ISSN: 1646-9895

risti

Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Março 20 • March 20



©AISTI 2020 http://www.aisti.eu

Nº E27

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 19/10/2019
Aceitação/Acceptance: 28/12/2019

Caracterización de la situación actual de las tecnologías inteligentes para una Universidad inteligente en Colombia/Latinoamérica

Dewar Rico-Bautista[1], Gina Paola Maestre-Góngora[2], Cesar D. Guerrero[3]

dwricob@ufpso.edu.co, gina.maestre@campusucc.edu.co, cguerrer@unab.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.

[3] Universidad Autónoma de Bucaramanga, Avenida 42 No. 48 – 11, 680003, Bucaramanga, Colombia.

Pages: 484–501

Resumen: Las organizaciones, incluidas las universidades, necesitan incorporar las tecnologías "Smart" para aprovechar las capacidades que éstas les proporcionan para transformar sus procesos e impulsar nuevos modelos organizativos. A nivel internacional, se han dado a conocer algunos ejemplos de universidades que han desarrollo el concepto emergente de universidad inteligente. A nivel latinoamericano, para el año 2017, no se encontraron referencias bibliográficas consolidadas sobre el tema. Este artículo presenta una caracterización de dos casos basada en el análisis las experiencias expuestas por directores de tecnología en eventos en Latinoamérica y en Colombia. Esta caracterización permite concluir sobre la necesidad de la alineación e integración de la tecnología con los procesos de la organización, reclamando mayor interacción con la alta dirección.

Palabras-clave: Caracterización; Proceso; Tecnología; Universidad inteligente

Smart University: Characterization of the current situation of intelligent technologies, based on two case studies

Abstract: Organizations, including universities, need to incorporate "Smart" technologies to take advantage of the capabilities they provide to transform their processes and drive new organizational models. At the international level, some examples have been given of universities that have developed the emerging concept of intelligent universities. At the Latin American level, by 2017, there were no consolidated bibliographical references on the subject. This article presents a characterization of two cases based on the analysis of the experiences presented by technology directors at events in Latin America and Colombia. This characterization allows us to conclude on the need for the alignment and integration of technology with the organization's processes, demanding greater interaction with senior management.

Keywords: Characterization; Process; Technology; Smart University.

1. Introducción

La evolución de la tecnología hace que su uso sea cada vez más transparente por parte de las personas, ya que éstas quedan inmersas en sus actividades diarias. Sin embargo, las infraestructuras informáticas y de comunicaciones que le dan soporte son cada vez más complejas, y en las universidades, además de las dificultades de su implantación, es necesario generar transformaciones organizacionales y de procesos. Aquí radica la importancia de una visión organizacional compartida, donde se entienda esta complejidad y la necesidad de lograr que las áreas de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) dispongan de arquitecturas tecnológicas robustas, así como de recursos humanos y procesos maduros y sustentables y de un gobierno TIC comprometido para poder asumir desafíos ambiciosos. Los directores de TIC de las universidades de la región crearon para el año 2011, la Red de Directores de Tecnologías de Información y Comunicación de las universidades latinoamericanas, un espacio de disertación, actuación y debate alrededor del rol y la labor que desempeñan. De igual forma, se creó un espacio donde confluye la comunidad alrededor del área de las TIC, la ***Conferencia TICAL***. Su principal insumo son las experiencias, iniciativas y conocimientos que exponen año a año las mismas universidades, aportando soluciones significativas e inéditas en las instituciones de educación superior.

Para el año 2015 publica TICAL "***Las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Potenciando la Universidad del Siglo XXI: Claves para una política TIC universitaria***". Se describía la época disruptiva alrededor de las universidades desde una mirada estratégica para que las tecnologías permitieran potenciar las instituciones de educación superior de nuestra región. Una conclusión importante, las instituciones universitarias que tengan la capacidad de gestionar en forma *inteligente* las TIC, no sólo estarán en mejores condiciones de superar desafíos como la era digital, la globalización y la irrupción de las nuevas generaciones de alumnos, sino que tendrán una oportunidad única para destacarse. Sobre la tecnología Internet de las Cosas (IoT) como desafío de la universidad "inteligente", se enunciaba su potencial y su importante apoyo en la posibilidad de generar un campus inteligente (Chinkes, 2015). Dos años después, para el año 2017 publica TICAL "***Potenciando la Universidad del Siglo XXI; Soluciones TIC para pensar la universidad del futuro***". Se analizaron temas diversos, pero a la vez fuertemente interrelacionados, como el *big data* y las soluciones de analítica, Internet *de las Cosas* y los *campus inteligentes*. A nivel internacional, se dan a conocer algunos ejemplos de universidades que han desarrollo el concepto de campus inteligentes e internet de las cosas tales como: *universidad de china, universidad de Glasgow, prince sultan University, universidad de akin y la universidad de winsconsin* (Chinkes, 2017).

