



Integrantes

Carlos Rico Blanco

Carmen Díaz Novelo

Emmanuel Serrano Piña

Miguel Antonio Briceño Quijano

Dennis Raúl Ramírez Echeverría

1. Resumen

Las motivaciones para la transformación educativa no son exclusivas de un país, sino que se repiten de manera similar en varios contextos y permiten a las Instituciones de Educación Superior comprender qué es lo fundamental para responder a los retos de la época actual y futura (Gallifa, & Sangrà, 2021; UNESCO IESALC, 2021).

La Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), es una institución pública, ubicada en el sureste de México, se encuentra celebrando cien años de existencia y una de sus motivaciones, como parte de su responsabilidad social, es aportar servicios a las comunidades, incluyendo grupos vulnerables, del estado. La Facultad de Odontología, fundada en 1923, cuenta con programas académicos reconocidos nacional e internacionalmente y es referente en Latinoamérica; brinda servicios de gabinete

radiográfico, odontología integral, cirugías, ortodoncia, periodoncia, odontología restauradora y odontología infantil. (UADY, 2021).

En el ámbito tecnológico la Facultad de Odontología de distingue por ser una organización digital que cuenta con un sistema integral de información que tiene automatizados todos los procesos que se desarrollan, alineado y coordinado con los sistemas institucionales de la Universidad, en la imagen 1 se ilustran el flujo de atención que se encuentra automatizado



Imagen 1. Flujo de atención a pacientes, todos los procesos de la Facultad de Odontología, se encuentran automatizados.

Los cierres de escuelas forzados por el COVID-19 presentaron una oportunidad para innovar en el ámbito educativo y la Facultad de Odontología no fue la excepción ya que durante este periodo continuó automatizando actividades de gestión de los servicios educativos, administrativos y operativos; (Jordan, 2020; Ponce, Gutiérrez & Castañeda, 2020), es aquí donde se presentó la oportunidad de incursionar en un proyecto de Internet de las cosas (IoT).

El término Internet de las Cosas (Internet of Things, en inglés) se relaciona con objetos convenientemente etiquetados capaces de interactuar con otros objetos y sistemas ya sea usando internet, redes privadas u otros medios de comunicación, recientemente la Sociedad de Internet, ISOC (2018) refiere el término como

“escenarios donde la conectividad de red y la capacidad de cómputo se extienden a objetos, sensores y elementos cotidianos que habitualmente no se consideran computadoras, y permiten que estos dispositivos generen, intercambien y consuman datos con una mínima intervención humana”.

A continuación se describe la implementación de la solución IoT implementada en la Institución, apegada a estándares y buenas prácticas internacionales dentro de un entorno de servicios tecnológicos universitarios, con un esquema de seguridad informática propio de la UADY (ISOC, 2018; ISOC, 2019; NYCE 2020).

2. Desarrollo de proyecto

Objetivos del proyecto

General

Fortalecer el ecosistema digital de la Facultad de Odontología, de la Universidad Autónoma de Yucatán, integrando el Internet de las cosas (IoT).

Particulares

1. Generar las políticas de seguridad y buenas prácticas para uso de IoT en la UADY.
2. Implementar el proyecto IoT en la UADY.
3. Concientizar sobre el beneficio de los dispositivos IoT a las autoridades universitarias.
4. Optimizar los recursos económicos y de personal de la Facultad de Odontología.

Soluciones tecnológicas implementadas

1. Actividades llevadas a cabo

- 1.1. Se desarrolló un plan estratégico donde se identificaron las fortalezas, oportunidades, debilidad y amenazas para la implementación del proyecto y que se ilustra en la imagen 2.

