



Transformación Digital en Instituciones  
de Educación Superior,  
Ciencia y Cultura

# LIBRO DE ACTAS

**3 al 5**  
de septiembre de 2018  
Cartagena de Indias,  
Colombia.



# **ACTAS TICAL2018**



# **ACTAS TICAL2018**

Centro de Convenciones Las Américas, Cartagena de Indias, Colombia  
3 al 5 de septiembre de 2018

### **Comité de Programa Integrado:**

ERNESTO CHINKES

Presidente Honorario, Argentina

LEANDRO GUIMARÃES

Director Adjunto Escuela Superior de Redes, RNP, Brasil

ALONSO CASTRO

Director del Centro de Informática, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

FABIÁN LEOTTEAU

Presidente del Comité

Investigador en Artes Visuales, Colombia

LUIS A. NÚÑEZ

Físico, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga - Colombia

ROBERTO FERRO

Decano Facultad de Ingeniería, Universidad Distrital Francisco José Caldas, Colombia

LUIS ALBERTO GUTIÉRREZ DÍAZ DE LEÓN

Coordinador General de Tecnologías de Información

Universidad de Guadalajara, México

Compiladora y Coordinadora General de la publicación:  
Marcela Larenas Clerc, RedCLARA.

Edición y Diseño: María José López Pourailly, RedCLARA.

RedCLARA (<http://www.redclara.net>)

Fecha en que se terminó la presente edición: 15-02-2019

ISBN: 978-956-9390-09-8

### **Copyright de la presente edición:**



ACTAS TICAL2018 – Centro de Convenciones Las Américas,  
Cartagena de Indias, Colombia

3 al 5 de septiembre de 2018

por [RedCLARA](http://www.redclara.net), se encuentra bajo una Licencia Creative Commons

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported.

# **ACTAS TICAL2018**

Centro de Convenciones Las Américas, Cartagena de Indias, Colombia  
3 al 5 de septiembre de 2018





## Índice

PRESENTACIÓN .....	11
e-SALUD.....	17
Integración de soluciones informáticas en la investigación biomédica en la Universidad de Chile .....	19
MEJORAS DE PROCESOS I .....	39
SIU - Sanavirón Quilmes Módulo para la administración de recursos propios .....	41
Proyecto orientado a microservicios en el ecosistema universitario.....	41
Automatización de gestión accesos físicos para docentes, administrativos y estudiantes en UTPL.....	77
Control Integral Data Center y Racks de la Universidad Nacional de San Luis.....	94
IoT Y e-CIENCIA .....	111
Modelo para la Creación de Redes de Conocimiento por medio de Internet de las Cosas (IoT) .....	113
NUBES ACADÉMICAS.....	125
Movilizando el aprendizaje a través de la virtualización en la nube .....	127
Plataformas virtuales como herramienta transversal en el aprendizaje – Universidad Distrital Francisco José Caldas .....	145
Infraestructura tecnológica de nube privada virtual como solución para la gestión eficiente de servicios en línea .....	158
GOBERNANZA – EVALUACIÓN.....	177
Modelo de Gestión y Gobierno de Tecnologías de la Información en la Universidad Estatal Amazónica .....	179
Evaluación para la gestión de servicios: experiencia de la Universidad de Guadalajara en la aplicación del estudio “Hábitos de uso de TIC en la Red Universitaria de la Universidad de Guadalajara” .....	198
Estado actual de las TICs en las Instituciones de Educación Superior de México, indicadores de TIC en las IES.....	220
MEJORAS DE PROCESOS II .....	240
Sistema de Gestión de la Información Académica para Maestrías y Doctorados.....	241

UDATOS: Información centralizada, oportuna y de calidad al alcance de los usuarios para gestión y toma de decisiones.....	256
Sistema Integrado para la Gestión de las Tecnologías de la Información en la Universidad Estatal Amazónica .....	267
GOBERNANZA GESTIÓN.....	282
Gestión Académica a través de las TICS en la Universidad Nacional de Loja .....	284
O Processo de Gestão da Inovação do Laboratório de Inovação em TIC da UFPE	296
Marco de trabajo basado en software libre para el desarrollo de soluciones informáticas en la Universidad Simón Bolívar sede Cúcuta.....	306
NUEVAS SOLUCIONES .....	322
Implementación de la Tecnología Blockchain en la Universidad de Guadalajara....	324
Implementación de Prototipo para la Gestión de Parqueo Inteligente en la Universidad de Cuenca .....	333
Twitter para detectar tendencias en TIC para su uso en educación.....	345
GOBERNANZA – PLANIFICACIÓN .....	354
Lecciones aprendidas en la implantación de la Cartera Estratégica de Proyectos TI en las universidades españolas .....	356
Desarrollo del Plan Estratégico de Tecnologías de la Información, para la Universidad Técnica Particular de Loja - Ecuador.....	369
Implementación de la Estrategia de Transformación Digital de la Universidad de Guadalajara.....	383
REUNA, Red Óptica Chilena para Ciencia y Educación .....	392
NETScience UChile: Red de alta velocidad para la ciencia e investigación en la Universidad de Chile .....	400
Implementación de un esquema de Disaster Recovery para Servicios Institucionales mediante una red DWDM nacional para la Universidad de Cuenca.....	411
GESTIÓN DE CONTENIDO MULTIMEDIA .....	418
Implementación de plataforma de aprendizaje en línea basada en Moodle en la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica .....	420
Implementación de una Plataforma para Ampliación de Contenido Multimedia sobre Streaming de Audio y Video .....	433
Implementación de herramientas de colaboración federadas en la Plataforma CUDI447	
Interoperabilidad de Sistemas de Videoconferencia H.323 y WebRTC para Servicios Académicos de Colaboración en la UNAM.....	458
GESTIÓN DOCUMENTAL .....	476
Gestión Documental Simple – 1ra etapa de digitalización, despapelización y data scraping en la Universidad Nacional de General Sarmiento.....	478
Emisión de certificados académicos con el uso de las TI .....	492
Experiencia de despapelización en la Universidad Nacional de Córdoba .....	501
Implementación de la Firma Electrónica Avanzada en el Sistema de Calificaciones: Caso de éxito de la Universidad Autónoma del Carmen .....	514

## **PRESENTACIÓN**



Agradecemos a las directivas de RedCLARA, a RENATA, como red anfitriona del evento en Cartagena de Indias, al proyecto BELLA-T, a todas las redes de tecnologías en América Latina y el Caribe, a los rectores que permiten a sus investigadores desarrollar procesos y procedimientos metodológicos en Ciencias, a todos los investigadores y científicos, a los artistas participantes y a los miembros del Comité de Programa de TICAL2018 y del 2° Encuentro Latinoamericano de e-Ciencia, quienes contribuyen a la generación de nuevo conocimiento para el beneficio de la región de América Latina y el Caribe.

La importancia del ejercicio colaborativo, a partir del desarrollo de actividades sociales, científicas, de tecnologías avanzadas, del uso de las redes de Internet y redes culturales, apoyadas y de la mano de los procesos de la vida en comunidad, hacen de éste un énfasis muy importante dentro del mundo tecnológico y científico, en la búsqueda de nuevos retos, donde todos reconocen su rol y ejecutan actividades interdisciplinarias de manera incondicional.

Estas acciones de colaboración, donde el talento humano se pone de manifiesto ante su experticia, son las que RedCLARA promueve usando las redes de tecnología de alto rendimiento para el bien de la comunidad.

Cuando las personas trabajan de manera independiente, se fragmentan, pero cuando comienzan a trabajar juntas, descubren la importancia de la colaboración y la gestión en comunidad, del aporte que hace cada uno y de la manera en que todos ganan. Las redes de tecnologías avanzadas son esa autopista de alta velocidad donde trabajamos de manera colaborativa e interdisciplinaria. He ahí el gran reto para todos nosotros.

Los expertos en tecnologías y los científicos de América Latina y el Caribe, desarrollan y contribuyen a las Ciencias de manera significativa. Podemos decir que quienes integramos ese grupo tenemos mucho que aprender de nuestro pasado y presente para proyectarnos al futuro. Tenemos mucho trabajo por hacer.

La evaluación de los *papers* presentados para TICAL2018 y el 2° Encuentro Latinoamericano de e-Ciencia, generaron un replanteamiento científico con un valor curricular agregado más amplio, a partir de los resultados de la producción tecnológica y científica en la región. Se pueden medir los índices de valor de la cooperación de cada país y de las redes de tecnología en dicho contexto. En la región debe incrementarse el uso y la transferencia de conocimiento en todas las áreas o líneas de investigación presentadas.

Los trabajos enviados a las convocatorias de la Conferencia TICAL2018 y del 2° Encuentro Latinoamericana de e-Ciencia, presentaban un alto nivel; fue un gran desafío para los Comités Evaluador y de Programa, el seleccionar los mejores *papers* en los ámbitos tecnológico y científico. La región se beneficia con estos dos eventos que, generando un gran aporte, se enfocan en el saber y conocer sobre lo que se está diseñando y ejecutando en cuanto a las nuevas tecnologías y al mundo científico. Sobre todo, debemos resaltar el tema central de ambos eventos: “La transformación digital en las IES de América Latina y el Caribe”, el que buscaba integrar y fomentar

el uso de nuevas tecnologías y herramientas en las distintas áreas del conocimiento. Fue, además, un espacio para el acercamiento a las nuevas maneras de observar el mundo de la tecnología y de la ciencia.

Cabe señalar que los proyectos de investigación presentados en las distintas áreas del conocimiento, con su experiencia en el mundo de las ciencias y en las tecnologías, contribuyen al desarrollo de la región; además, debemos reconocer la labor que desarrollan muchos científicos y expertos en tecnologías, todos muy bien capacitados. En nuestra región hay mucho talento generando nuevo conocimiento. Estos eventos permiten medir los avances científicos en cada país, y dilucidar cómo RedCLARA puede generar y fomentar aún más las ciencias y las tecnologías en América Latina y el Caribe.

Los expertos en tecnologías y los científicos, envían sus *papers* pues desean compartir lo que están desarrollando y construyendo, pero además, encuentran en estas actividades espacio para el reconocimiento, el intercambio y el conocimiento de lo que los colegas están investigando en los temas de actualidad.

