

Universidad inteligente: Mapa estratégico desde la adopción de tecnología

Dewar Rico-Bautista¹, Yurley Medina-Cárdenas¹, Luis Anderson Coronel-Rojas¹, Fabian Cuesta-Quintero¹, Edwin Barrientos-Avendaño¹, Ricardo Andrés García León¹, Gina Paola Maestre-Góngora²

dwricob@ufpso.edu.co, ycedinac@ufpso.edu.co, lacoronelr@ufpso.edu.co,
fcuestaq@ufpso.edu.co, ebarrientosa@ufpso.edu.co, ragarcial@ufpso.edu.co,
gina.maestre@campusucc.edu.co

¹ Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Sede Algodonal Vía Acolsure, 546551, Ocaña, Colombia.

² Universidad Cooperativa de Colombia, Calle 50 No. 40 – 74 Bloque A piso 6 , 050016, Medellín, Colombia.

Pages: 711–724

Resumen: Se contextualiza desde el Internet de las Cosas y su vital importancia para el concepto emergente de universidad inteligente. El propósito de este documento es presentar una propuesta de mapa estratégico a partir del análisis de la bibliografía alrededor del concepto de universidad inteligente. A medida que madure la tecnología; campus y universidades inteligentes deberán ampliarse a los ámbitos tales como la gestión. Se hace énfasis en el rol de la tecnología, como un elemento fundamental en la concepción e implementación de proyectos, iniciativas y mapas estratégicos que inciden en el desarrollo exitoso de las universidades.

Palabras-clave: Adopción de Tecnologías; Campus inteligente; Mejoramiento continuo; Universidad inteligente.

Smart University: Strategic map since the adoption of technology

Abstract: It is contextualized from the Internet of Things and its vital importance for the emerging concept of intelligent university. The purpose of this document is to present a proposal for a strategic map based on the analysis of the bibliography on the concept of an intelligent university. As technology matures, smart campuses and universities should be extended to areas such as management. Emphasis is placed on the role of technology as a fundamental element in the conception and implementation of projects, initiatives and strategic maps that influence the successful development of universities.

Keywords: Adoption of Technologies; Smart campus; Continuous Improvement; Smart University.

1. Introducción

Emergen entonces dos conceptos fuertemente anclados a la potencia de las tecnologías de la información (TI), haciendo énfasis en *Internet of Things* (Internet de las cosas), (Flauzac, Gonzalez, & Nolot, 2015; Gershenfeld, Krikorian, & Cohen, 2004; Maciá, 2017; Whitmore, Agarwal, & Da Xu, 2015; Williams, 2016). El primero es el de ciudad inteligente o *smart city*, el cual abarca aspectos relacionados con el desarrollo urbano sostenible. Por esta razón, delimitar qué es y qué no es una ‘ciudad inteligente’ dependerá de quién lo evalúe (Maestre-Góngora, 2016), (Perboli, De Marco, Perfetti, & Marone, 2014), (Muñoz López, Proyecto, Antón Martínez, & Fernández Ciez, 2015). El segundo, de forma equivalente pero más delimitado, el concepto de universidad inteligente o smart university; el cual toma sus características para implementar soluciones en los procesos de estas organizaciones (Adamkó, Kádek, & Kósa, 2014; Atif, Mathew, & Lakas, 2015; Khamayseh, Mardini, Aljawarneh, & Yassein, 2015; Malatji, 2017; Rohs & Bohn, 2003).

De acuerdo a Ontiveros, Vizcaíno, & López (2016) en su libro *Las ciudades del futuro: inteligentes, digitales y sostenibles*, “Las smart cities se caracterizan por haber integrado las últimas innovaciones digitales (Internet de las Cosas, Big Data, minería de datos, inteligencia artificial), permitiendo un mejor conocimiento, análisis y gestión de los flujos urbanos”. Leyendo a Johnson et al. citado por (Banica, Burtescu, & Enescu, 2017), identifica siete categorías de tecnologías que impulsan la innovación en la educación: Tecnologías de consumo, estrategias digitales, tecnologías habilitadoras, tecnologías de Internet, tecnologías de aprendizaje, medios sociales y tecnologías de visualización. De igual forma:

- el acceso de los estudiantes a los materiales de aprendizaje desde cualquier ordenador u otro dispositivo conectado a Internet (Cao et al., 2016), citado por (Banica et al., 2017);
- el uso de dispositivos inteligentes (equipados con aplicaciones de hardware y software) en las denominadas aulas inteligentes (Banica et al., 2017);
- la recopilación y análisis de un importante volumen de datos procedentes de sensores y dispositivos portátiles con mayor facilidad y la supervisión de las capacidades y logros de los estudiantes (Banica et al., 2017);
- el desarrollo de software social educativo dentro de un contexto de IoT, refiriéndose a los Servicios de Redes Sociales (SNS), Wikis, Weblogs como apoyo a actividades de colaboración.