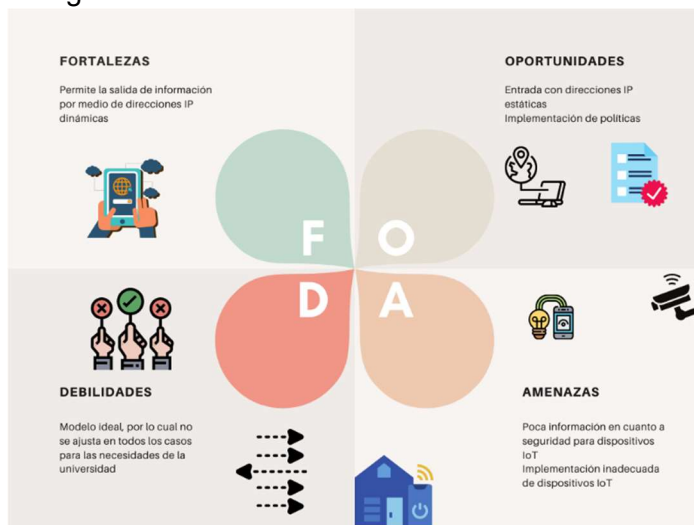


Imagen 2. Análisis de Fortalezas, debilidades y amenazas para la implementación de IoT en la Universidad Autónoma de Yucatán.

- 1.2. Se implementaron dispositivos básicos como interruptores o temporizadores.
- 1.3. Se adquirieron e implementaron sensores
- 1.4. Se desarrollaron las políticas de seguridad para IoT aplicables a la Facultad de Odontología, en la imagen 3 se presenta un fragmento del documento.

Políticas de Uso del Sistema IoT de la Universidad Autónoma de Yucatán.

El alcance de estas políticas abarca a las solicitudes de Implementación, actualización, Uso y Consumo del Sistema de IoT (Internet of Things), de ahora en adelante: SIOT, de la Universidad Autónoma de Yucatán. Estas políticas son complementarias y no contradicen a las Políticas Institucionales de Seguridad en Cómputo, por lo que se podrá consultar dichas políticas en la liga siguiente <https://www.riady.uady.mx/>.

1. Las solicitudes de implementación del SIOT se realizarán a través del Sistema de Atención de Usuarios (SAU) de la Coordinación General de Tecnologías de Información y Comunicación (CGTIC) por el Administrador de Tecnologías de Información (ATI) de la dependencia, con autorización y aprobación, de los directivos de la facultad o dependencia.
2. En caso de realizar la solicitud por otro medio, se le proporcionará un folio de atención para el seguimiento del servicio por medio del SAU y correo electrónico.
3. Para poder realizar la planeación e implementación del servicio en su dependencia, es importante definir el alcance de los dispositivos IOT que estarán conectados. El Administrador de TI de la Dependencia o, en su caso, el personal que designe el directivo o interesado del servicio (De ahora en Adelante, ATI) será el responsable de conseguir la siguiente información asociada al dispositivo IoT. Consultar la sección de Lineamientos Técnicos
4. La Coordinación General de Tecnologías de Información y Comunicación (CGTIC), será la entidad responsable de definir el mejor esquema de conexión para el servicio solicitado, haciendo las recomendaciones necesarias para salvaguardar la integridad de la infraestructura de red y servicios de TI de la Universidad Autónoma de Yucatán.
 - a. Segmentación de tráfico
 - b. Bloque de IPs asignadas
 - c. Verificación de puertos de conectividad

Imagen 3. Fragmento del documento de políticas de seguridad IoT aplicado en la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Yucatán.

1.5. Se integró y configuró la solución a la red de telecomunicaciones de la UADY y el diagrama con los componentes de la solución se ilustra en la imagen 4.