Si bien TICAL2018 y el 2º Encuentro Latinoamericano de e-Ciencia, buscaban reunir a un grupo de expertos en tecnologías y científicos, para identificar la importancia del uso de redes y herramientas tecnológicas, y escuchar y participar de nuevas propuestas, deberíamos preguntarnos ¿cuáles son los aportes de nuevo conocimiento para la región? La respuesta está en los *papers* seleccionados y presentados en las páginas siguientes.

Para TICAL2018 y para el 2º Encuentro Latinoamericano de e-Ciencia, el fin de intercambiar nuevos conocimientos sobre procesos y procedimientos, el uso de herramientas tecnológicas que se aplican en la ejecución de proyectos de investigación es para aprehender y aplicar los nuevos recursos; es decir, se trata de generar aportes para el bien común de la región. El Comité Científico de Programa está interesado en compartir las metodologías de cómo se llega a la información a través de los sentidos, esto es, por medio de procesos y procedimientos, para que en cualquier oportunidad esa visión se pueda replicar, teniendo en cuenta el derecho de autor y la transferencia de nuevo conocimiento.

De igual manera, el ejercicio científico y artístico articulado con otras disciplinas promueven y fomentan la búsqueda de la generación de nuevas experiencias de conocimiento. Debemos llevar estos nuevos conocimientos hacia una nueva mirada; debemos ser visionarios y reconocer que en América Latina y el Caribe tenemos mucho trabajo por hacer, ese es el gran reto de la transformación en las IES. Deberíamos trabajar mancomunadamente en proyectos de investigación, repensando nuestra región, donde todos aporten y todos ganen.

Por último, y como resultado de lo vivido en Cartagena de Indias en septiembre de 2018, debemos mencionar la creación de la comunidad de eCiencias + eArtes, la que desarrolló su Primer Coloquio para debatir temas en su línea, presentar lo que estamos trabajando en nuestros laboratorios para el beneficio de la región, y para la

estructuración de un Plan Estratégico a 2026, buscando la generación de nuevo conocimiento.

En las páginas siguientes los invito a disfrutar de los *papers* seleccionados y presentados en la Conferencia TICAL2018 y el 2º Encuentro Latinoamericano de e-Ciencia, y así conocer sus contribuciones.

Muchas gracias.

Fabián Leotteau  
Presidente Comité Científico





## **SESIÓN e-SALUD**



## **Integración de soluciones informáticas en la investigación biomédica en la Universidad de Chile**

Jorge Mansilla Sierra<sup>a</sup>, Steffen Härtel<sup>ab</sup>, Mauricio Cerda<sup>b</sup>.

<sup>a</sup> Centro Nacional en Sistemas de Información en Salud, Independencia 1027, Independencia, Santiago, Chile.  
jmansilla@cens.cl, shartel@cens.cl

<sup>b</sup> Programa de Anatomía y Biología del Desarrollo, ICBM, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Independencia 1027, Santiago, Chile.  
mauricio.cerda@med.uchile.cl

### **Resumen.**

La investigación científica actual requiere de herramientas informáticas para trabajar de manera colaborativa, y almacenar y procesar datos, especialmente en áreas como procesamiento de imágenes, genética y estudios clínicos. Si bien las herramientas de colaboración se han vuelto de muy fácil acceso (dropbox, google drive, entre otras), el uso en grupos de investigación se ha mantenido costoso, y su velocidad de acceso limitado en Chile. Este trabajo muestra la planificación, ejecución y resultados después de 3 años del proyecto "Sistema de Almacenamiento y Servicios Informáticos Biomédicos Avanzados" (SASIBA) con el fin de disponibilizar a los investigadores de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile de herramientas informáticas para el trabajo colaborativo, y el almacenamiento de grandes volúmenes de datos con fines científicos.

El trabajo propuesto propone un plan de operaciones a 10 años para el funcionamiento de SASIBA. El plan considera un nivel operativo que define qué servicios entregar; un nivel comercial con el fin de ser autosustentable, y comparaciones técnicas y comerciales con soluciones disponibles. Para lograr estos objetivos se realizaron encuestas a potenciales usuarios y se plantearon cuatro escenarios económicos en función de la demanda. Algunos de las conclusiones obtenidas del diseño del plan fueron la priorización de servicios a entregar, y la estimación de costos financieros en 4 escenarios de demanda.

Actualmente, SASIBA entrega servicios a 10 grupos de investigadores, con un total de 140 usuarios y un uso de 56% de su capacidad total. En línea con las proyecciones la mayor cantidad de científicos han hecho uso extensivo de las herramientas para compartir archivos, y en menor medida del almacenamiento masivo. En cuanto a la demanda se ha cumplido con los objetivos del año 2 de funcionamiento. El trabajo presentado muestra como un proceso de modernización tecnológica se puede llevar a cabo en una institución Universitaria financiada inicialmente por fondos mixtos y en operación sustentada por los mismos científicos priorizando adecuadamente los servicios, y con alianzas estratégicas dentro de la misma organización.

**Palabras Clave:** Investigación biomédicas, TICS, colaboración científica, procesamiento de imágenes, estudio clínico, genómica.

**Eje temático:** Gobernanza y Gestión TIC en colaboraciones científicas.

**Abstract.**

Current scientific research requires computational tools for collaborative work, as well as data storage and processing, especially in areas such as image processing, genetics and clinical studies. Although collaboration tools have gained widespread access (e.g. Dropbox, Google Drive), their use by research groups has remained expensive, and in Chile the current connection speeds become a limitation. This work presents the planning, execution and results after 3 years of the project "Sistema de Almacenamiento y Servicios Informáticos Biomédicos Avanzados" (SASIBA) (Storage System and Advanced Biomedical Computer Services) at the Faculty of Medicine of the University of Chile, aimed to provide researchers with computational tools for collaborative work and storage of large data volumes for scientific applications.

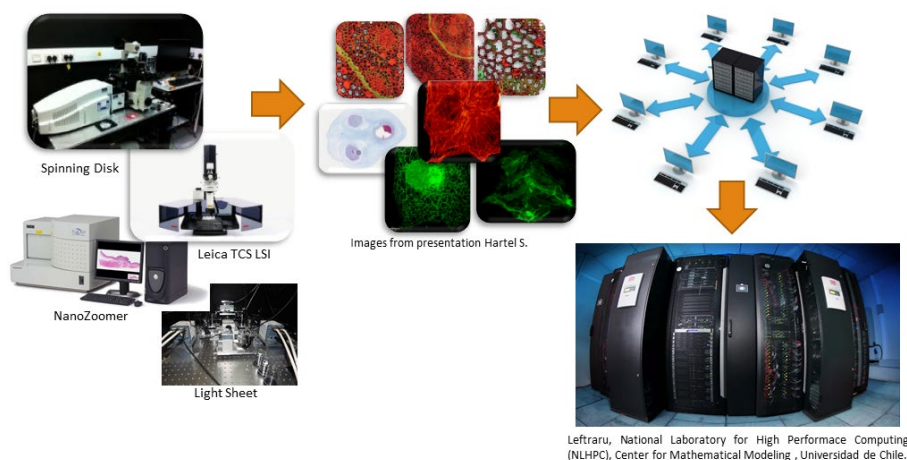
An operation plan for 10 year of operations of SASIBA was proposed. The plan includes: (i) an operational level that defines the services to provide; and (ii) a commercial level to ensure self-sustainability, together with technical and commercial comparisons with available solutions. Surveys were conducted with potential users, and four economic scenarios were proposed according to estimated demand. The plan design also considers the prioritization of services to be delivered, and the estimation of financial costs for 4 different demand scenarios.

To date, SASIBA provides services to 10 groups of researchers, with a total of 140 users and 56% usage of its storage capacity. According to the projections, most of the scientists have made extensive use of file sharing tools, and to a lesser extent mass storage. In terms of demand, the goals for the second year of operation have been met. From this experience, this work proposes how a process of technological modernization can be carried out in a University initially funded by mixed sources, being self-supported in its operation by scientists, while adequately prioritizing services and also considering strategic alliances within the institution.

## 1. Introducción

La investigación biomédica actual requiere de herramientas informáticas para trabajar de manera colaborativa, y almacenar y procesar datos. En el contexto internacional varias instituciones líderes en investigación a nivel mundial han creado centros de supercómputo para uso general, como por ejemplo el Brown University Center for Computation & Visualization, el Harvard Medical School Research Computing, o el Stanford Research Computing Facility, en los cuales las aplicaciones biomédicas juegan un rol importante. A nivel latinoamericano existen iniciativas de supercómputo, las cuales apoyan la investigación, como por ejemplo, en Argentina, donde se creó una red nacional de centros de cómputo de alto desempeño, llamada Sistema Nacional de Computación de Alto Desempeño (SNCAD) [1], en México existe la Red Mexicana de Supercómputo (REDMEXSU) [2], en Uruguay existe el Cluster FING [3] y para finalizar el Sistema Nacional de Procesamiento de Alto Desempeño (Sistema Nacional de Processamento de Alto Desempenho), en Brasil [4].

En particular las investigaciones biomédicas hoy en día requieren de variadas herramientas informáticas. Específicamente en la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, existen tres áreas altamente informatizadas: procesamiento de imágenes y microscopía, bioinformática y modelos moleculares, y estudios clínicos. Como ejemplo práctico relacionado con el almacenamiento masivo de datos, se puede mencionar que en la Facultad de Medicina existen varios tipos de microscopios entre ellos confocales (Spinning Disk, macrozoom Leica TCS LSI), escáner de tejidos, y microscopios de hoja de luz (lightsheet), entre otros. Estos dispositivos están diseñados para adquirir una gran cantidad de imágenes a nivel subcelular, como las que se pueden observar en la Fig 1, lo que se traduce a grandes volúmenes de datos. Por ejemplo, un experimento básico con microscopía lightsheet genera cerca de 8 Terabytes para una observación de 48 horas aproximadamente.



**Fig 1.** Flujo de datos para el almacenamiento masivos de datos. Ejemplo de datos masivos de imágenes, donde múltiples equipos genera datos (izquierda), de microscopía (centro), que son almacenados y procesados (derecha).