El Consejo Privado de Competitividad (2017), lanza su undécimo Informe Nacional de Competitividad, donde da a conocer ciertas cifras de Colombia en ciertas áreas como, por ejemplo:

- **Educación.** La calidad de la educación superior en Colombia tiene una brecha importante que cerrar. Apenas el 14,9 % de los programas de pregrado de educación superior y el 14,5 % de las instituciones de educación superior cuentan con acreditación de alta calidad. En pertinencia, cerca del 50 % de los empresarios colombianos reporta dificultades para llenar sus vacantes debido, entre otras cosas, a la ausencia de competencias genéricas y específicas de los aspirantes y a la falta de experiencia.
- **Uso en empresas,** de acuerdo con la Encuesta de Opinión Empresarial del WEF, el uso de TIC en transacciones entre empresas en Colombia presenta un

rezago considerable frente a países de referencia y se sitúa lejos de los países líderes de América Latina. Además, la tendencia del indicador es preocupante porque, ha caído de manera consecutiva en los últimos cuatro años. Lo anterior pone en evidencia la necesidad de fomentar la adopción de infraestructura TIC en las empresas, y su uso para el desarrollo de los negocios.

- **Impacto de las TIC**, el subsector de telecomunicaciones mantuvo un desarrollo acelerado durante la década anterior y alcanzó tasas de crecimiento superiores a las del PIB total, como consecuencia de las políticas públicas de expansión de la infraestructura. Sin embargo, las tasas de crecimiento de este subsector han descendido notablemente, puesto que el país ya superó el tramo de mayor potencial de crecimiento en tenencia de dispositivos. Además de su relación con el crecimiento económico, la expansión de las TIC ha tenido un impacto importante sobre la creación de empleo en el país. Se calcula que entre 2005 y 2013 el despliegue de las TIC en Colombia generó, en promedio, 17.000 empleos cada año (21.300 en el año 2013). Dicho cálculo incluye los empleos directos e indirectos generados tanto por la industria de telecomunicaciones, como por los otros sectores digitales. Estas cifras muestran la importancia del sector para el desarrollo económico y, por lo tanto, ponen en evidencia la necesidad de adoptar políticas que eviten que se frene esta contribución.

Este artículo se encuentra dividido principalmente en (i) introducción, (ii) Tecnologías inteligentes, (iii) Resultados y discusión y por último conclusiones.

2. Tecnologías Smart

Entendiendo en el contexto actual “*Smart Technologies*” a la combinación de Tecnologías de la Información y la Comunicación que incluyen hardware, software y sistemas de comunicaciones capaces de adquirir datos, analizar, predecir tendencias de comportamiento y adaptarse automáticamente (Maestre-Gongora & Colmenares-Quintero, 2018). Estas tecnologías desempeñan una función sustantiva en la generación, el intercambio, la difusión, la gestión y el acceso al conocimiento y son cada vez más importantes y pertinentes en todos los ámbitos de la vida social, pero sobre todo en la educación (Vega-Hernández, Patino-Alonso, & Galindo-Villardón, 2018).

La necesidad de aprender a gestionar tecnologías para fortalecer su contribución a la sociedad es una consecuencia de la irrupción de la tecnología y la globalización lo que ha generado un cambio en el papel de las universidades. (*AI (artificial intelligence); cloud computing; IoT (Internet of Things) y Big data*), siguen emergiendo y logrando grandes avances (Shaoyong, Yirong, & Zhefu, 2016). En los resultados generados a nivel internacional (Rjab & Mellouli, 2018), una revisión de la literatura de 1990 a 2017, el 97% de la bibliografía se centra en la *IoT* y la *AI* (más concretamente, el 55% de la bibliografía se centra en *AI* y el 42% de los estudios se centran en *IoT*). Sin embargo, el 3% de los estudios se centran en *cloud computing*. Esta observación, nos permite identificar que las principales tecnologías utilizadas en las ciudades inteligentes son esencialmente *IoT* y *AI*, donde la integración de la inteligencia artificial en la red de *IoT* permite crear una infraestructura sostenible e inteligente. La *AI* se caracteriza por ser una imitación de la inteligencia y de las capacidades humanas, para construir máquinas inteligentes, al igual que es una simulación entre la inteligencia humana y las habilidades de la máquina, con el

fin de resolver problemas complejos (Rjab & Mellouli, 2018). *Big data* puede describirse como la plataforma que toma una variedad de datos (estructurados, semiestructurados y no estructurados) recogidos de diferentes fuentes que, si se analizan en el momento adecuado, pueden proporcionar una toma de decisiones óptima para las organizaciones, la salud, la educación y los países (Chaoui & Makdoun, 2018).