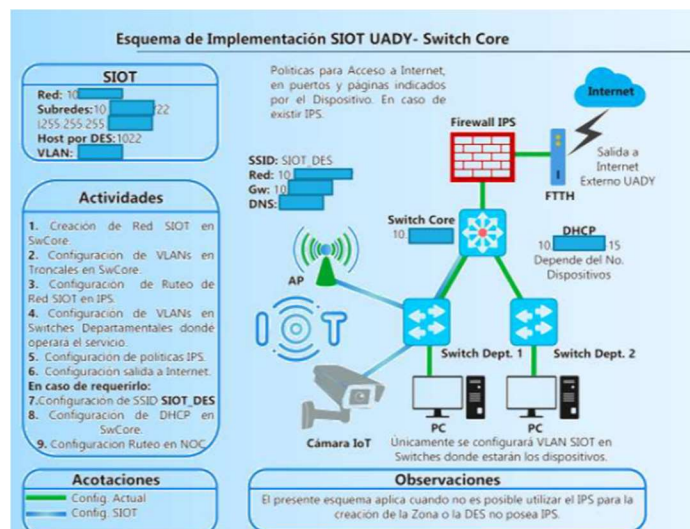


Imagen 4. Diagrama de implementación de la solución IoT para una Facultad de la Universidad Autónoma de Yucatán

2. Recursos utilizados para el proyecto (materiales y/o personales)

Los recursos utilizados han sido:

1. Equipo del Departamento de TIC de la Facultad de Odontología.
2. Equipo de servicios generales de la Facultad de Odontología
3. Equipo de la coordinación general de TIC de la UADY: servicios de telemática y seguridad de la información.

Los materiales utilizados fueron:

1. Aires acondicionados.
2. Motores.
3. Sensores.
4. Switches.
6. Puntos de acceso.
5. Plataformas de seguridad.
6. Internet.

3. Conclusiones

La condición de pandemia ocasionada por el Coronavirus SARS-COV2 restringió el acceso a las instalaciones y cambió radicalmente el quehacer cotidiano tanto académico, administrativo y operativo, en consecuencia, las labores de gestión de recursos se complicaron con las restricciones de movilidad que impidieron la circulación de vehículos en determinados horarios. Esto llevó a la implementación de dispositivos IoT con sensores modernos para ser activados o inhabilitados de manera remota a través de Internet y que permitieran conocer: ¿quién tuvo acceso a esos recursos?, ¿de qué forma se utilizaron?, ¿cómo están programados?, ¿qué valores tienen en tiempo real?, contando con información histórica para su análisis.

En esta implementación fue necesario adoptar algunas medidas básicas para adecuación de componentes como son los dispositivos o sensores, los canales de telecomunicación para conectarlos a la red de datos, las medidas de seguridad informática, dentro de un esquema de seguridad institucional y el control de usuarios autorizados entre otros elementos. El impacto de estas implementaciones es principalmente el ahorro energético y la protección de: iluminación, aires acondicionados, control de temperatura y humedad, sistemas de riego, sistemas de presión, abastecimiento de agua y de succión para unidades dentales, videovigilancia, control de acceso a usuarios y otras del área académica y de atención médica.

El IoT en las Instituciones de Educación Superior es inminente, pero los cambios originados por la pandemia detonaron su utilización, esto conlleva la necesidad de vigilar los cambios locales e internacionales en materia de gobernanza de IoT, políticas y buenas prácticas.

3.1 Principales aprendizajes de la experiencia

Este tipo de soluciones permite optimizar los espacios de tiempo donde no hay personal responsable de la infraestructura en las instalaciones, lo que permite solucionar situaciones que no requieren la presencia física, apoyando así la gestión de la infraestructura de manera remota como es: el encendido y apagado de luminarias, motores, aires acondicionados entre otros que ocasionaban gastos innecesarios.

Para este tipo de implementaciones se requiere una infraestructura de TIC's que soporte y respalde su uso, siendo algunos de los aspectos a considerar:

1. Incorporar en la planeación estratégica soluciones de IoT para entornos académicos
2. Capacitar personal en esta nueva tecnología particularmente en el apartado de ciberseguridad.
3. Programa de actualización continua en IoT que considere que no sólo los dispositivos, sino la complejidad de la red compleja interconectada de sensores, dispositivos, plataformas, software, telecomunicaciones, datos, fabricantes, etc.