Ahora a nivel latinoamericano, para el año 2017, no se encontraron referencias bibliográficas sobre el tema, hay universidades con proyectos de campus, pero no se involucra de manera directa el enfoque tecnológico necesario sobre IoT. Finalmente, a nivel nacional, se encontró el Centro de Excelencia y Apropiación en Internet de las Cosas, que reunió a cinco universidades nacionales. Luego de conocer ejemplos como los presentados, se puede deducir que sin duda alguna el mejor campo de aplicación de los usos de Internet de las Cosas se encuentra al interior de las universidades. El propósito de este documento es presentar una caracterización de tecnologías inteligentes,

herramientas aplicadas y la identificación de las tendencias en los procesos impactados, generados a partir de dos estudios de casos. El primero de las experiencias seleccionadas en los eventos de TICAL desde el año 2016 hasta el año 2019, a nivel latinoamericano. El segundo caso, se presenta el mismo ejercicio en las universidades de Colombia, a partir de una revisión de la documentación de las experiencias encontradas y expuestas por cada una de ellas en la "Cumbre de transformación digital en educación superior, Colombia" organizada por Microsoft en el año 2018. El documento se encuentra dividido en (ii) Contextualización del concepto emergente de Universidad inteligente "smart university", (iii) Metodología de la revisión, (iv) Resultados y discusión y (v) conclusiones.

2. Universidad inteligente y tecnologías "Smart"

El término "Smart university" ha sido abordado por diferentes autores desde las especificaciones de ciudad inteligente (Guerrero, Parra-Valencia, & Rico-Bautista, 2017). 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). Las universidades inteligentes y la educación inteligente están surgiendo y están creciendo rápidamente en áreas que representan una integración de 1) sistemas 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).

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, Burtescu, & Enescu, 2017). Dada la definición y la delimitación del concepto de *universidad inteligente*, el siguiente paso es la caracterización de la tecnología "inteligente" en las universidades, para luego definir un marco que pueda evaluar el grado de desarrollo *smart* de dicha tecnología y servicios (Del & Une, 2017; Muñoz López, Proyecto, Antón Martínez, & Fernández Ciez, 2015; Ontiveros, Vizcaíno, & López Sabaer, 2016; Staskeviciute & Neverauskas, 2008).

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 centraron 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 implementar su *cloud computing* hace que sea problemático para muchas organizaciones 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).

3. Metodología de la revisión

Las instituciones de educación superior son cada vez más receptivas a la integración de las nuevas tecnologías en sus procesos. Se introducen nuevas concepciones en la enseñanza y el aprendizaje, así como nuevos recursos educativos que demandan un cambio de mentalidad en la comunidad. Un análisis que incluya infraestructuras,

arquitecturas y tecnologías "*Smart*", herramientas y procesos en las universidades de latinoamerica y un caso especial en Colombia, ver figura 1.

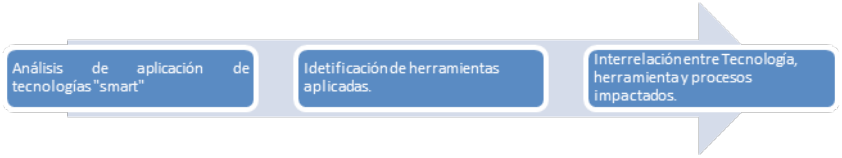


Figura 1 – Proceso de revisión de experiencias

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). De las experiencias aprobadas en las conferencias TICAL 2016 al 2019 se inicia el análisis de las actas y memorias publicadas. En Colombia, se basó en la "Cumbre de transformación digital en educación superior, Colombia" organizada por Microsoft en el año 2018. Se filtraron los documentos que muestren aplicación y uso de las tecnologías "Smart" (*AI (artificial intelligence)*; *cloud computing; IoT (Internet of Things) y Big data)*, sus herramientas y los procesos impactados, ver figura 2.

