa, podemos asegurar que la IA generativa se utilice de manera que enriquezca y transforme la educación para las generaciones futuras.

Análisis de oportunidades y riesgos en la implantación de IA Generativa.

| Acciones | Oportunidades | Riesgos |
|--|--|--|
| <p>Desarrollo de Marcos Éticos y Regulatorios: Establecer normativas claras y marcos éticos para guiar el uso de la IA en la educación. Esto incluye la creación de políticas que aseguren la equidad, la transparencia, y la responsabilidad en el uso de la IA, así como la protección de los datos personales de los estudiantes.</p> | <p>Mejora en la Creación de Contenidos Educativos: por su potencial para transformar la creación de contenidos educativos, haciendo posible la generación de materiales didácticos personalizados, ejercicios interactivos, resúmenes de texto, y preguntas de exámenes. Esto ahorra tiempo y asegura contenidos actualizados y coherentes (Bozkurt et al., 2021; Sapci & Sapci, 2020; Chen et al., 2020).</p> | <p>Implicaciones Éticas y Necesidad de Equidad: las implicaciones éticas del uso de IA en la educación, destacando los desafíos para garantizar aplicaciones de IA equitativas. Esto incluye abordar dilemas éticos y proporcionar recursos educativos que mejoren la enseñanza y comprensión de la IA (Renz & Vladova, 2021; Akgün & Greenhow, 2021).</p> |
| <p>Capacitación y Desarrollo Profesional: Ofrecer formación continua a educadores en el uso pedagógico de la IA, incluyendo estrategias para integrar eficazmente la IA en el currículo y cómo supervisar su uso para evitar malentendidos. También es importante fomentar la alfabetización en IA entre los estudiantes.</p> | <p>Personalización del Proceso de Aprendizaje: permite adaptar el contenido y los ejercicios a las necesidades individuales, favoreciendo un aprendizaje más personalizado y efectivo. Esto incluye la adaptación de materiales para estudiantes con discapacidad, promoviendo la pedagogía inclusiva y la accesibilidad (Garg & Sharma, 2020; Iliina, 2021).</p> | <p>Confusión y Conceptos Erróneos: Una dependencia excesiva en respuestas generadas por IA sin una guía adecuada podría generar confusión y conceptos erróneos entre los estudiantes. Es fundamental una supervisión y dirección adecuadas para evitar malentendidos (Alasadi & Baiz, 2023).</p> |
| <p>Inclusión y Accesibilidad: Asegurar que la tecnología de IA sea accesible para todos los estudiantes, incluyendo aquellos con discapacidades. Implementar estrategias para superar las barreras tecnológicas y culturales, y promover la equidad en el acceso a la educación impulsada por la IA</p> | <p>Promoción del Diseño, Proceso y Evaluación de la Instrucción: La aplicación de tecnologías de IA en la educación ha sido reconocida como un enfoque transformador que favorece la mejora de los métodos de enseñanza existentes, especialmente en educación STEM, promoviendo así un aprendizaje más dinámico y eficaz (Xu & Ouyang, 2022; Zhao</p> | <p>Barreras para la Transición a la Educación Personalizada en IA: Existen barreras como la reticencia a interactuar con nuevas tecnologías y el miedo al cambio, lo que puede limitar la transición a una educación personalizada mediante IA (Dwivedi et al., 2021; Hakimi et al., 2021).</p> |
| <p>Investigación y Desarrollo: Fomentar la investigación en IA educativa para comprender mejor sus aplicaciones y efectos. Incluir estudios sobre el impacto psicológico y el aprendizaje efectivo, así como el desarrollo de herramientas de IA que sean pedagógicamente sólidas y éticamente diseñadas.</p> | | <p>Falta de Comprensión y Consideración de las Implicaciones Psicológicas: Persiste una falta de comprensión de la IA en el sector educativo, y se destacan las implicaciones psicológicas de los contenidos educativos generados por IA. Esto sugiere una necesidad de mayor exploración y comprensión de las implicaciones éticas y psicológicas de la IA en la educación (Masters, 2020; Touretzky et al., 2019).</p> |

Tabla X. Elaboración propia.



4

Recomendaciones

La educación en el siglo XXI requiere de estrategias de comunicación que faciliten el movimiento de los datos. Esta comunicación se basa en el uso de una red de datos institucional en la cual existen 1) servicios digitales disponibles a los usuarios, 2) servicios básicos de red los cuales están casi siempre incluidos en los sistemas operativos para servidores, 3) Los servicios avanzados de red donde se requiere de equipo de cómputo especializado para mantener el funcionamiento. Finalmente, se tienen 4) servicios emergentes donde se requiere de equipo de cómputo de alto desempeño con infraestructura de red de gran capacidad de transmisión. Cada tipo de servicio de red tiene su complejidad de instalación, configuración y uso. Implementar estos servicios requiere de un profundo análisis de las condiciones institucionales pero sobre todo requiere de admitir el nivel de madurez organizacional y el deseo de mejorar las condiciones ejecutivas, administrativas y operativas de la institución.