Cloud computing es una tecnología predominantemente emergente. Así, organizaciones han comenzado a migrar sus servicios hacia la entorno de *cloud computing* con la esperanza de reducir costes (Al-ruithe, 2017). Una predicción muestra que el 60-70% de la inversión en TI será en el servicio de *cloud computing* para 2020 (Chaveesuk, 2018). Esto demuestra que muchas organizaciones, tanto empresariales como académicas, dependerán de la nube pública (Karkošková, 2018). Desde esta perspectiva, podría implicar que la *cloud computing* será una herramienta impulsora que mejorará todos los sectores industriales, incluyendo una parte educativa. Se puede considerar *cloud computing* como una solución para el análisis de *Big data*, ya que puede proporcionar todo lo que la variedad de datos necesita, como un sistema de procesamiento paralelo distribuido, gran capacidad de almacenamiento, entre otras (Chaoui & Makdoun, 2018), (Nikolopoulos, 2017). La ausencia de sistemas o metodología para ayudar a la organización a implementarlo con éxito, eficacia y eficiencia (Rad & Rana, 2017), (Steele & Guzman, 2016). Por otro lado, la tecnología *IoT* (*Internet of Things*) se basa en una gran red de máquinas, objetos o personas llamadas “cosas” interactuando juntos para lograr un objetivo común. Dicha tecnología genera continuamente grandes cantidades de datos, generando retos como su comprensión, su procesamiento, su seguridad y su almacenamiento que restringe su desarrollo (Shaaban, Schmittner, Gruber, Quirchmayr, & Schikuta, 2018), (Basingab, Rabelo, Rose, & Gutiérrez, 2017).

La tecnología en la educación superior ha jugado un papel importante en conectar a los tres estamentos: los estudiantes, docentes y administrativos (Mohamed Soliman, 2017). El gran impacto en el campo de la educación no sólo ha cambiado las prácticas tradicionales de enseñanza, sino que también ha producido cambios en la infraestructura de las instituciones educativas, generando el concepto de campus inteligentes (Pandey & Verma, n.d.), (Sánchez-Torres, Rodríguez-Rodríguez, Rico-Bautista, & Guerrero, 2018). Utilizando *IoT* como herramienta para mejorar la educación y facilitar la vida educativa, se presentan a continuación algunos de los trabajos relacionados con este tema. El trabajo de Xu y Hela (Xu & Helal, 2016), examina el uso del *Cloud Computing* y de *IoT* para incorporar la estructura de los recursos educativos y proporciona un modelo de integración. El trabajo de Whitmore, Agarwal y Xu (Whitmore et al., 2015), confirma que la investigación que se está realizando sobre *IoT* se centra en gran medida en la tecnología en este momento. Una vez que madure la tecnología, la investigación deberá ampliarse a los ámbitos de la gestión, las operaciones, el derecho, la economía y la sociología, entre otros. Otro estudio (Cheng & Xue, 2016), analiza el impacto de cuatro tecnologías diferentes, entre ellas *IoT*, el *Cloud Computing*, la minería de datos y el *Triple-Play* en la educación a distancia moderna. El trabajo de investigación (Widya Sari, Wahyu Ciptadi, & Hardyanto, 2017), describe la aplicación de la *IoT* y el *Cloud Computing* en la educación y también distingue entre campus inteligente y campus digital. En el trabajo (Malatji, 2017), se presentó un modelo arquitectónico integrado para desarrollar un sistema de

IoT en un marco académico. Atzori, Iera, & Morabito (Atzori, Iera, & Morabito, 2017) presentan un enfoque de la evolución desde su naturaleza evolutiva. Se identifican tres etapas principales de evolución del paradigma, cada una caracterizada por tecnologías habilitadoras claves, soluciones arquitectónicas de referencia y productos disponibles. No obstante, lo que es IoT hoy y lo que será en el futuro es, sin duda, el resultado de la convergencia en la trayectoria evolutiva primaria de todas las experiencias de I + D en varios dominios TIC.

3. Resultados y discusión

El análisis de la bibliografía reveló que la investigación que se está realizando sobre IoT se centra en gran medida en la tecnología en este momento. La investigación, a medida que madure la tecnología (IoT y otras); campus y universidades inteligentes deberá ampliarse a los ámbitos tales como la gestión, ver Figura 1. La revisión de la literatura produjo algunos hallazgos importantes que pueden enfocar los esfuerzos en desarrollo de proyectos (Whitmore et al., 2015). Estos incluyen:

- La tecnología de las universidades no está bien representada en la literatura de gestión.
- La literatura encontrada sobre la tecnología está dominada por la investigación relacionada con la tecnología de la IoT.
- La cobertura de los modelos de negocio impulsados por la tecnología es escasa.
- Se ha trabajado poco en cuestiones relacionadas con los marcos jurídicos y de gobernanza.

Muchos investigadores están tratando de definir un modelo conceptual para la universidad inteligente e identificar sus principales características, componentes, tecnologías y sistemas, reduciendo el papel de los métodos tradicionales de enseñanza/aprendizaje en las universidades. Se considera que una prioridad en la realización de proyectos de universidad Inteligente es el sistema virtual de aulas, modernas en términos de hardware y software, centradas en el estudiante. Existe una gran variedad de arquitecturas con dispositivos inteligentes, tecnologías y aplicaciones utilizadas en el entorno educativo que crean aún más dificultades en la estandarización. Hasta el momento no existe un modelo estándar con conceptos y principios bien definidos (Banica et al., 2017). El proceso de “**smartificación**”, tomado como no como un objetivo, sino como una forma de vida, un medio, un proceso continuo de mejora, supone un cambio de paradigma o modelo, mediante el cual se pretende afianzar el concepto de una universidad más abierta, y como consecuencia adaptar su modelo de gestión a los nuevos tiempos rediseñando sus relaciones entre los sectores público y privado, la relación con la comunidad universitaria, sus sinergias y sus ejes transversales donde todos los actores y sus infraestructuras deben coordinarse para un fin común: la sostenibilidad y calidad de vida (Ali & Majeed, 2018; Green, 2014; Hipwell, 2014; Maciá, 2017; Staskeviciute & Neverauskas, 2008). Por tal razón es de vital importancia que cualquier universidad pueda y deba constituir, un punto de encuentro entre los distintos agentes económicos públicos y privados, propiciando un entorno donde las empresas, puedan debatir sobre distintas opciones, recibir apoyo científico y participar en proyectos novedosos.