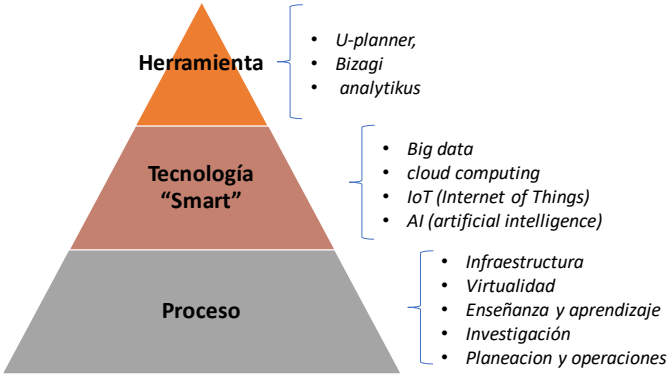


Figura 2 – Smart Technologies. Estructura proceso- tecnología - herramienta.

El objetivo de la primera fase es realizar la búsqueda de los documentos de las experiencias seleccionadas en las conferencias **TICAL2016, TICAL2017, TICAL2018, TICAL2019 y el evento en Colombia organizado por Microsoft.** En total fueron revisadas 149 experiencias de diferentes tales como Venezuela, Argentina, Uruguay, Brasil, Reino Unido, Chile, México, Colombia, Guatemala, Ecuador, España, El Salvador, Costa Rica,

Japón y Países Bajos. De las cuales fueron analizadas y seleccionadas 46, que usaran, incluyeran y adoptaran tecnologías "Smart" (RedCLARA, 2016), (RedCLARA, 2017), (RedCLARA, 2018), (RedCLARA, 2019). El objetivo de la segunda fase es identificar de las experiencias seleccionadas cuales son las herramientas que usan las universidades y organizaciones participantes relacionadas con la aplicación de tecnologías "Smart". Por último, el objetivo de la tercera fase es identificar los procesos impactados e interrelacionados con las tecnologías y herramientas identificadas en las dos primeras fases, a partir de un análisis de las similitudes, diferencias y contraposiciones. La organización de la información se consolida en la tabla 1. Incluye el evento de Colombia de las experiencias de las doce instituciones de educación superior participantes y la Universidad Católica de Chile.

		Tecnología				**Herramienta**						**Proceso**			
	Institución educación superior	Cloud computing	Internet de las cosas	Big data	AI	cloud Office 365	SAGE	SIU-Wichi	Quantum	OESS	Desarrollo propio	Infraestructura	Enseñanza y aprendizaje	Investigación	Planeación y operaciones
2016	Universidad Técnica del Norte. Ecuador	X		X		X							X		X
	Red Universitaria Nacional, José Domingo Cañas. Chile	X									X		X		
	Universidad Distrital Francisco José De Caldas. Colombia	X		X			X				X			X	
	Universidad de la República Colonia. Uruguay	X										X			
	Universidad de Guadalajara. México	X								X		X			
	Universidad Nacional de Quilmes. Argentina			X								X			
	Universidad de Federal de Pelotas. Brasil				X				X						
	Sistema de Información Universitaria SIU, Consejo Interuniversitario Nacional CIN. Argentina			X				X							X

		Tecnología				Herramienta					Proceso			
	Institución educación superior	Cloud computing	Internet de las cosas	Big data	AI	Xamarin provista por Microsoft	Cloud SaS	SURF	Sistema Ceph	Desarrollo propio	Infraestructura	Enseñanza y aprendizaje	Investigación	Planeación y operaciones
2017	Instituto Tecnológico de Buenos Aires. Argentina	X				X					X			
	Universidad Nacional de Cuyo. Argentina	X		X					X		X			
	Universidad Técnica del Norte. Ecuador	X									X			
	Universidad de Costa Rica. Costa Rica	X								X	X			
	Universidad Técnica Particular de Loja. Ecuador.	X					X							X
	Universidad de Cuenca. Ecuador			X										X
	Universidad Nacional de Costa Rica. Costa Rica			X						X	X			
	Universitaria Rodrigo Facio y otras instituciones. Costa Rica, Colombia, Ecuador, España, México, Brasil, Argentina.	X										X	X	
	Netherlands	X						X				X	X	