Otro caso de uso es el compartir datos e información entre un grupo de trabajo relacionados con investigación clínica/científica de la Universidad de Chile. En este caso muchas veces, los archivos, datos e información necesaria para generar trabajo colaborativo entre los integrantes de un determinado equipo de trabajo, suelen ser de gran tamaño, dificultando la operación por dos principales razones: la velocidad de acceso a internet, haciendo muy lenta carga y descarga de archivos de la nube y la

baja capacidad de almacenamiento disponible. Como último ejemplo, los estudios clínicos, los cuales, para poder ser almacenados en digitalmente, ya sea en servidores privados, públicos, la nube, etc, estos deben cumplir estándares y normativas, con el fin de asegurar la confidencialidad y seguridad de los datos de los pacientes dentro de los estudios clínicos.

Si bien en Chile existen algunas iniciativas orientadas a resolver parcialmente los problemas anteriormente mencionados no existen iniciativas que permitan el almacenamiento masivo de datos, con acceso de alta velocidad en el ámbito universitario y/o clínico que se encuentren disponibles para la investigación biomédica. Previamente a presentar la solución propuesta se presentan las iniciativas relacionadas a continuación en la sección 1.1.

### **1.1. Iniciativas Relacionadas**

La primera iniciativa descrita es U-Redes: BioMed-HPC, que tiene como objetivo proveer conectividad de alta velocidad a los investigadores en el área biomédica de la Universidad de Chile para lograr transferir grandes volúmenes de datos en tiempos reducidos. Luego en el ámbito administrativo, la Red de Equipamiento Científico Avanzado (REDECA), encargada de proveer el soporte administrativo a los proyectos de infraestructura en la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, incluyendo incluirá cobros y pagos. Por otro lado, el NLHPC, quienes provee la infraestructura necesaria para realizar cálculos computacionales que requieren de alto poder de cómputo, proveyendo además un acceso a alta velocidad a la red de investigación (10Gbps).

#### **1.1.1. Red de datos de alta velocidad (U-Redes: BioMed-HPC)**

Una de estas iniciativas relacionada es la “La Red de Biología y Medicina Computacional de Alto Rendimiento” (BioMed-HPC), el cual es un proyecto U-Redes [5], de la Universidad de Chile, integrada por múltiples Facultades de la misma institución. Iniciativa motivada debido que, a mundial, la investigación en el ámbito clínico, médico, biomédico y biológico, depende fuertemente de la colaboración y alianzas creadas con disciplinas como la matemática, computación e ingeniería. Las áreas involucradas en este tema son heterogéneas, entre las que podemos encontrar Salud Pública, Clínico/Hospitalario, (Neuro) Ciencias Biomédicas, Ciencias de la Computación/Ingeniería, Física y Matemática. Este proyecto asoció a las Facultades de Medicina, Odontología, Ciencias, Ciencias Físicas y Matemáticas, y Facultad de Química de la Universidad de Chile que cuentan con investigadores que requieren de este tipo de alianzas, para lograr un desarrollo coherente y competitivo de sus trabajos de investigación. Es por esto que BioMed-HPC, está enfocado en la creación de una Red de Biología y Medicina Computacional de Alto Rendimiento, creando para este fin una conectividad de alta velocidad (10Gbps) entre los laboratorios de dichas facultades, el Laboratorio Nacional de Alto Rendimiento, la Dirección de Servicios de Tecnologías de Información (STI) y finalmente la Red Universitaria Nacional (REUNA).

### **1.1.2. Laboratorio Nacional de Alto rendimiento (NLHPC)**

Este laboratorio se encuentra dirigido a la instalación en Chile de capacidad computacional y experiencia técnica que pueda satisfacer la demanda científica nacional de computación de alto rendimiento (HPC). Este laboratorio ofrece servicios de alta complejidad y tiene un importante demanda en aplicaciones tanto básicas como también aplicada, con énfasis en aplicaciones industriales, al momento de ser instalado el NLHPC, fue el segundo supercomputador más veloz de Latinoamérica según Lartop50 [6]. En años recientes, el desarrollo de las ciencias aplicadas y la industria ha sido dirigido por el uso sofisticado de las tecnologías de la información y las comunicaciones (ICT), proceso en el cual HPC ha jugado un rol fundamental. En Chile, algunas áreas de la ciencia, al igual que algunos sectores industriales, han alcanzado tal nivel de madurez que para mantener un grado de competitividad mundial requieren el uso de tecnologías relacionadas con HPC. El NLHPC está conformado por la mayoría de las grandes universidades de Chile, además de centros de estudio, organizaciones y fundaciones chilenas, relacionadas todas de alguna u otra manera con el desarrollo de ciencia en Chile [7]

### **1.1.3. Gestión universitaria**

Finalmente, la Red de Equipamiento Científico Avanzado (REDECA), la cual es una red de equipos científicos y servicios de vanguardia en la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. Esta red incluye unidades de microscopía, microanálisis y citometría de flujo en la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. El objetivo principal de REDECA es facilitar administrativamente que los equipos científicos y servicios de vanguardia existentes en la Facultad de Medicina, estén disponibles para investigadores, emprendedores, empresas e instituciones educacionales, tanto públicos como privados, asegurando altos estándares de calidad a través de un equipo interdisciplinario capacitado, posicionando a la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile en el primer plano de la competencia y excelencia científica a nivel nacional y regional [8]. Por otra parte, REDECA tiene como objetivo que los equipos de la red aseguren su mantención y autosustentabilidad financiera.

## **1.2. Descripción del problema**

En este contexto el Sistema de Almacenamiento y Servicios Informáticos Biomédicos Avanzados (SASIBA) [9], surge como un proyecto inicialmente financiado como concursable de equipamiento mediando de la comisión Nacional de Ciencia y Tecnología Chilena (CONICYT) adjudicado el 2014 al Prof. Steffen Härtel, el cual buscar proveer de infraestructura informática a la comunidad científica biomédica chilena para almacenar volúmenes de datos del orden de 223 Terabyte con acceso a alta velocidad hacia el NLHPC y hacia otras universidades que se encuentren en conexión con la Red Universitaria Nacional (REUNA), con el apoyo administrativo de REDECA. La infraestructura disponible inicialmente por parte SASIBA fueron: 1 storage DELL Compellent SC4020i (252 TB RAW), 2 Switch Dell N4023f, NAS FS8600, 3 Servidores R630, 64GB y 24 vCPU cada uno, y Software de Virtualización VMware Essential plus kit.

La motivación principal de este trabajo que, si bien SASIBA contó inicialmente con importantes recursos, y el apoyo de iniciativas importantes a nivel chileno para permitir su funcionamiento, este proyecto necesitaba de un plan de operaciones que estructure el funcionamiento de SASIBA a nivel operativo (servicios a ofrecer) y comercial (costos, mercado). Es por esto, que el objetivo de este trabajo es la creación de un plan de operaciones, el cual estará dividido en 2 partes. Una primera parte será operativa, en la cual se incluirán y detallarán todas las tareas que realizará SASIBA, creando para esto diagramas de flujo, protocolos e instructivos. Por otra parte, se encuentra la realización de una evaluación financiera, con la cual se determinen valores, costos, retornos de inversión y viabilidad de entregar servicios prioritarios con el fin de ser autosustentable y renovable en el tiempo. La organización de este documento comienza por una descripción de la metodología usada en la sección 2, para luego presentar los resultados, y finalizar por una presentación de discusión y conclusiones.

## **2 Metodología**

Dado el objetivo de este trabajo, se plantea la creación de un plan de operaciones compuesto de 3 secciones: la evaluación de servicios y demanda, la evaluación comercial y una comparación técnico-comercial con soluciones existentes.

### **2.1. Evaluación de servicios y demanda**

La primera etapa de este trabajo fue el levantamiento de los requerimientos de los usuarios, para la cual se confeccionó una encuesta del tipo descriptiva, debido a que esto permitió observar acciones y condiciones actuales de los usuarios o stakeholders, aplicándose mediante una entrevista personal y directa en su lugar de trabajo, lo cual permite observar el entorno y realidad de trabajo de cada uno de los entrevistados, pudiendo esta tener un carácter formal o informal, dependiendo de la cercanía al usuario. La encuesta posee 11 preguntas en total, dentro de las cuales se pueden encontrar preguntas de selección múltiple y respuestas abiertas, las que son aplicadas directamente al entrevistado y tienen por objetivo obtener la mayor cantidad de información posible sobre el lugar de trabajo, cuál es la principal tarea que realizan, como realizan los trabajos, que hacen con los datos obtenidos, etc., Es decir se trata de describir el statu quo del lugar de trabajo del entrevistado. Por otra parte, la idea de preguntas abierta y aplicadas de manera informal, es generar una conversación en la cual el entrevistador realiza preguntas a los usuarios, sobre su actual sistema y el sistema que desean obtener, dando pie a que las preguntas se tornen en una discusión, más que una entrevista estructurada, sobre las necesidades del cliente. Dentro de las preguntas de la encuesta, hay 5 las cuales son completadas de acuerdo a la interpretación del entrevistador, durante la entrevista y el fin de estas preguntas es recolectar información, que muchas veces es difícil entregar a los entrevistados, como por ejemplo, calcular el volumen de datos generados anualmente, el nivel de conocimiento informático de los usuarios, el nivel de soporte informático necesario, entre otros datos que se pueden obtener.

Con el fin de tener la seguridad que los usuarios entenderán las preguntas y que estas entregarán realmente los datos que se desean obtener, es que se realizó un proceso de validación de la encuesta, la cual fue aplicada a 2 usuarios, uno del área biológica y un ingeniero en computación, realizando con ellos una retroalimentación



de los problemas de redacción y de los objetivos de esta, llegando finalmente la encuesta aplicada [10].

## **2.2. Evaluación comercial**

La segunda etapa corresponde al plan económico, en la cual se determinarán cuáles serán los montos de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, los costos totales para la producción y administración del proyecto, además de otros costos asociados. Para la realización del plan económico, se seguirá el modelo presentado por Baca [11], en el cual se deben calcular los ingresos, los costos financieros, los costos totales de producción/administración/ventas/financieros, la inversión total y diferida, el capital de trabajo, el estado de resultados, punto de equilibrio y el balance general. Luego de realizada la evaluación económica, se obtiene el balance general, que permitirá mostrar de manera resumida la situación financiera del proyecto, durante un periodo determinado de tiempo, además entregará una estimación del desembolso realizado en efectivo o en especies en el pasado (costos hundidos), en el presente (inversión) y en el futuro (costos futuros) [11].