Es importante remarcar el hecho de que los servicios digitales emergentes pueden ser considerados muy caros pero también son un indicador clave en el crecimiento institucional que facilita la planeación, ejecución y monitoreo de las actividades internas. Tener servicios digitales emergentes es hoy en día una inversión necesaria aunque un tanto costosa. Sin embargo, es posible tener estos servicios si se generan centros de análisis de datos o centros de cómputo avanzado que implementan el paradigma computacional de cómputo en la nube, para permitir que más instituciones accedan de manera inmediata a los servicios digitales aunque no tengan el recurso financiero para adquirir uno propio. Para poder implementar servicios digitales de red en una institución educativa se tiene algunos pasos simples en entender pero complejos en implementar los pasos son los siguientes:

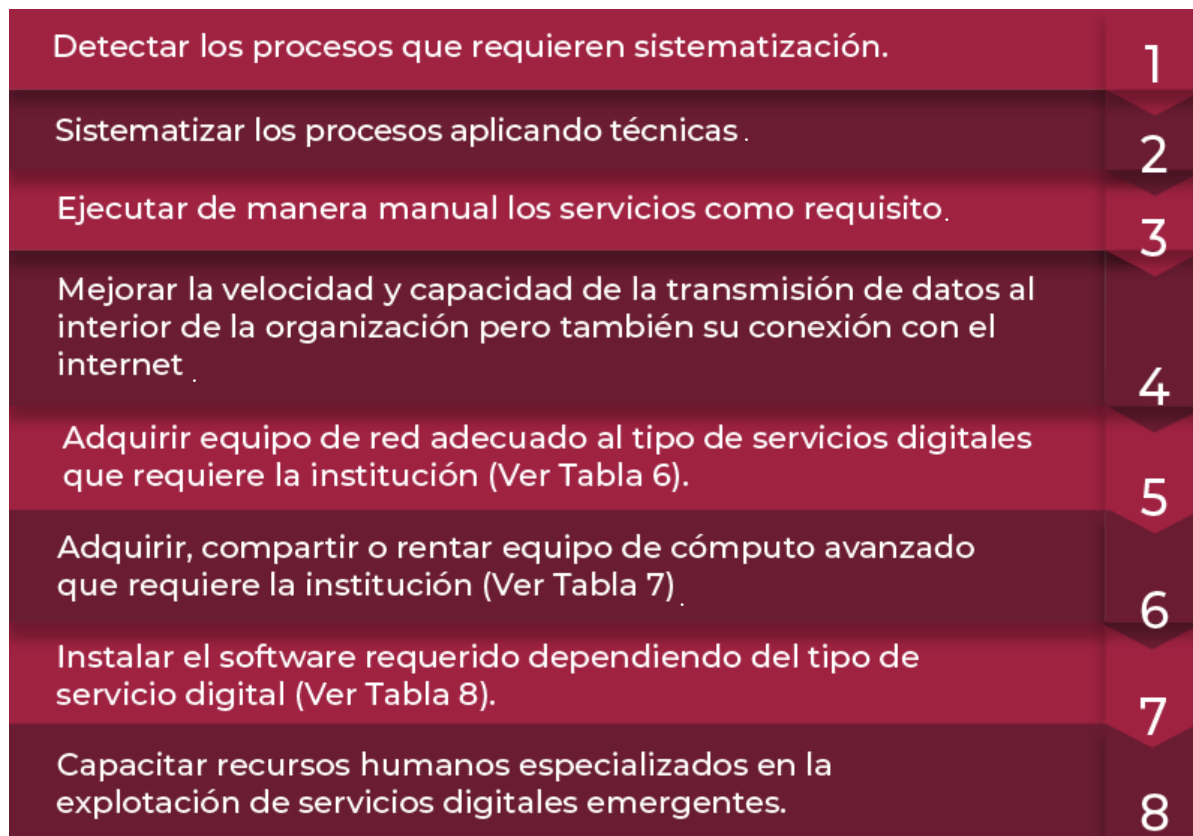


IMAGEN 2 Implementación de Sistemas Digitales

Recomendaciones de condiciones de operación para cada uno de los tipos de servicio digital en una red de datos institucional.

| Servicio digital | Capacidad de cómputo | Internet | Presupuesto | Infraestructura | Tolerancia a fallos |
|------------------|----------------------|---------------------------------|-------------|--|---|
| Básicos | KiloFlops | Megabits por segundo | Bajo | Oficina común | Componentes sin capacidad redundante |
| Avanzados | MegaFlops | Megabits a Gigabits por segundo | Medio | Cuartos de uso exclusivo con refrigeración permanente | Componentes redundantes, Equipos de alimentación eléctrica dual y varios enlaces de salida. |
| Emergentes | TeraFlops | Decenas de Gigabits por segundo | Alto | Edificios de uso exclusivos con cuartos con refrigeración permanente | Todos los componentes son completamente tolerantes a fallos en enlaces de datos, almacenamiento, aire acondicionado, electricidad, etc. |

Tabla 6. Elaboración propia.

Componentes de tecnología de red y tecnología computacional más frecuentes en los centros de datos y centros de supercómputo.

| Tecnología de Red | Procesador | GPU | Disco duro | RAM | Sistema operativo |
|---|---------------------------------------|---|---------------|---------------|------------------------------|
| Infiniband a 40 Gb/s FDR10/FDR. Infiniband FDR (56 Gbps) Voltaire Grid Director 4700 Ethernet 1 Gbps. Ethernet Gigabit Omni Path (100Gbps) | XEON PHI, XEON GOLD, IBM Power9 | NVIDIA Tesla P100, NVIDIA 2070/2075 NVIDIA Tesla K40 NVIDIA K80 NVIDIA Tesla M2090 NVIDIA Tesla V100 Nvidia GTX 1080 Ti NVIDIA Volta V100 | 1 TB - 1.6 PB | 32 GB - 21 TB | Linux CentOS Linux RedHat |

Tabla 7. Elaboración propia.