		Tecnología				Herramienta				Proceso			
	Institución educación superior	Cloud computing	Internet de las cosas	Big data	AI	OpenCloud	UFG Cloud	AWS (Amazon Web Services)	Desarrollo propio	Infraestructura	Enseñanza y aprendizaje	Investigación	planeacion y operaciones
2018	Instituto Tecnológico de Buenos Aires. Argentina.	X		X		X			X	X			
	Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia.	X						X		X	X		
	Universidad Francisco Gavidia. El Salvador	X					X			X	X		
	Universidad Técnica Particular de Loja. Ecuador	X	X	X	X								X
	Instituto Politécnico Nacional. México		X							X			
	Universidad Nacional de San Luis. Argentina		X						X				X
	Universidad de Chile. Chile.			X					X			X	
	Universidad de Cuenca. Ecuador				X					X			

		Tecnología				Herramienta			Proceso	
	Institución educación superior	Cloud computing	Internet de las cosas	Big data AI		UnaCloud	Dashboard Cisco-Meraki	Desarrollo propio	Infraestructura	Enseñanza y aprendizaje
2019	Universidad de los Andes. Colombia	X				X				X
	Universidad Francisco de Paula Santander Cúcuta. Colombia	X							X	
	Universidad del Rosario. Colombia	X								X
	Universidad de San Buenaventura Cali. Colombia	X						X	X	
	Universidad de Caldas. Colombia			X				X	X	X
	Universidad de Guadalajara. México		X	X			X		X	
	Universidad de Valparaíso. Chile		X	X				X	X	

		Tecnología				Herramienta			Proceso				
	Institución educación superior	**Cloud computing**	**Internet de las cosas**	**Big data**	**IA**	**U-planner**	**bizagi**	**analytikus**	**Infraestructura**	**Virtualidad**	**Enseñanza y aprendizaje**	**Investigación**	**planeacion y operaciones**
2018 COLOMBIA	Unidades tecnológicas de Santander	X							X	X			
	Universidad Pontificia Bolivariana									X	X		
	Universidad cooperativa de Colombia								X	X	X		
	Universidad del Rosario	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
	Universidad de la sabana									X	X		
	Universidad del norte										X		
	Universidad de los andes	X		X	X	X	X	X	X		X	X	
	Universidad autónoma de Bucaramanga	X	X	X	X	X			X			X	
	Pontifica universidad javeriana	X					X		X		X		X
	Universidad ICESI								X		X		
	Universidad EAFIT										X		
	Universidad EAN										X		
	Universidad Católica de Chile			X	X	X		X		X	X		

Tabla 1 – Caracterización de las tecnologías “Smart”, sus herramientas y procesos impactados

4. Resultados y discusión

El primer caso de estudio es a nivel internacional para las conferencias TICAL, han participado diferentes países. Se destacan con mayor cantidad de trabajos relacionados con las tecnologías "Smart": Colombia con 7, Ecuador y Argentina con 6. De igual forma Colombia se destaca en la versión 2019 con 6 trabajos, ver Figura 3.

En la tendencia en el uso y la aplicación de las tecnologías "Smart", sobresale el uso de *cloud computing*, en todas las ediciones de la conferencia. De igual manera la tendencia hacia la conferencia del año 2019 es el uso de *IoT (Internet of Things)* e *AI (artificial intelligence),* ver figura 4.

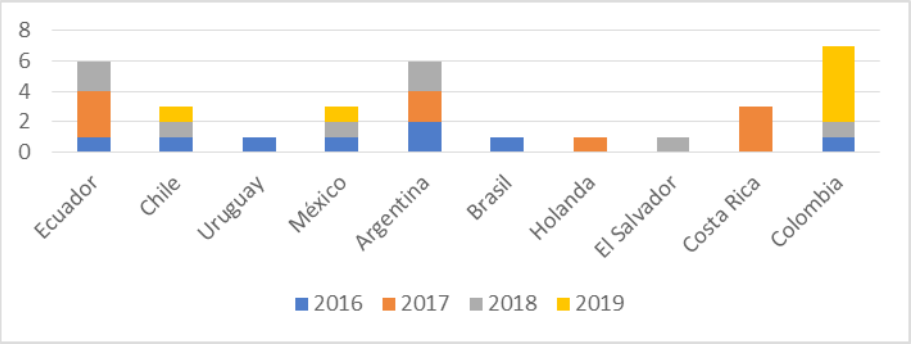


Figura 3 – Países participantes con experiencias en tecnologías "Smart"