Para terminar el plan económico se realizará un flujo de caja con el fin de medir la rentabilidad del proyecto y los recursos invertidos en el mismo, en un plazo definido de 3, 5 y 10 años [12]. Finalmente, con el fin de obtener un indicador que permita medir si un proyecto es viable o no, se calcula la rentabilidad de la inversión en torno al valor actual neto (VAN), el cual es la diferencia entre todos los ingresos y egresos, expresados en moneda actual. Realizado estos cálculos, si el resultado es un valor mayor o igual a cero, el proyecto se debería aceptar, ya que sería viable en el tiempo. [11] [12].

## **2.3. Comparación técnica y comercial**

Para finalizar, se evaluó y comparó la infraestructura y servicios de SASIBA contra estándares internacionales, se aplicaron checklist definidos en diferentes estándares relacionados con la temática de este proyecto, permitiendo esto determinar qué tan cerca se encuentra SASIBA de cumplir los requisitos mínimos para obtener, por ejemplo, certificaciones internacionales. Si bien, existen múltiples estándares disponibles, se seleccionaron y aplicaron 3, los cuales fueron seleccionados por su baja complejidad de aplicación y amplia utilización a nivel internacional. Estos están directamente relacionados con: infraestructura (Tier) [13], y seguridad y almacenamiento de datos clínicos electrónicos (ISO 10781, 21 CFR Part 11) [14]. Con respecto a la infraestructura, se utilizará como referencia la certificación Tier que entrega el Institute Uptime, el cual puede avalar su prestigio con los 25 años de trayectoria y los casi 700 data centers certificados a nivel mundial, dentro de los cuales se pueden ver datacenter de las empresas y organizaciones más grandes y prestigiosas a nivel mundial. Para validar la seguridad y almacenamiento de datos clínicos electrónicos se utilizará la lista de requerimientos publicadas por la FDA en el documento 21 CFR Part 11 y la lista de la sección “infraestructura de confianza”, correspondiente la ISO 10781:2015.

En cuanto a la comparación comercial se realizó un estudio de mercado buscando recopilar la mayor cantidad de información con respecto a la demanda, capacidad de oferta y ofertas actuales similares. Esto se traduce en información de carácter económico, la cual puede influir en las futuras decisiones que se tomen en

torno al proyecto. La primera parte de este estudio fue el reconocimiento de los agentes que estarán involucrados en el proyecto, los cuales de alguna manera influyen las decisiones futuras. Luego se realizó un análisis cronológico de la información que se analizará, dividido en tres etapas. (i) Análisis histórico del mercado, con el cual se lograron dos objetivos, el primero fue reunir información de tipo estadístico, con el fin de proyectar la situación pasada a un futuro pudiendo visualizar el comportamiento de la demanda, oferta y/o precio; el segundo objetivo del análisis histórico, fue recoger las decisiones o experiencias realizadas por otros agentes del mercado, con los cuales se podrán identificar los efectos positivos o negativos logrados en sus proyectos. (ii) Análisis de la situación vigente, base de cualquier predicción, aunque su importancia relativa es baja debido a que la evolución del mercado es constante y puede llegar a sufrir grandes cambios, incluso mientras se esté realizando el análisis y finalmente. (iii) Análisis de la situación proyectada, sin duda el más importante, debido a que proyecta una situación tomando en cuenta los antecedentes pasados y presentes [12].

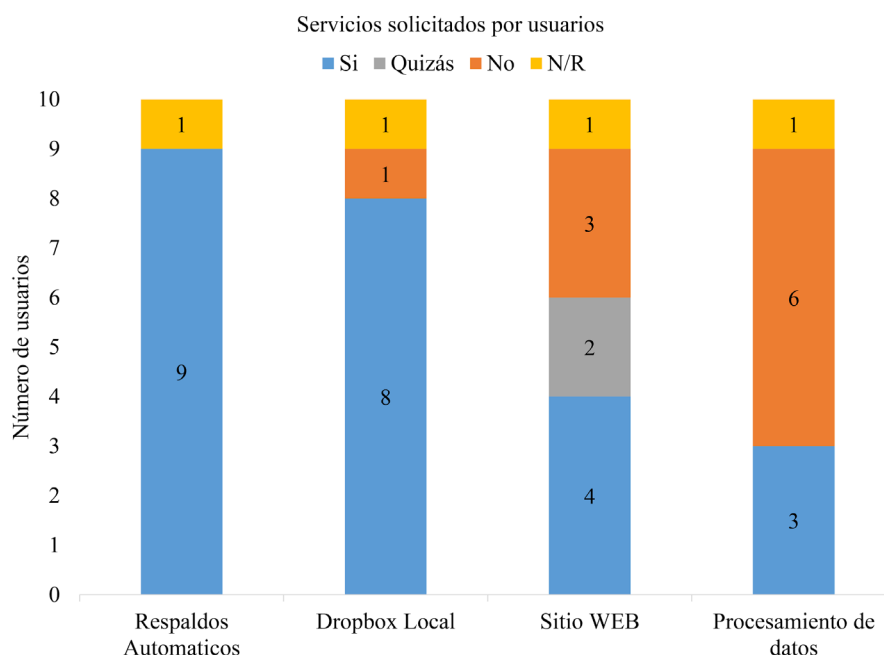
### **3. Resultados**

#### **3.1. Estimación de servicios y demanda**

Para realizar la definición de los servicios y protocolos, se utilizó la encuesta “Captura de requerimientos” creada para este trabajo, la cual fue aplicada a 10 usuarios relacionados con investigaciones biomédicas y estudios clínicos.

##### **3.1.1. Servicios y usuarios**

Utilizando la encuesta se realizó una lista priorizada de acuerdo a la demanda de cada servicio, también se analizó las competencias y capacidades de los usuarios, además del desarrollo protocolos de entrega y aplicación de servicios, entre otros temas. En cuanto a servicios, los investigadores indicaron su prioridad ante una lista de servicios ofrecidos. En la Fig 2 se pueden observar las preferencias de los usuarios, dejando en claro, que el servicio de respaldos automáticos era una necesidad prioritaria, luego lo sigue el sistema de Dropbox local, igual con una alta demanda, posterior el servicio de sitios web, con una demanda promedio y finalmente el servicio de procesamiento de datos, el cual no era una necesidad al momento de las encuestas.



**Fig 2.** Servicios solicitados por los usuarios. Se puede visualizar cuántos usuarios estarían dispuestos a contratar uno o más de los servicios que se espera poner en marcha.

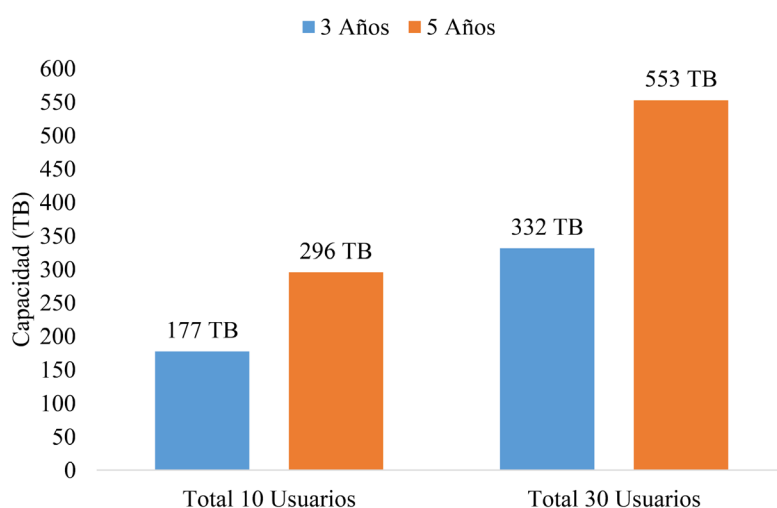
Respecto a la infraestructura existe en los laboratorios de investigación, fue posible determinar un perfil para cada usuario y su entorno o lugar de trabajo, desde donde se utilizarán los servicios entregados. El tipo de conexión y/o acceso a internet que poseen (cable, fibra óptica, Wireless), la velocidad y los equipos computacionales que cada uno de ellos posee. Los resultados obtenidos fueron que el promedio de velocidad de conexión a la red es de 100 Mbps y actualmente sólo 3 de los 10 grupos de investigadores entrevistados poseen acceso a una red de alta velocidad (10Gbps BioMed-HPC). Además, en cuanto a los equipos computacionales, estos son de más de 5 años de antigüedad en su mayoría.

Con la misma encuesta se construyó un perfil de usuario, obteniendo una imagen de cómo se distribuyen los roles en cada laboratorio. El resultado fue que es posible observar una marcada jerarquía en cada uno de estos lugares de trabajo. Es decir, cualquier servicio de soporte y apoyo debería tomar en cuenta la organización existente en los laboratorios de investigación encuestados. Respecto a capacidades y conocimientos, se observó bajas competencias en los usuarios, en cuanto a almacenamiento de datos y conocimientos en el área informática en general. Los usuarios entrevistados poseen sistemas de pseudo-respaldos, utilizando discos duros externos, con respaldos parciales y esporádicos.

### 3.1.2. Demanda

La demanda y estimación de volumen de datos generado por cada usuario, fue posible calcular de acuerdo a las respuestas entregadas por los usuarios, y se realizó una proyección del volumen de datos a 3, 5 y 10 años. Este horizonte de proyección es basado en los hitos de renovación de garantía de los equipos y renovación completa de los equipos a los 5 años de funcionamiento de SASIBA. A partir de las proyecciones de demanda se puede determinar si será posible entregar el servicio de respaldo automático de datos y dropbox local. La proyección para 10 usuarios a 3 años es de 177 Terabytes como se muestra en la Figura 3, la cual se encuentra dentro de la capacidad de SASIBA. Por otro lado, la proyección para 10 usuarios a 5 años (ver Fig 3) es de 296 TB, lo cual está por sobre la capacidad total actual de SASIBA. Con esta información se puede concluir que al cabo del 3 año aún es posible entregar el servicio sin problemas, luego para el término del tercer año, se debe crear un plan de acción, con el fin de no interrumpir la entrega del servicio a los clientes, aumentando la capacidad de almacenamiento disponible de SASIBA. Además, se realizó una proyección para un total de 30 usuarios, los cuales fueron los que apoyaron la realización de SASIBA, pero por razones temporales y geográficas, no fue posible entrevistarlos, pero se les asignó una tasa de uso de datos igual al promedio de los 10 usuarios entrevistados. También en la Figura 3 se puede observar las proyecciones realizadas para 10 y 30 usuarios a 3 y 5 años.