Aplicaciones más frecuentes en los centros de datos y centros de supercómputo mexicanos.

| Software de desarrollo | Compiladores | Librerías |
|--|---|--|
| CORSIKA, FLUKA, Geant4, HAWC2, ORCA, Quantum Espresso, ROOT, SIESTA, GROMACS, ARIES, Abinit, Anaconda, Bowtie, BLAST, Blender, Canopy, ComSol, Charmm, CIF2Cell, FSL, Gaussian Ion Beam Simulator, Julia, Lammps, Matlab, Maxima, MRtrix3, Nwchem, Octopus, OpenMx, TOPAS, WRF, Vmatch | CMake, Developer Toolset, GNU (GCC), Parallel Studio XE, Oracle JDK, Python, C, C++, Fortran, PGI CDK | FFTW, Open MPI, HDFS, NetCDF, OpenBLAS, ScaLAPACK, MPICH, NumPy, Matplotlib, Glibc |

Tabla 8. Elaboración propia.

5 La Transformación digital y la Universidad Inteligente

La transformación digital en las instituciones de educación se puede definir como la integración de la tecnología digital en todos los aspectos de la institución, lo que resulta en cambios fundamentales en su funcionamiento y entrega de valor a sus grupos de interés (estudiantes, docentes, administrativos y comunidad en general). En este contexto, se hace referencia a incluir el uso de tecnología para mejorar la experiencia del estudiante, mejorar la eficiencia de los procesos administrativos y apoyar el desarrollo de nuevas formas de aprendizaje. La implementación de herramientas digitales como sistemas de gestión del aprendizaje, realidad virtual y aumentada, así como el análisis de datos, pueden permitir a las instituciones de educación personalizar mejor la experiencia de aprendizaje, aumentar el acceso a los recursos educativos y mejorar los resultados de los estudiantes. Por otro lado, la “universidad inteligente” es un concepto que va más allá de la simple implementación de tecnología digital. Se trata de un enfoque integral para la implementación de la tecnología en toda la institución, con el fin de crear un ambiente interconectado e inteligente. Esto puede incluir el uso de sensores, IoT (Internet de las cosas, por sus siglas en inglés, Internet of Things) y AI (inteligencia artificial, por sus siglas en inglés, Artificial Intelligence) para optimizar el uso de los recursos, mejorar la experiencia del estudiante y mejorar la eficiencia general de la institución (Sneesi et al., 2022).

Las universidades inteligentes también buscan crear un ambiente que fomente la innovación y la colaboración, tanto entre los estudiantes como entre la institución y sus socios externos. Al abrazar plenamente la transformación digital y convertirse en una universidad inteligente, las instituciones de educación no solo pueden mejorar la experiencia del estudiante, sino también posicionarse como líderes en la era digital (Nusantoro et al., 2021).

Las tecnologías digitales son importantes para el desarrollo de una universidad inteligente por varias razones (Silva-da-Nóbrega et al., 2022), entre las más importantes se encuentran las siguientes:

- **Aprendizaje personalizado:** las tecnologías digitales como sistemas de gestión del aprendizaje y para el análisis de datos ayudan a las instituciones a comprender mejor las necesidades de los estudiantes de una forma individual, lo que permite la creación de experiencias de aprendizaje personalizadas.
- **Acceso a recursos:** las tecnologías digitales permiten a las instituciones educativas proporcionar a los estudiantes acceso a una amplia variedad de recursos educativos, independientemente de la ubicación u horario. Esto aumenta el acceso a la educación para estudiantes que anteriormente no habrían podido asistir a instituciones educativas de forma presencial.
- **Mejora la eficiencia:** las tecnologías digitales pueden automatizar muchos procesos administrativos liberando a los colaboradores y profesores para centrarse en otras áreas.
- **Comunicación mejorada:** las tecnologías digitales también pueden mejorar la comunicación entre estudiantes, profesores y personal administrativo, facilitando que todos se mantengan conectados y puedan colaborar.
- **Innovación e investigación:** las universidades inteligentes pueden usar las tecnologías digitales para apoyar la investigación e innovación, proporcionando acceso a herramientas y recursos avanzados y fomentando la colaboración entre diferentes departamentos e instituciones.
- **Campus inteligente:** las tecnologías digitales, como IoT y AI, también se pueden utilizar para crear un campus inteligente que puedan optimizar el uso de los recursos y mejorar la experiencia del estudiante, como sistemas de iluminación e instalaciones inteligentes, y kioscos interactivos para navegación e información.

En general, la integración de tecnologías digitales es esencial para el desarrollo de una universidad inteligente, pues permite a las instituciones educativas mejorar la experiencia del estudiante, aumentar el acceso a la educación y mejorar la eficiencia general (Chagnon-Lessard et al., 2021).