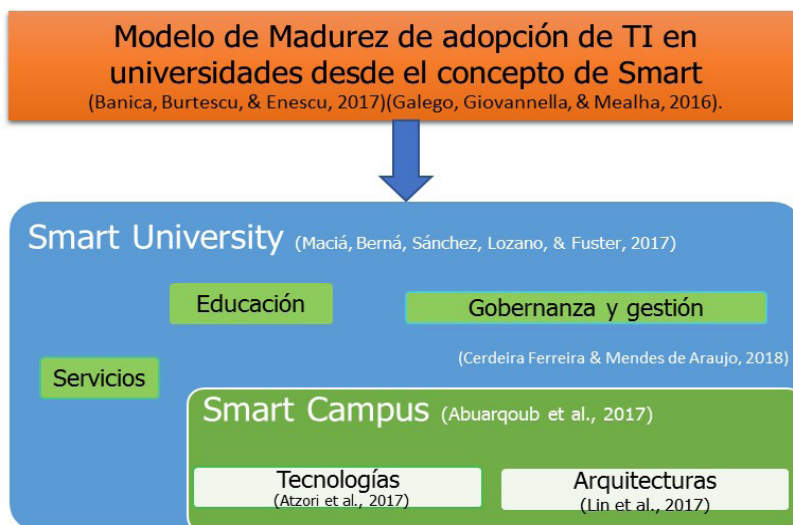


Figura 1 – Smart Campus vs Smart University.

A pesar de la importancia y el considerable tiempo para adoptar nuevas tecnologías en la universidades (ESPAÑOLAS, 2015; Gómez, Jimenez, Gumbau, & Llorens, 2016); en países como España (Gómez, Jimenez, Gumbau, & Llorens, 2017), México (ANUIES, 2017) y Ecuador (Padilla, Cadena, Enríquez, Córdova, & Llorens, 2017), no se contaba con un estudio que permitiera visualizar la situación de la tecnología en estas instituciones (Antonio Fernández Martínez, 2014; ESPAÑOLAS, 2015; Gómez et al., 2016, 2017; Padilla et al., 2017; Valls, Villers, & Duque, 2016). Al generar dicho estudio, y su correspondiente análisis, permitió un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles y la posibilidad de visualizar proyectos de colaboración entre ellas, favoreciendo así la optimización de las inversiones. En Colombia hasta el momento se carece de dicho estudio. Dada la definición y la delimitación del concepto de *smart city* y *smart university*, el siguiente paso es el de definir un marco para poder evaluar el grado de desarrollo *smart* de dichos servicios (Del & Une, 2017; Muñoz López et al., 2015; Ontiveros et al., 2016; Staskeviciute & Neverauskas, 2008), teniendo en cuenta por ejemplo, el marco del Comité Técnico de Normalización 178 de AENOR, cuyo objetivo es la definición de una serie de métricas e indicadores tanto cuantitativos como cualitativos de una comunidad inteligente bajo las siguientes actividades (Iberoamericano, 2016; Maciá, 2017; Ministerio de Modernización Innovación y Tecnología, 2017):

- Definir un modelo sencillo que permita, de forma práctica, la evaluación del grado de desarrollo de un servicio inteligente.
- Disponer de una herramienta sencilla para que puedan hacer una evaluación del estado de sus servicios en relación con el objetivo de convertirlos en inteligentes.

- Tratar de establecer un modelo que sea complementario a los trabajos que se desarrollan en el marco del citado Comité Técnico.

Existen otras iniciativas globales y normas internacionales que buscan la estandarización de indicadores, sobresale la norma ISO 37120:2014, donde se busca monitorizar y realizar un seguimiento del progreso del rendimiento y sostenibilidad de los servicios de una ciudad y de la calidad de vida, punto de inicio para ser aplicado a una comunidad como lo es una Universidad. Este escenario tanto en las ciudades como en las universidades revela, que nos encontramos ante un nuevo paradigma social que, por su complejidad y transversalidad, ha evolucionado sin un modelo general de referencia. Al existir una gran variedad de dispositivos inteligentes, tecnologías y aplicaciones utilizadas en el entorno educativo se crean dificultades en la estandarización. La mayoría de las revisiones y trabajos existentes hasta el momento en su gran mayoría se han centrado en aspectos específicos de la tecnología, arquitecturas e infraestructura. Específicamente no hay ninguna revisión disponible sobre las aplicaciones en el ámbito de la gestión en el área de la educación. Lo que abre un espacio de trabajo ya que no existe un modelo estándar con conceptos y principios bien definidos (Banica et al., 2017). Esto proyecta la necesidad de *diseñar modelos y arquitecturas* que permitan sostener esta explosión de ideas, tecnologías y servicios a los ciudadanos (Galego, Giovannella, & Mealha, 2016). Una universidad en búsqueda de su mejoramiento continuo define los objetivos estratégicos que orientan el desarrollo del Plan Estratégico TIC a través de proyectos, desglosados en actividades y responsables, ver figura 2. La visión se concibe en un horizonte de (5) años, y se concreta un primer momento o espacio de (3) años, el cual se considera apropiado para implementar las tecnologías inteligentes y hacer seguimiento a las acciones definidas, de acuerdo con la dinámica que vive la institución (Rico-Bautista, Medina-Cárdenas, Guerrero, & Antón, 2019), (Medina-Cárdenas & Rico-Bautista, 2016).