Proyección estimada de datos para 10 y 30 usuarios a 3 y 5 años  
(TB)



**Fig 3.** Demanda estimada a 3 y 5 años. Proyección estimada de datos, para el caso de 10 y 30 potenciales usuarios y con un horizonte de tiempo de 3 y 5 años.

### 3.2 Cálculo de costos

La evaluación financiera busca identificar los costos del proyecto desde el inicio de SASIBA hasta la primera renovación de equipos (5 años), y la operación hasta el décimo año.

### **3.2.1. Costos iniciales y restricciones**

Existen costos que ya se encuentran cubiertos, ya que el proyecto SASIBA se financia gracias a la adjudicación del proyecto FONDEQUIP EQM 140119 [9] y el apoyo de la Universidad de Chile. Previa la adjudicación del proyecto se comenzó con la compra de equipos necesarios para poner en marcha el proyecto SASIBA, además se realizó un convenio con la Dirección de Servicios de Tecnologías de Información y Comunicaciones (STI), perteneciente a la Universidad de Chile, quienes realizarán housing de los equipos además de entregar servicios de administración, mantención y soporte de los equipos. Por lo tanto, los costos ya cubiertos son: equipos, servicio de administración e instalación de los equipos por parte del STI. En estos ítems no incurrirán gastos durante un periodo inicial de 3 años (2016, 2017, 2018).

Sin embargo, como parte del convenio generado con el STI, existe una restricción cumplir, y es que todo equipo que sea instalado en sus dependencias, debe contar con una garantía vigente por parte del proveedor, razón por la cual a los equipos actuales se les debe extender la garantía al 3er año de funcionamiento y al quinto año renovar completamente todos los equipos.

### **3.2.2. Costos variables**

A continuación, se resumen de gastos totales, donde la moneda de compra para los equipos fue en dólares (USD) y los cálculos se han realizado con el valor del dólar al momento de la compra de los equipos. Por otro lado, los servicios prestados por el STI, son cobrados en Unidades de Fomento (UF), la cual es una unidad de cuenta reajutable de acuerdo con la inflación, usada en Chile, y con el fin de poder obtener un valor aproximado futuro, se realizó el cálculo de los valores de la UF entre los años 2006-2015 desde la página web del Servicio de Impuestos Internos [15], con el fin de obtener el valor de la inflación en Chile en los próximos años y así poder realizar la estimación de cobros en el futuro. En la Tabla 1 se puede observar un resumen de todos los gastos que se deberá incurrir durante los primeros 10 años de SASIBA. De acuerdo a esto, es que se debe calcular los precios a cobrar a los clientes, con el fin de poder cubrir los gastos y permitir la sustentabilidad del proyecto.

**Tabla 1.** Resumen de gastos del proyecto en un periodo de 10 años.

Servicio \ Año	Costo STI Administración Mensual (USD)	Costo STI Instalación única vez (USD)	Costo Equipos (USD)	Costo Garantías extras (USD)	Total Anual (USD)
2016	0	0	0	0	0
2017	0	0	0	0	0
2018	0	0	0	0	0
2019	31.518	0	0	20.111	51.629
2020	32.464	0	0	0	32.464
2021	33.437	7.400	133.625	0	174.463
2022	34.441	0	0	0	34.441
2023	35.474	0	0	0	35.474
2024	36.538	0	0	20.111	56.649
2025	37.634	0	0	0	37.634
Costo Total del Proyecto					422.753

### 3.3. Comparación técnica y comercial

Debido a que los equipos serán instalados en dependencias de la Dirección de Servicios de Tecnologías de Información y Comunicaciones (STI), perteneciente a la Universidad de Chile, y con la idea de entregar a los usuarios la mayor y mejor calidad de información técnica sobre las instalaciones en las que alojarán los equipos sobre los que se almacenarán sus datos, es que se realizó un checklist, basado en el documento Data Center Site Infrastructure Tier Standard [16], proporcionado por el Uptime Institute, con el que podremos conocer si las instalaciones del STI son candidatas a optar, por ejemplo a algún nivel de certificación Tier. Luego de haber realizado este checklist, se puede observar que las instalaciones del STI, si bien cumplen varios de los aspectos que se requieren para las certificaciones, solo pueden optar a una certificación nivel Tier I. Por otro lado, aunque cumplen otros requisitos o aspectos, relacionados con niveles Tier más altos, no alcanzarían para completar una certificación más alta. Sin embargo, con las capacidades actuales, en cuanto a infraestructura y equipamiento, son capaces de entregar la confiabilidad y seguridad necesaria para albergar los equipos en sus instalaciones, sin problemas ni peligros.

Además, se realizó una comparación comercial, razón por la cual se realizó una búsqueda de opciones disponibles en el mercado de compañías que entregan servicios similares a los que proveerá SASIBA: almacenamiento de alto volúmenes de datos con una conexión de alta velocidad. Debido a lo específico del servicio, no se encontraron servicios idénticos. Es por eso, que en la Tabla 2 se detallan los ítems evaluados, sin que ninguno cumpla a cabalidad las condiciones y características entregadas por SASIBA. Se puede ver que existen empresas que entregan servicios por un valor menor a SASIBA (ver Tabla 2), en desmedro de la ventaja más

importante que ofrece SASIBA: el acceso a alta velocidad (10Gbps) sin un límite de tráfico o usuarios.

**Tabla 2.** Tabla comparativa de precios obtenidos en el estudio de mercado vs servicios ofrecidos por cada uno de los diferentes proveedores.

Proveedor	Storage (Gb)	Usuarios	Precio USD (Anual)	Velocidad de acceso	Observaciones
www.sugarsync.com [17]	1000	9	1596	100Mbps	
www.dropbox.com [18]	∞	1	150	100Mbps	Mín 5 Usuarios
secure.backblaze.com [19]	∞	1	50	100Mbps	
www.idrive.com [20]	1250	∞	374	100Mbps	
gsuite.google.com/ [21]	1000	1	107	100Mbps	Mín. 5 Usuarios
store.crashplan.com/ [22]	∞	∞	120	100Mbps	Mín. 10 Usuarios
mozy.com/ [23]	125	1	119	100Mbps	
www.justcloud.com/ [24]	1000	1	149	100Mbps	
mega.nz [25]	2000	1	239	100Mbps	Con límite de transferencia
www.opendrive.com [26]	1000	10	940	100Mbps	Límite de transferencia mensual de 5TB
www.amazon.com/clouddrive / [27]	∞	1	59.99	100Mbps	
Valor Promedio por TB			377		
SASIBA	1000	∞		10000Mbps	- Sin límite de transferencias - Sin límite de usuarios/equipos - Acceso a 10Gbps

### 3.4. Propuesta de plan operativo y comercial

#### 3.4.1. Plan Operativo

A continuación, se propone una modalidad de entrega de los servicios, detallando cómo serán entregados los servicios a los clientes, la modalidad de cobro, tipo de servicio entregado, y el detalle de cada uno de estos. La modalidad de pago que se sugiere para todos los servicios entregados es por periodos anuales, esto es debido a que la mayoría de los usuarios costean estos servicios mediante fondos concursables chilenos (FONDECYT, ANILLO, Institutos Milenio) que tiene periodos de rendición

anuales. Por otro lado, dado que el pago mediante proyecto de investigación a SASIBA requerirá de un procedimiento administrativo importante (convenios internos), es que se busca minimizar el trabajo administrativo.

En cuanto a las capacidades que los usuarios podrán contratar serán desde 1TB, sin poder pedir capacidades intermedias, esto con el mismo fin de simplificar la administración. Los servicios que se entregarán serán 3 tomando en cuenta la encuesta realizada: almacenamiento de datos directo al servidor y respaldo automático, almacenamiento tipo Dropbox, vía OwnCloud [28], y web hosting.

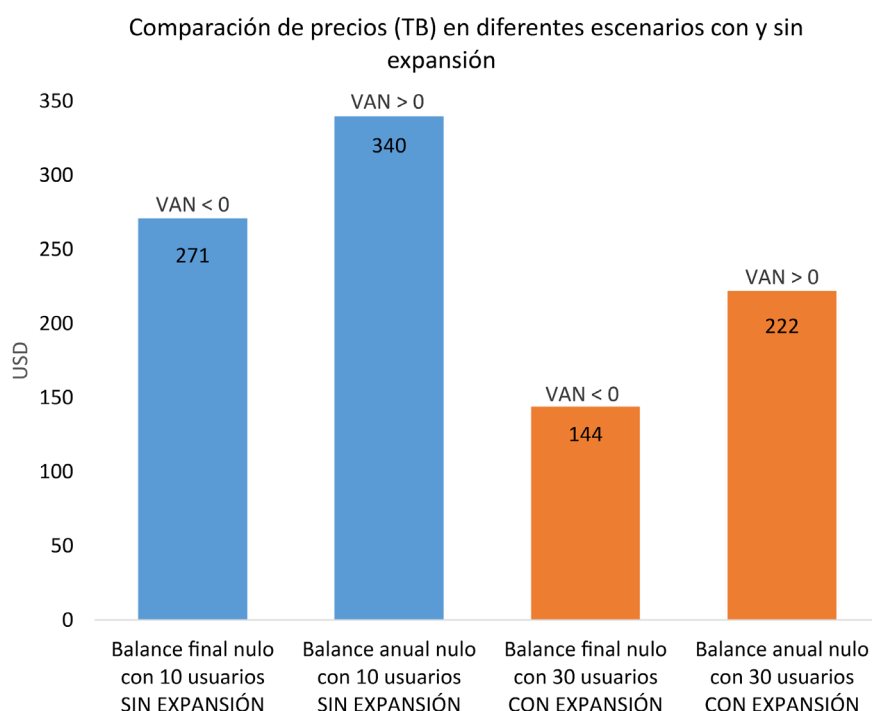
Los dos primeros servicios contemplarán la capacidad de datos contratadas por cada usuario, junto a una capacitación básica para el uso de este servicio, adicionalmente los usuarios tendrán la opción de subir un sitio web, con una capacidad máxima de 200 Mb. Esto tomando en cuenta que la mayoría de los laboratorios cuenta con un sitio web (de tamaño reducido) para mostrar sus actividades y publicaciones. Para el servicio de web hosting y housing, se debe considerar el tipo de sitio/equipo que se alojará y los requerimientos específicos de cada usuario, pero en general se este servicio está pensado para usuarios quienes poseen estudios clínicos o realizan su propio procesamiento de datos. Dada la heterogeneidad de estos proyectos se recomienda evaluar caso a caso.