Ventajas y desventajas de ir hacia una universidad inteligente

| Ventajas | Desventajas |
|---|---|
| <p>Inteligencia artificial, clasificación (de forma automática se puede revisar quienes son estudiantes y profesores para adaptar servicios al tipo de usuario y personalizar en el sentido de resolver problemas con base en necesidades y gustos de los usuarios)</p> | <p>No siempre se personaliza correctamente, puede existir sesgo en las recomendaciones, depende de su entrenamiento; transparencia y poca explicabilidad de los sistemas IA, que puede llevar a la desconfianza de sus recomendaciones o decisiones</p> |
| <p>Agrupación: Detección de profesores y estudiantes que tienen alguna condición particular (reprobación, alto desempeño académico, deserción)</p> | <p>Se requiere extracción de características, se pueden realizar malas capturas de datos que llevan a malos resultados/pronósticos</p> |
| <p>Pronóstico: para tomar acciones por adelantado que pueden mejorar el tiempo de reacción de la institución y que permita adaptarse mejor a las necesidades de los estudiantes y profesores,</p> | <p>Alto presupuesto para mantenimiento de toda la infraestructura tecnológica</p> <p>Aumento en la complejidad del personal de apoyo (capacitación, especialización) más caros</p> |
| <p>Integración de los servicios: el uso de todas las tecnologías digitales de manera conjunta para un fin particular.</p> | <p>Muy cara tecnología con cambios tecnológicos rápidos que no permiten la recuperación de la inversión</p> |
| <p>Todos los servicios institucionales son personalizados, disponibles por tiempos específicos y habilitados/deshabilitados dependiendo del estado/condición de las personas (baja temporal, baja definitiva,) igual profesores (actividades sin goce de sueldo, sabático, visitantes).</p> | <p>Obsolescencia de los equipos</p> <p>Legislación, reglamentos y normativas</p> <p>Privacidad y seguridad de los datos</p> |
| <p>Aumento en eficiencia en operaciones y toma de decisiones</p> | <p>Desigualdad en el acceso a la tecnología, por estudiantes, docentes y personal administrativo</p> |
| <p>Posible reducción de costos</p> | |
| <p>Mejora de la comunicación y colaboración, entre estudiantes, docentes y personal administrativo</p> | <p>Disminución del contacto cara a cara en procesos administrativos y en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje</p> |

Tabla 9. Elaboración propia.



6

Reflexión Final

Este documento presenta una visión global de los diferentes servicios digitales que están disponibles para las instituciones educativas. Además, expone propuestas de servicios digitales que están actualmente en experimentación o en fases de pruebas. Adicionalmente, este documento proporciona una propuesta para implementar proyectos de servicios digitales en instituciones educativas.

En este trabajo se propone que cualquier proyecto digital en una institución educativa tenga al menos un estudio de factibilidad, logística, administrativa y técnica, con indicadores que permitan evaluar el proyecto después de su implementación en la institución. Sin importar el tipo de servicio que se implemente en la institución, ya sean servicios digitales básicos, avanzados o emergentes, siempre será necesario tener la asesoría de grupos multidisciplinarios para que el proyecto realmente impacte en los indicadores de la institución. Evitando que el proyecto no cumpla la expectativa y solamente genere un gasto innecesario. Recomienda no perder el enfoque educativo de la tecnología al implementar servicios digitales en instituciones educativas, es decir, la tecnología debe apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje o administrativos que contribuyan al desarrollo de la enseñanza-aprendizaje. De lo contrario la tecnología podría desorientar a la institución y llevarla por caminos no necesariamente de apoyo a la educación. En este último escenario la tecnología se convierte en un distractor para el logro de los objetivos institucionales y consumidor de recursos. Finalmente, antes de iniciar un proceso de crecimiento en servicios digitales en la institución, siempre es recomendable estar asesorados por personal experto que permita tomar decisiones que beneficien el crecimiento institucional. De esta manera, se usará eficientemente el presupuesto y se tendrán servicios acordes al nivel de madurez de la organización.

Glosario

- **AI (Artificial Intelligence) Inteligencia Artificial**


La inteligencia artificial es un campo de la ciencia relacionado con la creación de computadoras y máquinas que pueden razonar, aprender y actuar de una manera que normalmente requeriría inteligencia humana o que involucre datos cuya escala exceda lo que los humanos pueden analizar. A nivel operativo para el uso empresarial, la IA es un conjunto de tecnologías que se basan principalmente en el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo, que se usan para el análisis de datos, la generación de predicciones y previsiones, la categorización de objetos, el procesamiento de lenguaje natural, las recomendaciones, la recuperación inteligente de datos y mucho más.

- **CSP**

Un CSP (proveedor de servicios en la nube) es una empresa de terceros que proporciona recursos de procesamiento escalables a los que las empresas pueden acceder a pedido en una red, lo que incluye servicios de procesamiento, almacenamiento, plataforma y aplicaciones basados en la nube.

- **GenAI (Generative AI) Inteligencia Artificial Generativa**

La inteligencia artificial generativa se concentra en la capacidad de las máquinas para crear contenido, como imágenes, video, audio o texto, a partir de datos existentes. Al ser una rama de la inteligencia artificial (IA), hace uso de técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales.



El término “generativa” se refiere a la capacidad de crear algo nuevo, basado en la información o los conjuntos de datos proporcionados. La IA generativa está diseñada para interactuar en conversaciones, empleando modelos entrenados con grandes volúmenes de datos capaces de generar texto coherente en respuesta a comandos, preguntas o instrucciones. Un ejemplo destacado de esta tecnología es el modelo transformador generativo preentrenado (GPT)

- **IoT (Internet of Things) Internet de las cosas**

El término IoT, o Internet de las cosas, se refiere a la red colectiva de dispositivos conectados y a la tecnología que facilita la comunicación entre los dispositivos y la nube, así como entre los propios dispositivos. Ejemplos: coches conectados, ciudades inteligentes, edificios inteligentes, hogares conectados.