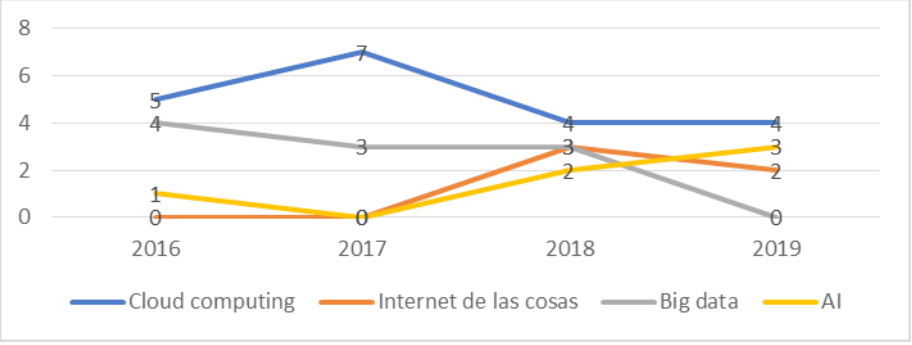


Figura 4 – Tendencia del uso y aplicación de las tecnologías "Smart"

El uso de diferentes herramientas alrededor de las experiencias expuestas es una tendencia. Se destaca el desarrollo de herramientas propias alrededor de las tecnologías "Smart". Finalmente, la en la figura 5, se muestran los procesos identificados. Se destacan dos procesos, el de infraestructura y el de enseñanza y aprendizaje.

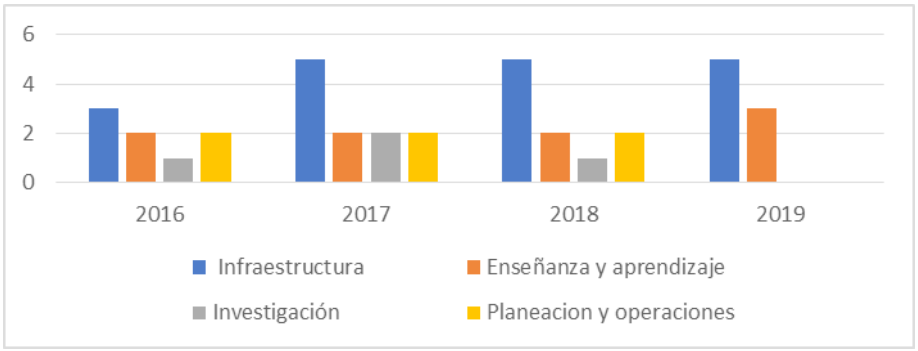


Figura 5 – Procesos identificados en las experiencias

El segundo caso es a nivel nacional, se destaca el uso de las tres herramientas más representativas en el mercado, las cuales son: *U-planner, bizagi y analytikus*, sobresale la Universidad de los Andes con la aplicación de todas en sus procesos. Se muestra que, de las doce instituciones de educación superior participantes, tres usan *U-planner*, dos usan *bizagi*, *y* dos usan *analytikus*. De manera particular la Universidad Católica de Chile, usa *U-planner y analytikus,* y la Universidad cooperativa de Colombia usando la herramienta *power BI*. La primera, es una solución de software enfocados a la industria de la educación. Orientada a mejorar el uso de la infraestructura de universidades y centros de enseñanza a partir de la optimización del proceso de planificación académica. Se destacan soluciones a problemas detectados en las instituciones tales como: Estimación de Inscripciones; Planificación Académica; Asistencia a Clases y Visualización y Métricas de Gestión Académica (u-planner, 2019). La segunda, permite modelar y documentar procesos de negocio. Un modelo puede ser toda su organización, su área o un proceso específico según sean sus necesidades (Bizagi, 2019).Y finalmente, la tercera ofrece soluciones en analíticas. Su enfoque es la integración de tecnología, procesos y metodología. Apoyan organizaciones a tomar las mejores decisiones, descubrir nuevos conocimientos y hacer que los datos puedan ser procesados. El uso de datos ha evolucionado desde informes optimizados, sistemas de información ejecutivos y BI en un ecosistema mucho más complejo de análisis avanzado y Big Data (Analytikus, 2019).