#### 3.4.2. Plan comercial

A continuación, se propone un costo para los servicios entregados. Como ya se saben los costos asociados a la implementación de SASIBA y se logró estimar la demanda de los usuarios es posible realizar un cuadro resumen, en diferentes escenarios, con los costos mínimos necesarios y realizar un cálculo de los precios que se les debería cobrar a los futuros usuarios de SASIBA, permitiendo que esta sea autosustentable en un horizonte de 10 años. Junto al cálculo previamente realizado, además se calculó el VAN, a fin de tener la información necesaria para tomar la decisión de qué valor cobrar por los servicios. Existen 4 diferentes escenarios posibles, los cuales se encuentran detallados a continuación con una pequeña descripción y resumidos en la Fig 4. Se presenta también el valor obtenido por servicio a entregar en cada cálculo y el VAN de cada uno. Los escenarios evaluados fueron:

- Balance final nulo con 10 usuarios, para este escenario, se espera obtener un balance final del proyecto cero o cercano a este (10 años), para una cantidad de 10 usuarios, obteniendo un precio por TB de USD 211.  $VAN < 0$ .
- Balance anual nulo con 10 usuarios, para este escenario, se espera obtener un balance anual del proyecto cero o cercano a este, para una cantidad de 10 usuarios, obteniendo un precio por TB de USD 434.  $VAN > 0$ .
- Balance total nulo con 30 usuarios, para este escenario, se espera obtener un balance final del proyecto cero o cercano a este (10 años), para una cantidad de 30 usuarios, obteniendo un precio por TB de USD 144.  $VAN < 0$ .
- Balance anual nulo con 30 usuarios, para este escenario, se espera obtener un balance anual del proyecto cero o muy cercano a este, para una cantidad de 30 usuarios, obteniendo un precio por TB de USD 222.  $VAN > 0$ .





**Fig 4.** Comparación de precio para dos escenarios diferentes, incluida la posible expansión a 500 TB. Además, se muestra si el VAN fue mayor o menor que 0.

### 3.5. Evaluación a 2 años

A dos años de que entró en funcionamiento SASIBA siguiendo el protocolo realizado, se puede hacer un balance positivo. Con fecha 10 de junio del 2018, se tienen 10 clientes, cada uno de ellos un grupo de investigación, los cuales pueden incorporar tantos usuarios como estime conveniente. Así, contando todos los usuarios en total, se llega a un total de 140 usuarios, distribuidos entre almacenamiento de datos directo al servidor y respaldo automático, almacenamiento tipo Dropbox y web hosting.

Cuando se realizaron las estimaciones, estas fueron hechas en base a 10 grupos de trabajo, lo cual hoy en día, a 2 años de funcionamiento, ya se cumplió, y esperando que, al completar los 3 años, este número se vea aumentado. Por otra parte, en cuanto a las estimaciones de capacidad de almacenamiento utilizado, se esperaba que, a los 3 años de funcionamiento, se tuvieran 177 Tb utilizados, y a dos años de funcionamiento se tiene una capacidad de uso de 126 Tb, con lo cual el uso a los 3 años podría ser consistente con la proyección realizada. La mayoría de los usuarios utiliza el servicio de almacenamiento tipo Owncloud, cerca del 20% de los usuarios, utiliza el servicio de almacenamiento masivo de datos y existen 17 servicios web, entre los que se pueden contar, páginas web y servicios web para estudios clínicos. El cobro para cada uno de los usuarios se realiza en base a los valores obtenidos en el plan comercial, cobrando USD 433,7 por el primer Tb utilizado (el más caro planteado). Luego si el cliente solicita un aumento de capacidad, se hace un descuento por TB extra contratado. Hasta el momento, la mayoría de los usuarios no utiliza más de 1 TB, salvo dos que consumen más de 30 TB.

#### 4. Discusión

A continuación, se presenta una discusión de los principales resultados de la elaboración del plan de operaciones y comerciales presentado en 2016. No se incluyen los resultados luego de 2 años presentados en la sección 3.5, estos se incluyen de manera general en las conclusiones.

Debido al límite de almacenamiento actual de SASIBA (223 TB efectivo), el precio estimado está sobre el precio de mercado promedio por TB de almacenamiento. Sin embargo, SASIBA entrega servicios que el mercado no entrega, tales como:

- Velocidad de acceso de 10 Gbps, la cual no la entrega ningún proveedor, ya sea en Chile o desde el extranjero.
- Acceso de múltiples usuarios, sin un costo adicional.
- Posibilidad de realizar una capacitación a los usuarios localmente, dentro de los costos de los servicios.
- Posibilidad de realizar una capacitación más extensa a los usuarios.
- Sin límite de transferencia de datos.

Si se opta por ampliar la capacidad de almacenamiento de SASIBA a 500TB en el quinto año, los costos del servicio se verían reducidos de manera significativa en 3 de los 4 escenarios, llegando a ser valores competitivos con las ofertas disponibles en el mercado. Los valores de servicio sin expansión van desde los 144 USD para el escenario con Balance final nulo con 30 usuarios hasta los 434 USD para el escenario con Balance anual nulo con 10 usuarios, luego para el caso que se realice una expansión, los valores irían desde los 247 USD para el escenario Balance final nulo con 30 usuarios hasta los 340 USD para el escenario Balance anual nulo con 10 usuarios. Se debe también destacar la complejidad de realizar la evaluación financiera, debido a la dificultad de estimar la demanda. Esto es especialmente complejo en grupos de investigación financiados por fondos en su mayoría concursables y, por tanto, variables.

En cuanto a los servicios que se entregarán, se pudo observar una fuerte demanda por el servicio de respaldos automáticos, con 9/10 usuarios y Dropbox local 8/10 usuarios dispuestos a contratar estos servicios (1 usuario no respondió estas preguntas). Por lo que desprende de las encuestas, que existe una necesidad de parte de los usuarios en cuanto a respaldos automáticos y almacenamiento masivo de grandes volúmenes de datos.

También fue evidente las bajas competencias informáticas que poseen los usuarios, en cuanto a almacenamiento de datos y conocimientos en el área informática en general, razón por la cual, mientras se analizó cómo se entregarían los servicios a los usuarios y en qué nivel se les brindará soporte, dado que siempre se tuvo en mente tratar implementar servicios simples de configurar y utilizar para los usuarios.

Por otra parte, uno de los mayores desafíos de implementar SASIBA, es que los clientes potenciales (en su mayoría investigadores de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile) poseen equipos y conexiones a la red obsoletas. Pocos usuarios (3 de 10) actualmente poseen acceso a una red de alta velocidad (10 Gbps), y todos los demás aun poseen conexión de 100Mbps, que es lo que entrega por defecto la Facultad de Medicina de Universidad de Chile a sus usuarios. Se espera que, con el tiempo, esta deficiencia sea resuelta, pero sería ideal planificar en conjunto con la Facultad de Medicina para modernizar la infraestructura tecnológica disponible.

En cuanto a estándares y certificaciones, tanto en la parte estructural como a nivel de equipamiento, servidores, sistemas operativos y configuración de los equipos, si bien, no se cumplen completamente todos los requerimientos para obtener las

certificaciones, existe un número importante de los requerimientos que si se cumplen. Una de las certificaciones factible de realizar en el corto-mediano plazo para el STI, es la Tier (al menos nivel I), realizada por el Uptime Institute y con un costo aproximado de USD 20.000 para la sala de servidores.

Con respecto al número de usuarios de SASIBA y las proyecciones realizadas en este trabajo, 10 y 30 usuarios, se pudo observar que en algunos de los escenarios existen problemas de flujo de caja, con lo que sería ideal expandir el mercado al que se entregará el servicio. Es por esto, que aquí se debe tomar en cuenta, el hecho de que la infraestructura de SASIBA se encuentra en dependencias del STI, el cual posee conexión directa con REUNA, y esta, a la vez interconecta cerca de 20 universidades e instituciones a nivel nacional, con una velocidad mínima de 1 Gbps. Con lo cual se puede ver que sería posible expandir el mercado a todas estas instituciones asegurando una velocidad mínima de 1 Gbps.

## 5. Conclusiones

En este trabajo se desarrolló un plan de operaciones, permitiendo la integración de soluciones informáticas, orientadas a las investigaciones biomédicas en la Universidad de Chile. Este plan cumple las características de ser autosustentable económicamente en el tiempo, junto con estructurar el funcionamiento de SASIBA tanto a nivel operativo, como financiero, con el objetivo de lograr de esta manera la sustentabilidad económica del proyecto en un horizonte de 10 años, entregando principalmente los servicios de almacenamiento masivo de datos.

De acuerdo a los datos recabados en las encuestas, con respecto a los posibles servicios a entregar, se concluyó que los servicios más solicitados y, por ende, más necesarios son: respaldo automático de datos, dropbox local, y sitios web. Por esta razón, es que se decidió que estos 3 servicios serán los entregados por SASIBA a los clientes.

Por otra parte, SASIBA genera la oportunidad de contar con un datacenter institucional certificado Tier, dado que la infraestructura actual requiere de mejoras de costo menor, comparados con los costos de los proyectos y equipamientos actuales del datacenter. Esta y otras certificaciones internacionales podrían dar ventajas a los investigadores asociados, por ejemplo, al momento de postular a proyectos de colaboración científica internacional en el ámbito clínico.