¿Por qué se hace planificación y previsión? Se debe a que el futuro no está predeterminado ni es predecible. Y, por supuesto, si lo fuera, no tendría sentido actuar hoy porque no tendría ningún efecto en el futuro. Y también la razón es que no se tiene toda la información sobre el futuro, así que se necesita tener alguna ayuda para hacer estas conjeturas. Cuando se construye un modelo o una teoría, se usan datos históricos y con el uso de la inducción se produce. Se tienen los datos históricos y también se conoce unas actividades sobre el futuro, hay algunas preguntas que hacer, pero la cuestión principal es que las cosas que no sabemos que no sabemos (Medina Cárdenas, Areniz Arévalo, & Rico Bautista, 2016). Las universidades generan la alta dirección el Plan de Desarrollo Institucional, que es su mapa de navegación. Se incorporan las Tecnologías de Información y Comunicación a todos los procesos institucionales, administrativos y académicos. Según Rockart (Rockart, 1979), los Factores Clave de Éxito - FCE se definen como el número limitado de áreas, en las cuales los resultados, si son satisfactorios, asegurarán un funcionamiento competitivo y exitoso para la organización.

La función principal de la unidad organizacional de TI, es brindar apoyo y soporte tecnológico a todos los procesos de la institución (Medina & Rico-Bautista, 2008). Teniendo como base el entorno que rodea la Institución, sus macropolíticas y la naturaleza

misma; así como el mejoramiento continuo de los procesos, enmarcado en su política de calidad y servicios en tecnología como parte de su misión, es vital para la dependencia encontrar la mejor manera de aplicar su experiencia, experticia, conocimiento, talento humano y recursos para ofrecer a la universidad sus servicios con calidad, ejerciendo control sobre las necesidades, requerimientos y desafíos en su negocio, sus clientes y los usuarios finales (Medina-Cárdenas & Rico- Bautista, 2009), (Medina-Cárdenas & Rico- Bautista, 2012).

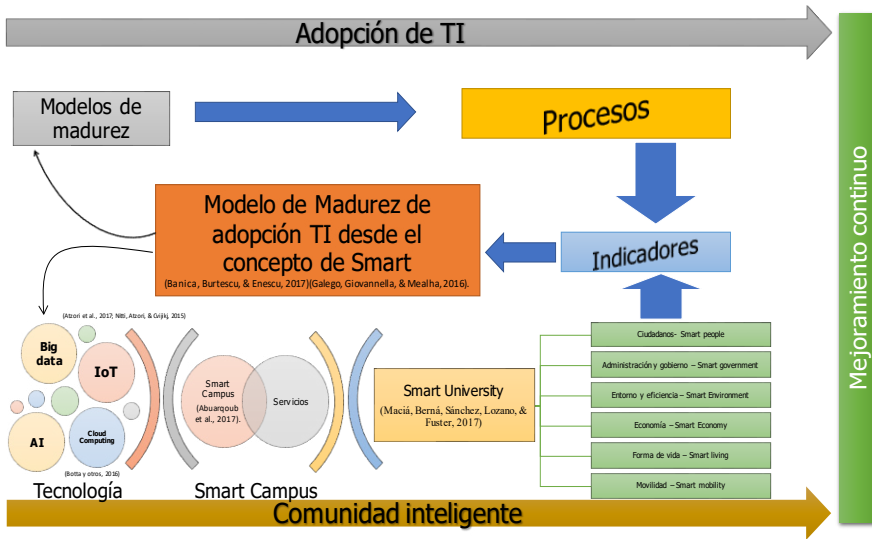


Figura 2 – Propuesta mapa estratégico.

En la actualidad, se incorpora el término de universidad inteligente “smart university”. Las universidades pueden considerarse universidades inteligentes, ya que utilizan de manera rentable las tecnologías disponibles para mejorar su desempeño y mejorar la calidad de sus graduados (Aldowah, Ul Rehman, Ghazal, & Naufal Umar, 2017), (Bueno-Delgado, Pavón-Marino, De-Gea-García, & Dolón-García, 2012). A pesar de esto, todavía hay espacio para mejorar y las universidades deberían convertirse en universidades más inteligentes (Shvetsova, 2017). En una universidad más inteligente, las mejores soluciones tecnológicas fomentan la colaboración y la cooperación entre las personas (Coccoli, Guercio, Maresca, & Stanganelli, 2014). La dependencia de TI en las universidades en este escenario de SU, ayudará y soportará a que las áreas representen una integración de 1) sistemas inteligentes e inteligentes, objetos inteligentes y entornos inteligentes, 2) tecnologías inteligentes, varias ramas de la informática y la ingeniería informática, 3) sistemas, agentes y herramientas de software y/o hardware educativos inteligentes de última generación, y 4) pedagogía innovadora y estrategias de enseñanza y metodologías de aprendizaje basadas en tecnologías avanzadas (Savov, Terzieva, Todorova, & Kademova-Katzarova, 2017), (Rueda-Rueda, Manrique, & Cabrera Cruz,