Los datos se han convertido en uno de los activos más importantes y valiosos de una organización. 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 conceptos como campus inteligentes (Pandey & Verma, n.d.), (Sánchez-Torres, Rodríguez-Rodríguez, Rico-Bautista, & Guerrero, 2018) o universidades inteligentes (Rico-Bautista, Medina-Cárdenas, & Guerrero, 2019a), (Maciá, 2017). Para analizar, proponer y desarrollar infraestructura en una organización, por ejemplo, en las universidades, se debe conocer

las arquitecturas y sus tecnologías. Con este fin, se ofrece un panorama general con respecto *smart technology* en campus y universidades inteligentes.

En el contexto de Colombia, el comportamiento de la aplicación de cada *Smart Technology* en Colombia se puede inferir de la tabla 1. Cinco de las doce instituciones de educación superior usan *Cloud computing* con un 42 %, marcando la predicción y tendencia expresada en (Chaveesuk, 2018); dos de las doce usan *Internet of Things*; tres de las doce usan *Big data* y tres de las doce usan *artificial intelligence*. Se destacan los casos de la Universidad del Rosario y de la Universidad Autónoma de Bucaramanga que aplican las cuatro tecnologías en sus procesos. De manera particular la Universidad Católica de Chile, usa *Big data*.y *artificial intelligence*. 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).

La incorporación de las *Smart Technologies* produce la llamada innovación educativa, es decir, integra nuevos desarrollos que producen cambios para mejorar el proceso-aprendizaje. 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 et al., 2017), (Bueno-Delgado et al., 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 et al., 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 et al., 2017), (Rueda-Rueda et al., 2017). Cerdeira y Mendes (Cerdeira Ferreira & Mendes de Araujo, 2018), genera el concepto SU dividido en cuatro ejes temáticos: Infraestructura; Gobernanza y Gestión; Servicios y Educación. Donde no se caracteriza sólo por el uso de las tecnologías escritas en el eje infraestructura, como sugieren diversos trabajos, es notable que dicho eje sirve como sustentación para las otras dimensiones, principalmente en la provisión de datos y conectividad, la gobernanza y la gestión de esas instituciones. 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 et al., 2019a).

De las tabla 1, se destaca que para siete de las doce menciona que la tecnología ha sido aplicada al proceso de Infraestructura; cinco de las doce aplicaron tecnología para

fortalecer la virtualidad; diez de las doce manifestó ser en el proceso de Enseñanza y aprendizaje donde más han aplicado tecnología para su mejoramiento; tres de las doce han inyectado tecnología al proceso misional de investigación y por último sólo una han utilizado la tecnología en el proceso de planeación y operaciones. Se destaca la Universidad del Rosario, aplicando la tecnología en cuatro de los cinco procesos identificados en las experiencias. De manera particular la Universidad Católica de Chile, usa en dos de los cinco procesos. En el proceso de infraestructura se destaca en la información temas y conceptos aplicados como seguridad, ciberseguridad, datacenter, resguardo de información segura a los estamentos, entre otros. En el proceso de virtualidad se destacan temas y conceptos aplicados como AVA, plataforma cursos virtuales, recursos educativos digitales, entre otros. Para el proceso de enseñanza- aprendizaje se destacan temas y conceptos aplicados como actualización de salas, metodologías de aprendizaje, analítica de datos educativos, currículo, gestión curricular, docencia, entre otros (Shaaban et al., 2018), (Rjab & Mellouli, 2018). Al final se encuentran los procesos de investigación y planeación y operaciones.

Más allá de los temas básicos de infraestructura, sistemas y seguridad, se encuentran soluciones para la enseñanza y la investigación, razón de ser de nuestras instituciones. Gobernanza y Gestión son otras dos temáticas presentes, cuyos trabajos muestran experiencias exitosas que pueden y deben ser estudiadas y aprovechadas por todos.

5. 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, cómo 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.