Luego de transcurridos dos años de funcionamiento del servicio y haber seguido las proyecciones, estimaciones y protocolos propuestos por el plan de operaciones, se puede observar que todas fueron válidas, se encuentran dentro de lo presupuestado y hasta el momento se estaría cumpliendo que SASIBA sea autosustentable en el tiempo. Más aún ya hay 3 publicaciones científicas agradeciendo al proyecto [29] [30] [31]. A pesar del buen funcionamiento, aún queda un par de desafíos por sortear, que sería la contratación de un ingeniero, con el fin de tomar las tareas de administración y mantención técnica; otro desafío es levantar plataformas para facilitar la administración técnica del proyecto, como por ejemplo la administración de los perfiles de usuarios por parte de los mismos usuarios, solicitud on-line de una cuenta bajo un grupo de trabajo.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a CONICYT por el apoyo al proyecto SASIBA (EQM 140119), a la Red Universitaria Nacional (REUNA) por su continuo apoyo a lo largo de los años, y muy especialmente a la dirección de servicios de tecnologías de

información (STI) de la Universidad de Chile por creer y apoyar en la iniciativa. También se agradece el apoyo de los miembros del laboratorio que han apoyado SASIBA: Prof. Víctor Castañeda, Malcolm Moreno, Martín Pinuer, y miembros de la Facultad de Medicina: Héctor Vega, Selene Jil. MC agradece el apoyo de los proyectos FONDECYT 3140447 y 11161033, y SH agradece el apoyo de los proyectos FONDECYT 1151029. MC, JM y SH agradecen al proyecto Anillo ACT1402, la iniciativa científica milenio (proyecto P09-015-F), CORFO (16CTTS-66390), y DAAD (57220037 & 57168868).

## Bibliografía

1. Sistema Nacional de Computación de Alto Desempeño, <http://www.supercalculo.mincyt.gob.ar/>
2. Red Mexicana de Supercómputo, <http://www.redmexsu.mx/acerca-de>
3. Cluster FING, <https://www.fing.edu.uy/cluster/index.php>
4. Sistema Nacional de Procesamiento de Alto Desempeño (Sistema Nacional de Processamento de Alto Desempenho), <https://www.lncc.br/sinapad/>
5. Hartel S, Castañeda V. U-Redes: BioMed-HPC, <http://noticias.med.uchile.cl/2013/9356-facultad-de-medicina-cuenta-con-nuevo-proyecto-u-redes.html>
6. Leftraru es el segundo supercomputador más veloz de Latam según Lartop 50, <http://www.nlhpc.cl/es/lefraru-es-el-segundo-mas-veloz-de-latam-segun-lartop-50/>
7. National Laboratory for High Performance Computing, <http://www.nlhpc.cl/es/acerca/>
8. Red de Equipamiento Científica Avanzado, <http://redec.a.med.uchile.cl>
9. Hartel S, Cerda M. Postulación Fondecup, Sistema de Almacenamiento y Servicios Informáticos Biomédicos Avanzados (SASIBA), <https://servicios.conicyt.cl/buscadorequipos/#/equipo/540>
10. Encuesta Requerimientos SASIBA 2016, [http://scian.cl/portal/globals\\_file.php?CS=2988&ID=1528733321.3979&D=ON](http://scian.cl/portal/globals_file.php?CS=2988&ID=1528733321.3979&D=ON)
11. Urbina GB. Evaluación de proyectos. McGraw-Hill; 2010.
12. Sapag Chain N, Sapag Chain R. Preparación y evaluación de Proyectos. 5th ed. 2008.
13. Uptime Institute | LLC, <https://es.uptimeinstitute.com/>
14. Fda. Part 11 - CFR - Code of Federal Regulations Title 21. 2016;n 1.
15. Servicio de Impuestos Internos. Valor UF, <http://www.sii.cl/pagina/valores/uf/uf2016.htm>
16. Turner P IV, Seader J, Renaud V. Data Center Site Infrastructure Tier Standard : Topology. Uptime Institute, Llc. 2012;
17. SugarSync. Cloud File Sharing, File Sync & Online Backup From Any Device, <https://www.sugarsync.com/>
18. Dropbox. Precios de Dropbox Business, <https://www.dropbox.com/business/pricing>
19. Backblaze. Buy Now, <https://secure.backblaze.com/buy.htm>
20. IDrive. IDrive® pricing plans, <https://www.idrive.com/pricing>
21. Google. G Suite: Gmail, Drive, Documentos de Google y mucho más, <https://gsuite.google.com/>
22. Crashplan. Buy a CrashPlan Subscription or Other Backup Solutions - CrashPlan, <https://store.crashplan.com/store/>
23. Mozy. Online Backup Storage and Software for photos, music, and docs, <http://mozy.com/product/mozy/personal>

24. JustCloud. JustCloud :: Our Services & Prices, <http://www.justcloud.com/planprice-information>
25. Mega, <https://mega.nz/#pro>
26. OpenDrive. OpenDrive Pricing, <https://www.opendrive.com/pricing>
27. Amazon. Amazon Drive: Cloud Storage - Online Backup, [https://www.amazon.com/clouddrive/home?ref=cd\\_auth\\_home](https://www.amazon.com/clouddrive/home?ref=cd_auth_home)
28. OwnCloud. ownCloud | Secure File Access and File Sharing, <https://owncloud.com/>
29. Reig G, Cerda M, Sepúlveda N, Flores D, Castañeda V, Tada M, Härtel S, Concha M. Extra-embryonic tissue spreading directs early embryo morphogenesis in killifish. *Nature Communications*, 8:15432 (2017). ISI IF 13,092
30. Cerda M, Navaro CA, Silva J, Waitukaitis SR, Mujica N, Hitschfeld N. A high-speed tracking algorithm for dense granular media. *Computer Physics Communications* (2018). ISI IF 3,506
31. Violeta Chang, Alejandra García, Nancy Hitschfeld & Steffen Härtel. Gold-standard for computer-assisted morphological sperm analysis. *Computers in Biology and Medicine*, 84, 205–216 (2017), ISI IF 1,953



## **SESIÓN MEJORAS DE PROCESOS I**





## **SIU - Sanavirón Quilmes**

### **Módulo para la administración de recursos propios**

### **Proyecto orientado a microservicios en el ecosistema universitario**

Fabio Rosellini, Guillermo Diorio, Sebastián Natarelli

Sistema de Información Universitaria (CIN-SIU), Ecuador 871 Piso 3 CABA - C1214ACM -  
Argentina

frosellini@siu.edu.ar, gdiorio@siu.edu.ar, snatarelli@siu.edu.ar

#### **Resumen.**

A diferencia de épocas pasadas, en las que un nuevo proyecto informático tenía su origen en la falta de informatización de las distintas Áreas o por la obsolescencia tecnológica de las herramientas en las que se habían desarrollado los sistemas existentes, en la actualidad el desafío principal de un nuevo proyecto se centra en la posibilidad de poder integrarlo a un ecosistema de aplicaciones existentes sin competir, superponiendo funcionalidad, sino complementándola con el objetivo de poder soportar los complejos procesos de negocio transversales que se llevan a cabo diariamente en las instituciones universitarias.

El nuevo proyecto SIU-Sanavirón Quilmes, identificado con el acrónimo SIU-SQ, intenta ser un ejemplo concreto de esta premisa. Una arquitectura orientada a “microservicios” es la que mejor se adapta para construir una solución con altos requerimientos de interoperabilidad e integración, escapando a la tentación de re-desarrollar y extender la funcionalidad de sistemas existentes, y donde los equipos de desarrollo son pequeños y distribuidos, pero afortunadamente entrenados en el trabajo colaborativo propio de la filosofía SIU.

Palabras claves: trabajo colaborativo, microservicios, recursos propios, interoperabilidad, ecosistema, CIN, SIU, SQ, Sanavirón, Quilmes, UNQ

Área temática: Mejora de procesos

## **1 Introducción**

El Sistema de Información Universitaria es, desde septiembre de 2013, una dependencia del Consejo Interuniversitario Nacional que desarrolla y provee herramientas informáticas al sistema universitario nacional argentino y a diversas dependencias del Ministerio de Educación de la Nación con los objetivos de colaborar en la mejora de la gestión y poseer información confiable, segura, íntegra y disponible.

La filosofía y metodología de trabajo colaborativo del SIU hacen que un sistema informático sea considerado mucho más que la aplicación que se instala sino que es todo lo que se genera alrededor de la misma. El conocimiento compartido, de carácter técnico y funcional, que circula entre los miembros de su comunidad es una de las mayores riquezas que posee el SIU.

En la actualidad todas las instituciones universitarias argentinas utilizan, al menos uno de los módulos ofrecidos por el SIU, entre los que se encuentran:

**SIU-Guaraní:** módulo de gestión académica  
**SIU-Pilagá:** gestión económica, presupuestaria, financiera y contable  
**SIU-Mapuche:** gestión de RR.HH  
**SIU-Diaguíta:** gestión de compras, contrataciones y patrimonio  
**SIU-Kolla:** módulo de gestión de encuestas.  
**SIU-Wichi:** módulo responsable de la consolidación y explotación de información mediante herramientas de inteligencia de negocios.  
**SIU-Araucano:** módulo que permite conocer información estadística de alumnos de carreras de pregrado, grado y posgrado

Como se observa cada módulo cubre una funcionalidad específica dentro de las universidades, que generalmente se corresponde con las actividades llevadas a cabo diariamente por cada una de las Secretarías en las que se organizan dichas instituciones.

Con el avance de la informatización comenzaron a identificarse procesos transversales entre más de una de las Secretarías o sectores dentro de las universidades. Esas interacciones entre áreas requerían cada vez más vínculos entre distintos módulos SIU. En respuesta a ese fenómeno surge la plataforma integradora de servicios SIU-Araí, que tiene como objetivo principal coordinar y soportar la cooperación entre los distintos componentes. Su puesta en marcha consolida el ecosistema de aplicaciones SIU.

Como un ejemplo concreto de los procesos transversales mencionados, se presenta la gestión de los ingresos por carreras de posgrados aranceladas. Todo comienza cuando la Secretaría de Posgrados publica la oferta académica y, en conjunto con las Áreas de Tesorería y Finanzas de la Secretaría de Administración, define el costo que tendrá cada carrera, los medios y las formas de pago permitidas.

A medida que los alumnos se inscriben, es necesario realizar la gestión de cobro en una “ventanilla” de Tesorería o por un gestor de cobranza externo (tarjetas de crédito, agentes de cobranza on-line, etc.). Estas cobranzas deben ser informadas a la Secretaría de Posgrados para confirmar las inscripciones de los alumnos que han pagado y dejar sin efecto aquellas para las cuáles no se recibió el pago en el tiempo esperado. Esto le permite también a la Secretaría de Posgrados verificar si se alcanzó el cupo mínimo para habilitar el dictado del curso. En caso de alcanzarlo, se debe informar el dinero generado a la Secretaría de Finanzas para hacer la distribución presupuestaria de los mismos. Si no se llegó al cupo mínimo y no se dicta el posgrado, se deben devolver los montos cobrados a los alumnos.