- **ML (Machine Learning)**

El machine learning (ML) es una rama de la inteligencia artificial (IA) y la informática que se centra en el uso de datos y algoritmos para permitir que la IA imite la forma en que los humanos aprenden, mejorando gradualmente su precisión.

- **MR (Machine Reasoning)**

El razonamiento automático, un tipo de inteligencia artificial (IA), es un proceso de software que utiliza reglas y diversas áreas de la lógica para hacer inferencias. Dado que el razonamiento automático utiliza la lógica (y de una manera que pretende ser comparable a la lógica humana), sus aplicaciones se encuentran principalmente en el ámbito de la robótica y el procesamiento del lenguaje natural.



- **PLN (El procesamiento de lenguaje natural)**

El procesamiento de lenguaje natural, o PLN, combina la lingüística computacional (modelado del lenguaje humano basado en reglas) con modelos estadísticos y de aprendizaje automático para permitir que las computadoras y los dispositivos digitales reconozcan, comprendan y generen texto y voz. El NLP se encuentra en el centro de las aplicaciones y dispositivos que pueden:

1. Traducir texto de un idioma a otro.
2. Responder a comandos escritos o hablados.
3. Reconocer o autenticar a los usuarios en función de la voz.
4. Resumir grandes volúmenes de texto.
5. Evaluar la intención o el sentimiento del texto o voz.
6. Generar texto o gráficos u otro contenido bajo demanda.

- **WiFi (Wireless Fidelity) Fidelidad inalámbrica**

Es una tecnología de redes inalámbricas que permite a los dispositivos electrónicos conectarse entre sí de manera fluida a una red mediante frecuencias de radio. La red, llamada una red inalámbrica de área local permite a ciertos dispositivos, como smartphones, tablets, ordenadores portátiles o de sobremesa, conectarse a internet y comunicarse entre sí sin necesidad de cables físicos. La mayoría de las redes inalámbricas se configuran mediante un router, que actúa como un centro de transmisión de la señal inalámbrica o la frecuencia de wifi. Dada su simplicidad y facilidad de acceso, el uso de las redes wifi se ha generalizado en diversos lugares, como oficinas comerciales, aeropuertos, hoteles, cafeterías, bibliotecas y otros espacios públicos. Esto, sin embargo, es motivo de preocupaciones en el ámbito de la seguridad, porque diversas redes públicas carecen de los protocolos de seguridad adecuados, posibilitando así que los hackers accedan y roben información personal o confidencial.

Referencias

- . ABACUS. (2022). ABACUS: Laboratorio de Matemática Aplicada y Cómputo de Alto Rendimiento del Departamento de Matemáticas. Cinvestav.mx. <https://www.abacus.cinvestav.mx/>
- . Al-Shqeerat, K., Al-Shrouf, F., Hassan, M., & Fajraoui, H. (2017). Cloud computing security challenges in higher educational institutions - a survey. *International Journal of Computer Applications*, 161(6), 22-29. <https://doi.org/10.5120/ijca2017913217>
- . Alamri, B. and Qureshi, M. (2015). Usability of cloud computing to improve higher education. *International Journal of Information Technology and Computer Science*, 7(9), 59-65. <https://doi.org/10.5815/ijitcs.2015.09.09>
- . Ascenty. (2021, November 4). Data Centers México - Ascenty. Ascenty - Data Centers. <https://www.ascenty.com/es/data-centers-es/mexico/>
- . Ascenty. (2022, February 2). Ascenty - Data Centers. <https://www.ascenty.com/es/home-espanol/>
- . Bilyalova, A. A., Salimova, D. A., & Zelenina, T. I. (2019). Digital Transformation in Education. *Integrated Science in Digital Age*, 265–276. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22493-6_24
- . Campus Computing Project. (2018). The 2018 Campus Computing Survey. Retrieved from <https://www.campuscomputing.net/content/2018/10/31/the-2018-campus-computing-survey>
- . Centro de Análisis de Datos y Supercómputo. (2018). Cgti.udg.mx. <http://cads.cgti.udg.mx/>
- . Centro Nacional de Supercómputo. (2022). CNS | Centro Nacional de Supercómputo. [ipicyt.edu.mx. https://cns.ipicyt.edu.mx/](https://cns.ipicyt.edu.mx)
- . Cerda-Flores, S. C., Rojas-Punzo, A. A., & Nápoles-Rivera, F. (2022). Applications of Multi-Objective Optimization to Industrial Processes: A Literature Review. *Processes*, 10(1), 133. <https://doi.org/10.3390/pr10010133>
- . Cinvestav. (2022). Cluster Híbrido de Supercómputo - Cinvestav. CHSC-Cinvestav. <https://clusterhibrido.cinvestav.mx/>
- . CLOUDFLARE. (2022). ¿Qué es DNS? | Nociones básicas | Cloudflare. Cloudflare. <https://www.cloudflare.com/es-es/learning/dns/what-is-dns/>
- . CLOUDFLARE. (2022). ¿Qué es el Protocolo de escritorio remoto (RDP)? Cloudflare. <https://www.cloudflare.com/es-es/learning/access-management/what-is-the-remote-desktop-protocol/>