Próximos pasos

Se está trabajando en el desarrollo de las políticas institucionales para incorporar las políticas de seguridad de IoT de la UADY.

Se está avanzando en implementaciones en otras Facultades y Escuelas y al momento se cuenta con un avance de otras cinco Facultades y dos escuelas preparatorias.

Resultados alcanzados

El proyecto ha sido presentado y evaluado positivamente a nivel Latinoamérica como parte de la Diplomatura en Gobernanza de Internet 2020 – 2021, de la Universidad de San Andrés en Argentina, en la cual fueron seleccionadas diez personas de México, una de ellas fue el administrador de TIC de la Facultad de Odontología de la UADY.

El proyecto IoT ha permitido controlar procesos repetitivos que requieran mínima intervención humana *in situ*, con lo cual se ha optimizado el tiempo de respuesta y se han ahorrado recursos de la Institución.

Se realizó una adecuada planeación logrando una implementación que reduce los riesgos en seguridad informática y la experiencia puede ser compartida con otras Instituciones de Educación Superior y se cuenta con la normatividad para el uso de estos dispositivos basada en buenas prácticas y recomendaciones nacionales e internacionales.

El beneficio directo de este proyecto es a 600 alumnos y 60 profesores de la Facultad de Odontología, pero sobre todo a los más de 300 pacientes diarios que se atienden. Con la adopción que se está tendiendo de la solución en otros campus universitarios se beneficiarán a los más de 30,000 alumnos de la Institución.

Referencias bibliográficas

- CCN-CERT. (2017). *Buenas prácticas en internet de las cosas, IoT*. Consultado en: <https://www.ccn-cert.cni.es/seguridad-al-dia/comunicados-ccn-cert/4691-publicado-el-ccn-cert-bp-05-16-en-la-parte-publica-de-su-portal.html>
- CCN-CERT BP/05. (2021). *Internet de las cosas. Informe de buenas prácticas*. Consultado en: <https://www.ccn-cert.cni.es/informes/informes-de-buenas-practicas-bp/2258-ccn-cert-bp-05-internet-de-las-cosas/file.html>
- Departament for Digital, Cultura, Media & Sport. (2018). *Código de prácticas de seguridad del consumidor en relación con el Internet de las cosas*. Consultado en: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/973924/054718_DCMS_IoT_Code_of_Practice_SPANISH_LA_V2.pdf
- Espacio Fundación Telefónica Madrid. (2021). *El año en que todo cambió, Sociedad digital de España*. 121-31 11. Consultado en: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32180/1/BCN_internet_de_las_cosas_2021.pdf
- Forescout. (2020). *The Enterprise of Things Security report*. Consultado en: <https://www.forescout.com/resources/the-10-riskiest-iot-devices-of-2020/>
- Gallifa, J. & Sangrà, A. (2021). *Transformar la Universidad. Desafíos, oportunidades y propuestas desde una mirada global*. Barcelona, Editorial UOC.
- Gantiva Henao L, A. (2020). *Gestión de Riesgos en el internet de las Cosas (IoT)*. Universidad Piloto de Colombia. Consultado en: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/6868>
- Gobierno del Estado de Jalisco. (2017). *Centro de innovación de internet de las cosas (s.f.)*. Consultado en: <https://sicyt.jalisco.gob.mx/innovacion/iniciativas-alta-tecnologia/centro-innovacion-internet>
- ISOC. (2018). *IoT Security for Policymakers*. Consultado en: <https://www.internetsociety.org/resources/2018/iot-security-for-policymakers/>
- ISOC. (2018). *Marco de confianza y confidencialidad de IoT v2.5*. Consultado en: <https://www.internetsociety.org/es/resources/doc/2018/iot-trust-framework-v2-5/>
- ISOC capítulo Uruguay. (2019). *Seguridad en IoT Proceso en Uruguay, (2019)*. <https://www.gub.uy/agencia-gobierno-electronico-sociedad-informacion-conocimiento/comunicacion/publicaciones/seguridad-iot>.
- LACNIC. *Estandarización de la seguridad de IoT en el IETF*. Consultado en: <https://www.youtube.com/watch?v=IICMRzGQqZs>
- LACNIC. *Ciberseguridad en IoT Marcos de referencia*. Consultado en: <https://www.youtube.com/watch?v=EMZenbKvsoU>
- Jordan, K.; David, R.; Phillips, T.; Pellini, A. (2020). *Educación durante la crisis de COVID-19: Oportunidades y limitaciones del uso de Tecnología Educativa en países de bajos ingresos*. Revista De Educación a Distancia (RED). <https://doi.org/10.6018/red.453621>.
- Michaca, G. (2018). *México, ejemplo en desarrollo normativo hacia el IoT*. Consultado en: <https://www.consumotic.mx/tecnologia/mexico-ejemplo-en-desarrollo-normativo-hacia-el-iot/>
- Molina García, JA. (2006). *La importancia de la gestión de riesgos y seguridad en el internet de las cosas (IoT)*. Universidad Piloto de Colombia, <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6754/LA%20IMPO>