Las organizaciones, incluyendo las universidades, necesitan incorporar las tecnologías “Smart” generadas por la denominada cuarta revolución industrial, para aprovechar las capacidades que éstas les proporcionan para transformar sus procesos e impulsar nuevos modelos organizativos que les permitan incorporarse de manera adecuada a este nuevo concepto de Universidad inteligente. La rápida disrupción de la tecnologías “Smart”, hace que la manera tradicional de abordar una buena parte del trabajo se vuelva obsoleta. Obliga a las organización, incluyendo las universidades, a rediseñar sus procesos para acometerlos de una forma nueva y radicalmente diferente. Esta actualización incluye también los procedimientos, las estructuras de las organizaciones, la mentalidad y la cultura para explotar estas tecnologías “Smart” aún no están en el lugar que les corresponde.

El análisis realizado en la literatura a nivel internacional y en las experiencias, deja en evidencia la existencia de estrategias por parte de las universidades al fomento y desarrollo de los procesos incorporando tecnologías inteligentes. En la actualidad, las universidades se enfrentan a varios retos para hacer frente al desarrollo de mejoramiento en sus procesos misionales, de soporte y de apoyo, incorporando la tecnología como soporte. Las tecnologías clave a nivel internacional, según la revisión, para una *Smart University,* son: Inteligencia artificial e Internet de las cosas. Estas tecnologías son para mejorar la infraestructura, optimizar los recursos, asegurar el acceso de la comunidad a la información. seguridad, entre otros.

Para el caso Colombiano es importante reconocer la dinámica existente en el tema y el interés que va en aumento, la tendencia según las experiencias es incluir tecnología "Smart", en este momento la más aplicada es *Cloud Computing*. Sin embargo, aún es evidente la falta de estudios y consolidación de la información del estado actual de la adopción de la tecnología en las universidades, así como un análisis de su aporte al mejoramiento de sus proceso.

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).

Referencias

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

Analytikus. (2019). Analytikus. Retrieved from https://www.analytikus.com/indice

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

Bizagi. (2019). Bizagi. Retrieved from https://www.bizagi.com/es

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

Cerdeira Ferreira, F. H., & Mendes de Araujo, R. (2018). Campus Inteligentes: Conceitos, aplicações, tecnologias e desafios. *Relatórios Técnicos Do DIA/UNIRIO*, *11*(1), 4–19.

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

Chinkes, E. (2015). *Las Tecnologías de la Información y la Comunicación Potenciando la Universidad del Siglo XXI: Claves para una política TIC universitaria* (Vol. 1). https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Chinkes, E. (2017). *Potenciando la Universidad del Siglo XXI: Soluciones TIC para pensar la universidad del futuro*.

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

Del, E., & Une, D. (2017). Norma Española Accesibilidad Universal en las Ciudades Inteligentes.

Españolas, C. U. (2017). *TIC 360º - Transformación Digital en la Universidad*.

Guerrero, C. D., Parra-Valencia, J. A., & Rico-Bautista, D. (2017). IoT: Una aproximación desde ciudad inteligente a universidad inteligente. *Revista Ingenio UFPSO*, *13*(1), 9–20.

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

Maciá, F. (2017). *Smart University. Hacia una universidad más abierta*. (Alfaomega & Marcombo, Eds.) (Primera).

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

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, 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 (IJEP)*, *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*.

Pandey, R., & Verma, M. (n.d.). Current Emerging Trends in IOT : A Survey and Future Prospects, *8*(Iii), 339–344.

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

RedCLARA. (2016). *ACTAS TICAL 2016*.

RedCLARA. (2017). *ACTAS TICAL 2017*.

RedCLARA. (2018). *ACTAS TICAL 2018*.

RedCLARA. (2019). *ACTAS TICAL 2019*.

Rico-Bautista, D., Medina-Cárdenas, Y., & Guerrero, C. D. (2019a). Smart University: A Review from the Educational and Technological View of Internet of Things. In P. M., F. C., & R. A. (Eds.), *International Conference on Information Technology and Systems, ICITS 2019* (Vol. 918, pp. 427–440). Systems and Informatics Department, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Algodonal Campus Vía Acolsure, Ocaña, 546551, Colombia: Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11890-7_42

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

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/ITMQIS.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.

u-planner. (2019). U-planner. Retrieved from https://www.u-planner.com/

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