2017). Los datos generados por esos servicios sirven de insumo para otras iniciativas, principalmente las que se dirigen a la gestión del campus, en actividades dirigidas a la toma de decisión (Rico-Bautista, Medina-Cárdenas, & Guerrero, 2019).

4. Conclusiones

Desde el proceso de alta dirección se debe definir un modelo de universidad donde se incluya una estructura de TI donde aporte valor y se genere una respuesta a las necesidades de dicho modelo. Esto va de la mano con la tendencia identificada en a través de la revisión, la cual pone de manifiesto la necesidad de la alineación e integración de la tecnología con los procesos de la organización, reclamando mayor interacción con la alta dirección.

Se deben analizar los estamentos y la relación con los procesos donde estén implicados, es decir, como las tecnologías de TI usadas y cada factor dentro de la universidad pueden enriquecer a la comunidad universitaria. La unidad organizacional de TI de las Universidades son los encargados de adaptar todas estas tecnologías “Smart” al ámbito universitario en cada una de sus facetas docentes, investigadoras, de gestión o de gobierno. La complejidad es grande, se habla de entornos muy diversos con necesidades muy diferentes.

Un nuevo **modelo de universidad** es la meta de este proceso de transformación. Definirlo no es tarea sencilla ya que ni siquiera visualizamos con claridad qué es lo que pretendemos. Este paso del modelo analógico al digital debe ser definido por los Equipos de Dirección a través de la visión, identificando aquellas partes del servicio universitario que van a verse inmersas en cambios por la digitalización y determinando aquellas áreas en las que la universidad genera un valor diferencial en su prestación de servicios (Españolas, 2017).

Agradecimientos

A la UFPS Ocaña, mediante la División de Investigación y Extensión (DIE) vincula a docentes, administrativos y estudiantes para que participen en la ejecución y desarrollo de proyectos de investigación.

Referencias

- Adamkó, A., Kádek, T., & Kósa, M. (2014). Intelligent and adaptive services for a smart campus. *5th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications, CogInfoCom 2014 - Proceedings*, 505–509. <https://doi.org/10.1109/CogInfoCom.2014.7020509>
- Al-ruithe, M. (2017). Cloud Data Governance Maturity Model.
- Aldowah, H., Ul Rehman, S., Ghazal, S., & Naufal Umar, I. (2017). Internet of Things in Higher Education: A Study on Future Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 892, 012017. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/892/1/012017>

- Ali, M., & Majeed, A. (2018). How Internet-of-Things (IoT) Making the University Campuses Smart ?, 646–648. <https://doi.org/10.1109/CCWC.2018.8301774>
- Antonio Fernández Martínez, F. L. L. (2014). *Universitic Latam 2014. Igarss 2014*. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- ANUIES. (2017). *Estado actual de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en las Instituciones de Educación Superior en México*.
- Atif, Y., Mathew, S. S., & Lakas, A. (2015). Building a smart campus to support ubiquitous learning. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 6(2), 223–238. <https://doi.org/10.1007/s12652-014-0226-y>
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2017). Understanding the Internet of Things: definition, potentials, and societal role of a fast evolving paradigm. *Ad Hoc Networks*, 56, 122–140. <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2016.12.004>
- Banica, L., Burtescu, E., & Enescu, F. (2017). The impact of internet-of-things in higher education. *Scientific Bulletin-Economic Sciences*, 16(1), 53–59.
- Basingab, M., Rabelo, L., Rose, C., & Gutiérrez, E. (2017). Business Modeling Based on Internet of Things : A Case Study of Predictive Maintenance Software Using ABS Model. <https://doi.org/10.1145/3018896.3018905>
- Bueno-Delgado, M. V, Pavón-Marino, P., De-Gea-García, A., & Dolón-García, A. (2012). The Smart University Experience: An NFC-Based Ubiquitous Environment. In *2012 Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing* (pp. 799–804). <https://doi.org/10.1109/IMIS.2012.110>
- Cao, T., Chen, X., Doss, R., Zhai, J., Wise, L. J., & Zhao, Q. (2016). RFID ownership transfer protocol based on cloud. *Computer Networks*, 105, 47–59. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2016.05.017>
- Chaoui, H., & Makdoun, I. (2018). A new secure model for the use of cloud computing in big data analytics, 1–11. <https://doi.org/10.1145/3018896.3018913>
- Chaveesuk, S. (2018). Cloud Computing Classroom Acceptance Model in Thailand Higher Education ' s Institutes : A Conceptual Framework, 141–145. <https://doi.org/10.1145/3285957.3285989>
- Cheng, X., & Xue, R. (2016). Construction of Smart Campus System Based on Cloud Computing. *Proceedings of the 2016 6th International Conference on Applied Science, Engineering and Technology (ICASET)*, 77(Icaset), 187–191. <https://doi.org/10.2991/icaset-16.2016.37>
- Coccoli, M., Guercio, A., Maresca, P., & Stanganelli, L. (2014). Smarter universities: A vision for the fast changing digital era. *Journal of Visual Languages and Computing*, 25(6), 1003–1011. <https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2014.09.007>
- Consejo Privado de Competitividad. (2017). Informe nacional de competitividad 2017-2018, 271. <https://doi.org/ISSN 2016-1430>
- Del, E., & Une, D. (2017). Norma Española Accesibilidad Universal en las Ciudades Inteligentes.