- . Colman, H. (2021, June 21). Observatorio | Instituto para el Futuro de la Educación. Observatorio | Instituto Para El Futuro de La Educación. <https://observatorio.tec.mx/edu-bits-blog/la-pandemia-cambio-la-industria-de-la-educacion-para-siempre>
- . Conexión Cinvestav. (2020, July 20). Laboratorios virtuales. Conexión; Conexión. <https://conexion.cinvestav.mx/Publicaciones/laboratorios-virtuales>
- . Chagnon-Lessard, N., Gosselin, L., Barnabe, S., Bello-Ochende, T., Fendt, S., Goers, S., Silva, L. C. P. D., Schweiger, B., Simmons, R., Vandersickel, A., & Zhang, P. (2021). Smart Campuses: Extensive Review of the Last Decade of Research and Current Challenges. *IEEE Access*, 9, 124200–124234. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3109516>
- . DatacenterDynamics. (2019, January 29). UNAM: el almacenamiento de datos más grande de México. [Datacenterdynamics.com. https://www.datacenterdynamics.com/es/noticias/unam-el-almacenamiento-de-datos-m%C3%A1s-grande-de-m%C3%A9xico/](https://www.datacenterdynamics.com/es/noticias/unam-el-almacenamiento-de-datos-m%C3%A1s-grande-de-m%C3%A9xico/)
- . DatacenterDynamics. (2022, February 28). Conociendo el nuevo Data Center de Ciudad de México. [Datacenterdynamics.com. https://www.datacenterdynamics.com/es/opinion/javier-wiechers-mtp-conociendo-el-nuevo-data-center-de-ciudad-de-m%C3%A9xico/](https://www.datacenterdynamics.com/es/opinion/javier-wiechers-mtp-conociendo-el-nuevo-data-center-de-ciudad-de-m%C3%A9xico/)
- . DatacenterDynamics. (2022, February 28). ODATA construirá el centro de datos más grande de México. [Datacenterdynamics.com. https://www.datacenterdynamics.com/es/noticias/odata-construir%C3%A1-el-centro-de-datos-m%C3%A1s-grande-de-m%C3%A9xico/](https://www.datacenterdynamics.com/es/noticias/odata-construir%C3%A1-el-centro-de-datos-m%C3%A1s-grande-de-m%C3%A9xico/)
- . DGTIC. (2022). Portal TIC UNAM. [Unam.mx. https://www.tic.unam.mx](https://www.tic.unam.mx)
- . Donoso León, C. E., Paredes Godoy, M. M., Gallardo Donoso, L. J., & Samaniego Campo-verde, A. F. (2020). El laboratorio virtual en el aprendizaje procedimental de la asignatura de Física. *Polo Del Conocimiento*, 6(6), 167–181. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i6.2748>
- . Eduroam. (2024) <https://www.eduroam.org/where/?location=mx>
- . Educause. (2018). The 2018 Educause Horizon Report. Retrieved from <https://library.educationcause.edu/~media/files/library/2018/8/2018horizonreport.pdf>
- . EDUCAUSE LEARNING INITIATIVE. (2020). Virtual Labs Scenario. <https://library.educationcause.edu/~media/files/library/2020/8/eli7174.pdf>

- . Emmerich, M. T. M., & Deutz, A. H. (2018). A tutorial on multiobjective optimization: fundamentals and evolutionary methods. *Natural Computing*, 17(3), 585–609. <https://doi.org/10.1007/s11047-018-9685-y>
- . EQUINIX. (2021, September 9). Data Centers. <https://www.equinix.es/data-centers/america-colocation/mexico-colocation/mexico-city-data-centers>
- . Estrella, V. (2021, February 23). CloudHQ instalará un campus de data centers en Querétaro con inversión de 600 millones de dólares. *El Economista; El Economista*. <https://www.eleconomista.com.mx/estados/CloudHQ-instalara-un-campus-de-data-centers-en-Queretaro-con-inversion-de-600-millones-de-pesos-20210222-0089.html>
- . Fall, K. R., & Stevens, W. R. (2011). *TCP/IP illustrated, volume 1: The protocols*. Addison-Wesley.
- . Federal Communications Commission. (2010, November 18). Voice Over Internet Protocol (VoIP). Federal Communications Commission. <https://www.fcc.gov/general/voice-over-internet-protocol-voip>
- . Forouzan, B. A. (2007). *Data communications and networking*. Huga Media.
- . Garcia, M., Bri, D., Turro, C., & Lloret, J. (2008). A user-balanced system for ip telephony in wlan.. <https://doi.org/10.1109/ubicomm.2008.37>
- . Gartner. (2018). Hype Cycle for Education, 2018. Retrieved from <https://www.gartner.com/en/documents/3882872>
- . Gijbels, D., Segers, M., & Struyf, E. (2008). Constructivist learning environments and the (im) possibility to change students' perceptions of assessment demands and approaches to learning. *Instructional Science*, 36(5-6), 431-443. <https://doi.org/10.1007/s11251-008-9064-7>
- . Ghazal, M., Ghoniemy, S., & Salama, M. (2019). Multi-Objective Optimization for Automated Business Process Discovery. *Proceedings of the 11th International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management*. <https://doi.org/10.5220/0008072400890104>
- . Google Cloud. (2022). ¿Qué es una máquina virtual? Google Cloud. <https://cloud.google.com/learn/what-is-a-virtual-machine>
- . Google Cloud. (2022). ¿Qué son los contenedores? | Google Cloud. Google Cloud. <https://cloud.google.com/learn/what-are-containers?hl=es>
- . Gunantara, N., & Ai, Q. (2018). A review of multi-objective optimization: Methods and its applications. *Cogent Engineering*. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311916.2>