- [RTANCIA%20DE%20LA%20GESTI%C3%93N%20DE%20RIESGOS%20Y%20SEGURIDAD%20EN%20EL%20INTERNET%20DE%20LAS%20COSAS%20\(IOT\)-%20Jorge%20Molina%20Garc%C3%ADa%20ESI41.pdf?sequence=](#),
NyCE. (2020). *NMX-I-320-NYCE-2020 Telecomunicaciones – Términos y definiciones para el Internet de las Cosas*. Consultado en:
<https://nyce.org.mx/catalogodeestandaresnyce/producto/nmx-i-320-nyce-2020-telecomunicaciones-terminos-y-definiciones-para-el-internet-de-las-cosas/>
- NyCE. (2020). *NMX-I-321-NYCE-2020 Telecomunicaciones – Descripción General del Internet de las Cosas*. Consultado en:
<https://nyce.org.mx/catalogodeestandaresnyce/producto/nmx-i-321-nyce-2020-telecomunicaciones-descripcion-general-del-internet-de-las-cosas/>
- Pérez Colón R., Navajas S., Terry E. BID. (2019). *IoT en ALC 2019*. Consultado en:
https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/IoT_en_ALC_2019_Tomando_el_pulso_al_Internet_de_las_Cosas_en_America_Latina_y_el_Caribe_es.pdf
- Ponce López, J.L., Gutiérrez Díaz de León, L.A. y Castañeda De León, L.M. (Coords.). (2020). *Encuesta de continuidad académica en las IES durante la contingencia por COVID-19*. México: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.
- Rose K, Eldrige S, Chapin, L.(2015). *La internet de las cosas- una breve reseña*. ISOC. Consultado en: <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf>
- Ruiz L. (2016) *Una Nueva Taxonomía Para Los Ciberataques (A New Taxonomy for Cyberattacks)*. Consultado en:
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2829313
- Social Intelligence Unit. (2017). *México, último lugar en Internet de las Cosas (IoT)*. Consultado en: <https://u-gob.com/mexico-ultimo-lugar-en-internet-de-las-cosas-iot/>
- Roberts R., Weidenslaufer C. (2021). *Internet de las Cosas (IoT) Regulación federal de Estados Unidos y del Estado de California*.
- UNESCO IESALC. (2021). *Pensar más allá de los límites: perspectivas sobre los futuros de la educación superior hasta 2050*. París: UNESCO IESALC
- Universidad Autónoma de Yucatán. (2021). *Servicios de la Facultad de Odontología*. Consultado en: <https://www.odontologia.uady.mx/servicios/>
- Universidad de San Andrés. (2020). *Diplomatura de Gobernanza de Internet*. Argentina. <https://udesa.edu.ar/cetys/digi>
- Trautman, L. Hussein, M. Hgamassi, L.Molesky, M. (2020) *Governance of the internet of things (IoT)*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3443973