- Españolas, C. U. (2017). *TIC 360° - Transformación Digital en la Universidad*.
- ESPAÑOLAS, C. U. (2015). *Análisis de las TIC en las Universidades Españolas. Universitic 2015*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Flauzac, O., Gonzalez, C., & Nolot, F. (2015). New security architecture for IoT network. In *Procedia Computer Science* (Vol. 52, pp. 1028–1033). Elsevier Masson SAS. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.05.099>
- Galego, D., Giovannella, C., & Mealha, Ó. (2016). Determination of the Smartness of a University Campus: The Case Study of Aveiro. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 223, 147–152. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.336>
- Gershenfeld, N., Krikorian, R., & Cohen, D. (2004). *The internet of things. Scientific American* (Vol. 291). <https://doi.org/10.1038/scientificamerican1004-76>
- Gómez, J., Jimenez, T., Gumbau, J., & Llorens, F. (2016). UNIVERSITIC 2016 Análisis de las TIC en las Universidades Españolas, 150.
- Gómez, J., Jimenez, T., Gumbau, J., & Llorens, F. (2017). *Universitic 2017 Análisis de las TIC en las Universidades Españolas*.
- Green, J. (2014). The Internet of Things Reference Model. *Internet of Things World Forum*, 1–12.
- Hipwell, S. (2014). Developing smart campuses #x2014; A working model. *2014 International Conference on Intelligent Green Building and Smart Grid (IGBSG)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/IGBSG.2014.6835169>
- Iberoamericano, O. (2016). Manual Iberoamericano de Indicadores de Educación Superior: Manual de Lima, 88 p.
- Karkošková, S. (2018). Towards Cloud Computing Management Model Based on ITIL Processes. <https://doi.org/10.1145/3278252.3278265>
- Khamayseh, Y., Mardini, W., Aljawarneh, S., & Yassein, M. B. (2015). Integration of wireless technologies in smart university campus environment: Framework architecture. *International Journal of Information and Communication Technology Education*. <https://doi.org/10.4018/ijicte.2015010104>
- Maciá, F. (2017). *Smart University. Hacia una universidad más abierta*. (Alfaomega & Marcombo, Eds.) (Primera).
- Maestre-Góngora, G. (2016). Revisión de literatura sobre ciudades inteligentes: una perspectiva centrada en las TIC. *Ingeniare*, 19(19), 137–149.
- Maestre-Gongora, G., & Colmenares-Quintero, R. F. (2018). Systematic mapping study to identify trends in the application of smart technologies. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI, 2018-June*, 1–6. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2018.8398638>
- Malatji, E. M. (2017). The development of a smart campus - African universities point of view. In *2017 8th International Renewable Energy Congress, IREC 2017*. <https://doi.org/10.1109/IREC.2017.7926010>