- . Herm, L.-V., Janiesch, C., Helm, A., Imgrund, F., Hofmann, A., & Winkelmann, A. (2022). A framework for implementing robotic process automation projects. *Information Systems and E-Business Management*. <https://doi.org/10.1007/s10257-022-00553-8>
- . IBM Cloud Education. (2021, January 15). What is Data Mining? *Ibm.com*. <https://www.ibm.com/cloud/learn/data-mining>
- . IBM Cloud Learn Hub. (2019, June 20). virtual-machines. *Ibm.com*. <https://www.ibm.com/mx-es/cloud/learn/virtual-machines>
- . IBM Cloud Learn Hub. (2021, June 23). Containers. *Ibm.com*. <https://www.ibm.com/mx-es/cloud/learn/containers>
- . ILIMIT. (2019, August 20). 10 ejemplos de servicios cloud para PYMES. <https://www.ilimit.com/blog/10-ejemplos-servicios-cloud-pymes/>
- . INCIBE. (2017, October 17). Cloud computing: una guía de aproximación para el empresario. INCIBE. <https://www.incibe.es/protege-tu-empresa/blog/cloud-computing-guia-aproximacion-el-empresario>
- . International Society for Technology in Education (ISTE). (2017). Standards for Students. Retrieved from <https://www.iste.org/standards/for-students>
- . Instituto Mexicano del Petróleo. (2022, May 12). *Www.gob.mx*. <https://www.gob.mx/imp>
- . Instituto Mexicano para la Competitividad A.C. (2012, June 8). Cómputo en la Nube: Nuevo Detonador para la Competitividad de México. *Cómputo En La Nube: Nuevo Detonador Para La Competitividad de México*. https://imco.org.mx/computo_en_la_nube_nuevo_detonador_para_la_competitividad_en_mexico_pp
- . Instituto Superior Tecnológico Honorable Consejo Provincial de Pichincha. (2021). Importancia del uso del Correo Institucional – Tecnológico Pichincha. *Tecnologicopichincha.edu.ec*. <https://www.tecnologicopichincha.edu.ec/importancia-del-uso-del-correo-institucional/>
- . Ivančić, L., Suša Vugec, D., & Bosilj Vukšić, V. (2019). Robotic Process Automation: Systematic Literature Review. *Business Process Management: Blockchain and Central and Eastern Europe Forum*, 280–295. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30429-4_19

- . Kurose, J., & Ross, K. (2010). Computer networks: A top down approach featuring the internet.
- . Laboratorio Nacional de Cómputo de Alto Desempeño (LANCAD) <http://www.lancad.mx>
- . Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México. (2022). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Buap.mx. <https://lns.buap.mx/>
- . Laboratorio Nacional de Tecnologías de Información. (2018). Lanti.org.mx. <http://www.lanti.org.mx/lanti/>
- . LARCAD. (2015). LARCAD. Larcad.mx. <https://larcad.mx/larcad/index.html>
- . Leyva-Mayorga, I., Soret, B., Maik, R., Wubben, D., Matthiesen, B., Dekorsy, A., ... & Popovski, P. (2020). Leo small-satellite constellations for 5g and beyond-5g communications. *IEEE Access*, 8, 184955-184964. <https://doi.org/10.1109/access.2020.3029620>
- . Mahalingam, T. and Rajan, A. (2013). Cloud and mobile computing: affordances of the 21st century teaching and learning.. <https://doi.org/10.1109/ctit.2013.6749490>
- . Microsoft Azure. (2016). What Is a Virtual Machine and How Does It Work | Microsoft Azure. Microsoft.com; Microsoft Azure. <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-a-virtual-machine/mooc>
- . unam. (2020). Unam.mx. <https://mooc.cuaieed.unam.mx/>
- . Mora, H. L., & Sanchez, P. P. (2020). Digital Transformation in Higher Education Institutions with Business Process Management : Robotic Process Automation mediation model. 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). <https://doi.org/10.23919/cisti49556.2020.9140851>
- . Nusantoro, H., Sunarya, P. A., Santoso, N. P. L., & Maulana, S. (2021). Generation Smart Education Learning Process of Blockchain-Based in Universities. *Blockchain Frontier Technology*, 1(01), 21–34. <https://doi.org/10.34306/bfront.v1i01.7>
- . OECD. (2015). Students, Computers and Learning: Making the Connection. Retrieved from <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264239555-en.pdf?expires=1613076257&id=id&accname=guest&checksum=1F736CB95D7CA719EDDE9A22A0E3A3F3>
- . ODATA. (2022, January 17). Data Centers. <https://odatacolocation.com/es/blog/data-center/dc-qr01/>
- . Ofrecen servicios de supercómputo a usuarios externos. (2022, April 8). Cicese.mx. <https://todos.cicese.mx/sitio/noticia.php?n=1731>
- . ORACLE. (2011). Acerca del Protocolo DHCP - Guía de administración del sistema: servicios

- . Paredes, R. and Hernandez, A. (2018). Designing an adaptive bandwidth management for higher education institutions. *International Journal of Computing Sciences Research*, 2(1), 17-35. <https://doi.org/10.25147/ijcsr.2017.001.1.22>
- . Rasheedi, G. and Khan, N. (2021). The role of cloud computing in education: saudi arabian study. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (Ijim)*, 15(24), 191-200. <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i24.27363>
- . Rawls, M., Thiemann, H., Chemin, V., Walkowicz, L., Peel, M., & Grange, Y. (2020). Satellite constellation internet affordability and need. *Research Notes of the Aas*, 4(10), 189. <https://doi.org/10.3847/2515-5172/abc48e>
- . Rediris. (2008, November 12). RedIRIS - Algunos servicios y protocolos. Rediris.es; RedIRIS. España. <https://www.rediris.es/cert/doc/unixsec/node22.html>
- . Ren, J., Sun, D., Deng, P., Li, M., & Zheng, J. (2021). Cost-efficient leo navigation augmentation constellation design under a constrained deployment approach. *International Journal of Aerospace Engineering*, 2021, 1-18. <https://doi.org/10.1155/2021/5042650>
- . Ribeiro, J., Lima, R., Eckhardt, T., & Paiva, S. (2021). Robotic Process Automation and Artificial Intelligence in Industry 4.0 – A Literature review. *Procedia Computer Science*, 181, 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.104>
- . Rico Rodríguez, V. (2021). EVOLUCIÓN DE LAS CAPACIDADES DEL CENTRO DE DATOS DEL CICESE. https://telematica.cicese.mx/wp-content/uploads/2021/10/centro_de_datos_evolucion_48aniv_vp.pdf
- . Rubio Bravo, A. (2021, June 22). Ventajas y desventajas del correo electrónico (y del correo empresarial). GoDaddy. <https://mx.godaddy.com/blog/ventajas-desventajas-correo-electronico-como-usarlo-empresa-o-proyecto/>
- . Sahdev, T., Medudula, M., & Sagar, M. (2014). An analysis of barriers for the adoption of cloud computing in education sector. *Management and Labour Studies*, 39(3), 249-274. <https://doi.org/10.1177/0258042x15572422>.

- . Sezer, S., Scott-Hayward, S., Chouhan, P., Fraser, B., Lake, D., Finnegan, J., ... & Rao, N. (2013). Are we ready for sdn? implementation challenges for software-defined networks. *IEEE Communications Magazine*, 51(7), 36-43. <https://doi.org/10.1109/mcom.2013.6553676>
- . Sneesl, R., Jusoh, Y. Y., Jabar, M. A., Abdullah, S., & Bukar, U. A. (2022). Factors Affecting the Adoption of IoT-Based Smart Campus: An Investigation Using Analytical Hierarchical Process (AHP). *Sustainability*, 14(14), 8359. <https://doi.org/10.3390/su14148359>
- . Silva-da-Nóbrega, P. I., Chim-Miki, A. F., & Castillo-Palacio, M. (2022). A Smart Campus Framework: Challenges and Opportunities for Education Based on the Sustainable
- . Shyshkina, M. (2017). The general model of the cloud-based learning and research environment of educational personnel training., 812-818. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73210-7_94
- . Šuh, J., Bojović, Ž., Despotović-Zrakić, M., Bogdanović, Z., & Labus, A. (2017). Designing a course and infrastructure for teaching software-defined networking. *Computer Applications in Engineering Education*, 25(4), 554-567. <https://doi.org/10.1002/cae.21820>
- . Suresh, K., & Srinivasan, P. (2020). Massive Open Online Courses – Anyone Can Access Anywhere at Anytime. *Shanlax International Journal of Education*, 8(3), 96–101. <https://doi.org/10.34293/education.v8i3.2458>
- . UNESCO. (2013). Guidelines for the Development of Open Educational Resources Policies. Retrieved from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000223455>
- . UNESCO. (2015). Policy Guidelines for Mobile Learning. Retrieved from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000219641>
- . Universidad Autónoma del Estado de México. (2016). UAEM | FC | Supercómputo. Uaemex.mx. <http://web.uaemex.mx/fciencias/Supercomputo/>
- . Universidad Autónoma Metropolitana. (2022). Laboratorio de Supercómputo. Izt.uam.mx. <https://cbi.izt.uam.mx/index.php/investigacion/laboratorios-divisionales/lab-supercomputo>
- . Universitat Autònoma de Barcelona. (2013). Uab.cat. <https://www.uab.cat/web/estudios/mooc/-que-es-un-curso-mooc-1345668281247.html>
- . Villanueva Manjarres, A., Moreno Sandoval, L. G., & Salinas Suárez, M. J. (2018). Data mining techniques applied in educational environments: Literature Review. *Digital Education Review*, 235–266. <https://doi.org/10.1344/der.2018.33.235-266>
- . Virtual Labs. (2022). Virtual Labs. Vlab.co.in. <https://www.vlab.co.in/>

- . VMware. (2022, May 16). What is a Virtual Machine? | VMware Glossary. VMware. <https://www.vmware.com/topics/glossary/content/virtual-machine.html>
- . Wang, M., Meng, X., & Zhang, L. (2011). Consolidating virtual machines with dynamic bandwidth demand in data centers. 2011 Proceedings IEEE INFOCOM. <https://doi.org/10.1109/infcom.2011.5935254>
- . Wibowo, F., Gregory, M., Ahmed, K., & Gomez, K. (2017). Multi-domain software defined networking: research status and challenges. *Journal of Network and Computer Applications*, 87, 32-45. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2017.03.004>
- . Wi-Fi Certified 7 program <https://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/wi-fi-certified-7>
- . Zamarrón, I. (2022, February 22). Microsoft alista apertura de su centro de datos en Querétaro. *Forbes México*. <https://www.forbes.com.mx/microsoft-alista-apertura-de-su-centro-de-datos-en-queretaro/>
- . Zaoui, F., & Souissi, N. (2020). Roadmap for digital transformation: A literature review. *Procedia Computer Science*, 175, 621–628. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.07.090>