- Medina-Cárdenas, Y., & Rico- Bautista, D. (2009). Modelo de gestión basado en el ciclo de vida del servicio de la Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de Información (ITIL). *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, (27), 1–21.
- Medina-Cárdenas, Y., & Rico-Bautista, D. (2012). Mejores prácticas de gestión para la calidad de los servicios en tecnologías de información. *Gerencia Tecnológica Informática*.
- Medina-Cárdenas, Y., & Rico-Bautista, D. (2016). Alineación estratégica bajo un enfoque organizacional de gestión tecnológica: ITIL & ISO 20000. *Tecnura*. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.SE1.a06>
- Medina Cárdenas, Y. C., Areniz Arévalo, Y., & Rico Bautista, D. W. (2016). *Modelo estratégico para la gestión tecnológica en la organización: plan táctico de la calidad (ITIL & ISO 20000)*. (Instituto Tecnológico Metropolitano, Ed.). Instituto Tecnológico Metropolitano. <https://doi.org/10.22430/9789585414006>
- Medina, Y., & Rico-Bautista, D. (2008). Modelo de gestión de servicios para la universidad de Pamplona: ITIL. *Scientia Et Technica*, XIV(39), 314–319.
- Ministerio de Modernización Innovación y Tecnología. (2017). La Importancia de un Modelo de Planificación Estratégica para el Desarrollo de Ciudades Inteligentes, 32.
- Mohamed Soliman, E. (2017). Experimental Evaluation of Internet of Things in the Educational Environment. *International Journal of Engineering Pedagogy (IJEPE)*, 7(3), 50–60. <https://doi.org/https://doi.org/10.3991/ijep.v7i3.7187>
- Muñoz López, L., Proyecto, D., Antón Martínez, P., & Fernández Ciez, S. (2015). El Estudio y Guía Metodológica sobre Ciudades Inteligentes ha sido dirigido y coordinado por el equipo del ONTSI. *Deloitte*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Nikolopoulos, F. (2017). Using UTAUT2 for Cloud Computing Technology Acceptance Modeling, (1995).
- Ontiveros, E., Vizcaíno, D., & López Sabaer, V. (2016). *Las ciudades del futuro : inteligentes , digitales y sostenibles futuro : inteligentes , digitales y sostenibles*.
- Padilla, R., Cadena, S., Enríquez, R., Córdova, J., & Llorens, F. (2017). *Estado de las tecnologías de la información y la comunicación en las universidades ecuatorianas*.
- Pandey, R., & Verma, M. (n.d.). Current Emerging Trends in IOT : A Survey and Future Prospects, 8(iii), 339–344.
- Perboli, G., De Marco, A., Perfetti, F., & Marone, M. (2014). A new taxonomy of smart city projects. *Transportation Research Procedia*, 3, 470–478. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.10.028>
- Rad, B. B., & Rana, M. E. (2017). Cloud Computing Adoption : A Short Review of Issues and Challenges Cloud Computing Adoption : A Short Review of Issues and Challenges, (June). <https://doi.org/10.1145/3108421.3108426>
- Rico-Bautista, D., Medina-Cárdenas, Y., & Guerrero, C. D. (2019). Smart University: A Review from the Educational and Technological View of Internet of Things. In *Information Technology and Systems Proceedings of ICITS 2019* (pp. 427–440). https://doi.org/10.1007/978-3-030-11890-7_42

- Rico-Bautista, D., Medina-Cárdenas, Y., Guerrero, C. D., & Antón, G. (2019). Análisis del valor potencial de la tecnología: Caso Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. *RISTI (Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de La Información)*, *E17(1)*, 756–774.
- Rjab, A. Ben, & Mellouli, S. (2018). Smart cities in the era of artificial intelligence and internet of things, (1), 1–10. <https://doi.org/10.1145/3209281.3209380>
- Rockart, J. F. (1979). Chief executives define their own data needs. *Harvard Business Review*. <https://doi.org/Article>
- Rohs, M., & Bohn, J. (2003). Entry points into a smart campus environment-overview of the ETHOC system. *Distributed Computing Systems Workshops*, ..., 1–7.
- Rueda-Rueda, J., Manrique, J., & Cabrera Cruz, J. (2017). *Internet de las Cosas en las Instituciones de Educación Superior*.
- Sánchez-Torres, B., Rodríguez-Rodríguez, J. A., Rico-Bautista, D. W., & Guerrero, C. D. (2018). Smart Campus: Trends in cybersecurity and future development. *Revista Facultad de Ingeniería*, *27(47)*. <https://doi.org/10.19053/01211129.v27.n47.2018.7808>
- Savov, T., Terzieva, V., Todorova, K., & Kademova-Katzarova, P. (2017). Contemporary technology support for education. *CBU International Conference Proceedings*, *5*, 802.
- Shaaban, A. M., Schmittner, C., Gruber, T., Quirchmayr, G., & Schikuta, E. (2018). CloudWoT - A Reference Model for Knowledge-based IoT Solutions. <https://doi.org/10.1145/3282373.3282400>
- Shaoyong, C., Yirong, T., & Zhefu, L. (2016). UNITA: A Reference Model of University IT Architecture. *ICCIS '16: Proceedings of the 2016 International Conference on Communication and Information Systems*, 73–77. <https://doi.org/10.1145/3023924.3023949>
- Shvetsova, O. A. (2017). Smart education in high school: New perspectives in global world. In *2017 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (IT&QM&IS)* (pp. 688–691). <https://doi.org/10.1109/IvvtMQIS.2017.8085917>
- Staskeviciute, I., & Neverauskas, B. (2008). The Intelligent University's Conceptual Model. *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, (4), 53–58.
- Steele, E. H., & Guzman, I. R. (2016). Investigating the Role of Top Management and Institutional Pressures in Cloud Computing Adoption, 25–26.
- Valls, J., Villers, R., & Duque, G. (2016). *Estado Actual de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en las Instituciones de Educación Superior en México*.
- Vega-Hernández, M. C., Patino-Alonso, M. C., & Galindo-Villardón, M. P. (2018). Multivariate characterization of university students using the ICT for learning. *Computers and Education*, *121*, 124–130. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.004>

- Whitmore, A., Agarwal, A., & Da Xu, L. (2015). The Internet of Things—A survey of topics and trends. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 261–274. <https://doi.org/10.1007/s10796-014-9489-2>
- Widya Sari, M., Wahyu Ciptadi, P., & Hardyanto, R. (2017). *Study of Smart Campus Development Using Internet of Things Technology*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 190). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/190/1/012032>
- Williams, C. (Software B. (2016). Smart Systems. *Cybertalk*, (April).
- Xu, Y., & Helal, A. (2016). Scalable Cloud-Sensor Architecture for the Internet of Things. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(3), 285–298. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2015.2455555>