Con los objetivos de ordenar y sistematizar la administración de todos los ingresos económicos ofrecidos por las instituciones universitarias, emprendimos el desafío de desarrollar SIU-Sanavirón Quilmes (SIU-SQ).

## **2 El proyecto SIU – Sanavirón Quilmes**

En la etapa inicial del proyecto se identificaron demandas de los potenciales beneficiarios (autoridades y empleados de universidades nacionales, docentes y alumnos) y se formalizaron los requerimientos de todas las Áreas participantes.

### **2.1 Alcance del proyecto**

Luego de un relevamiento realizado entre las instituciones interesadas en contar con una herramienta de las características de SIU-SQ confirmamos que la generación

de recursos propios en universidades nacionales presenta una amplia gama de posibilidades que pueden categorizarse en:

- Oferta académica facturable: en las instituciones de gestión pública de Argentina se limita a especializaciones, posgrados y maestrías. También puede incluir educación de grado en modalidad virtual y la percepción de aranceles por distintas certificaciones solicitadas por los alumnos.
- Secretaría de Extensión Universitaria: servicios y actividades abiertos a la comunidad y eventos culturales, entre otras actividades.
- Vinculación Tecnológica: prestaciones de servicios ofrecidos a empresas privadas, entidades o gobiernos nacionales, provinciales y/o municipales, convenios de cooperación internacional.
- Congresos nacionales e internacionales.
- Actividades de soporte a la comunidad educativa: comedores estudiantiles, estacionamientos, fotocopiadoras, alquiler de instalaciones deportivas o auditorios entre otros.
- Servicios especializados: editoriales, hospitales universitarios, análisis clínicos y de suelos, hemoderivados etc.

Además de los variados requerimientos funcionales que surgieron en las reuniones de relevamiento se identificaron demandas muy importantes de distintas Áreas potenciales usuarias del proyecto como:

- Rectorado: conocer el detalle de los recursos que se originan utilizando recursos físicos, humanos o intangibles de la universidad con el objetivo de evitar desvíos y posibles demandas potenciales por incumplimientos
- Personal no docente (áreas de Tesorería, Contabilidad, Posgrados y Extensión, entre otras): disponer de la trazabilidad de los ingresos desde la generación, cobranza y el impacto presupuestario, evitando dobles registraciones en distintos sistemas y eliminar el manejo de dinero en efectivo
- Alumnos: hacer uso de los medios de pago on-line muy difundidos en la actualidad para no tener que concurrir de manera presencial a realizar las inscripciones y los pagos

En base al análisis preliminar de los requerimientos enunciados realizamos un diagrama que nos permitió dimensionar el proyecto. A simple vista puede observarse que se trata de un proyecto muy ambicioso que presenta una contradicción notable, ya que es posible identificar cierta funcionalidad convergente, como que todos los ingresos deben caracterizarse presupuestariamente, sin embargo hay una gran divergencia en las reglas de negocio que determinan la administración de dichos ingresos según el origen de los mismos.

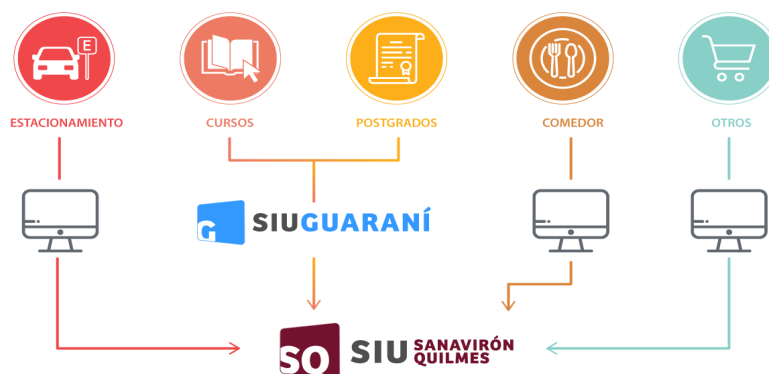


Fig. 1. El diagrama refleja las distintas fuentes de ingresos (unidades de venta).

## 2.2 Antecedentes

Una parte importante del relevamiento inicial, consistió en investigar y evaluar las iniciativas relacionadas con la problemática, existentes en universidades y dentro del SIU, con la idea de no desarrollar dos veces un mismo sistema y capitalizar todo el conocimiento existente en la temática.

Se identificaron una gran cantidad de proyectos para resolver problemáticas específicas: comedores, editoriales y hospitales entre otros. Algunos son desarrollos propios de las instituciones y otros adquiridos a terceros, desarrollados en diferentes herramientas y en tecnologías con distinto nivel de actualización. Ninguno de ellos contaba con una interfaz de comunicación uniforme con el SIU-Pilagá, sistema presupuestario utilizado por la mayoría de las instituciones universitarias argentinas de gestión pública.

Centrándonos en las soluciones diseñadas para gestionar los ingresos generados por el área académica, los sistemas en producción identificados con mayor evolución son Sanavirón desarrollado por la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) y SIU-Quilmes, desarrollado por SIU, con personalizaciones realizadas por la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ). La siguiente tabla resume las principales temáticas para su caracterización y que tuvieron una influencia importante en el diseño de la arquitectura del nuevo proyecto SIU-SQ.

Variable	Sanavirón	SIU-Quilmes
Herramientas de desarrollo	PHP y postgreSQL	PHP y postgreSQL
Instalaciones en producción	UNC	UNQ y parcialmente en UNLaM
Funcionalidad	facturación on-line derivada inicialmente de Cursos de	facturación regular periódica off-line derivada de la prestación

	Extensión Universitaria Rectorado está centralizando toda la facturación de la universidad	de educación de grado virtual y de posgrado
Interoperabilidad	posee interfaz con SIU-Pilagá para informar los recursos generados caracterizados a nivel ingreso, financiero y presupuestario.  Técnicamente implementada como dblink de Base de Datos	se comunica con sistema académico Esmeralda para indicar si se debe o no facturar a cada alumno según estados  Implementada como interface de archivo de texto
Limitaciones	réplica en forma incompleta toda la gestión académica (alumnos, propuestas, actividades, docentes, aulas) que soporta SIU-Guaraní  gestión parcial de facturación	la comunicación con el sistema académico es en base a novedades mensuales que informan estados específicos  sólo factura grado virtual y posgrados

El resultado de esta evaluación nos permitió saber que:

- existían soluciones con distinto nivel de maduración y calidad que resolvían sólo necesidades específicas, siendo valioso el conocimiento del negocio.
- los proyectos más avanzados permitieron confirmar que la tendencia es contar con una visión transversal de los procesos, pero que estaba faltando una solución tecnológica para facilitar este objetivo. Esto se transformó en una de las premisas para desarrollar una nueva solución superadora.

### 2.3 Evaluación de estrategias

Basándonos en los requerimientos y el análisis de los sistemas existentes pusimos en marcha la estrategia para comenzar a delinear lo que sería el nuevo módulo de gestión y cobranzas SIU-SQ. Una de las primeras acciones que se realizaron fue ponernos de acuerdo en qué caminos no queríamos transitar. Los principales desafíos fueron no caer en la tentación de:

- **todo o nada** - entender el desarrollo como un único proyecto: esta visión nos hubiera embarcado en un proyecto faraónico, con tiempos de desarrollo y prueba que superarían los cuarenta meses. Por otra parte, debido a que las universidades poseen diferentes grados de maduración en esta problemática, se los hubiera puesto en la disyuntiva de elegir entre optar por implementar esta nueva solución SIU y abandonar sus desarrollos que conocían o quedarse con sus desarrollos y no poder sistematizar nuevas áreas de generación de recursos. Por ejemplo: si una determinada universidad tenía en funcionamiento un sistema para el comedor y quería informatizar la gestión de los cursos de extensión universitaria, hubiera debido abandonar su sistema de comedor, e

implementar SIU-SQ para gestionar ambos negocios. En ese caso, cualquier inconveniente en el módulo de comedor hubiera truncado la puesta en marcha de SIU-SQ a causa de un problema en una funcionalidad que ya tenían resuelta.

- **extender siempre lo mismo:** sumar funcionalidades a los módulos SIU existentes. Por ejemplo, podríamos haber agregado un módulo al SIU-Guaraní para valorizar la oferta académica y otro módulo para interactuar con Mercado Pago, como agente de cobranza on-line y también otras operaciones para poder caracterizar presupuestariamente los ingresos correspondientes a cobranzas de Cursos de Extensión o Posgrado. De esta forma se iría desvirtuando el alcance original del proyecto, ya que su objetivo principal es la gestión académica. Por otra parte esta misma funcionalidad “agregada” debería replicarse en cada uno de las otras unidades de venta.

Estos ejemplos extremos nos presentan claramente las desventajas de ciertas estrategias que podrían haberse utilizado en el proyecto.

#### 2.4 La elección de la estrategia

Guiados por los preceptos de la ingeniería de software basada en componentes (ISBC) aplicamos la técnica de *separation of concerns* (SoC), que consiste en un acercamiento basado en la separación de responsabilidades y en la factorización de funcionalidad compartida con el objetivo de llegar a identificar un conjunto de componentes de software débilmente acoplados que soporten todos los requerimientos, para comenzar a modelar la solución.

Una primera separación de componentes de alto nivel consiste en dividir la solución en dos tipos de componentes, con diferentes responsabilidades y aridad. Para SIU-SQ se definieron:

- **Unidades de ventas:** componentes funcionales de usuario final que permiten realizar ventas para cada tipo de servicio ofrecido por las universidades. La complejidad en las distintas modalidades de facturación queda acotada a estos componentes. Ejemplos: posgrados, comedor, estacionamiento, cursos de extensión, vinculación tecnológica
- **Núcleo:** es un componente único por universidad que implementa un “sistema de información” especializado en gestión de ventas y cobranzas. Recibe ventas y ofrece servicios de integración con Agentes de Cobranzas propios o externos, cuenta corriente relacionando Consumidores, Control de Facturación y módulos SIU-Pilagá y SIU-Wichi

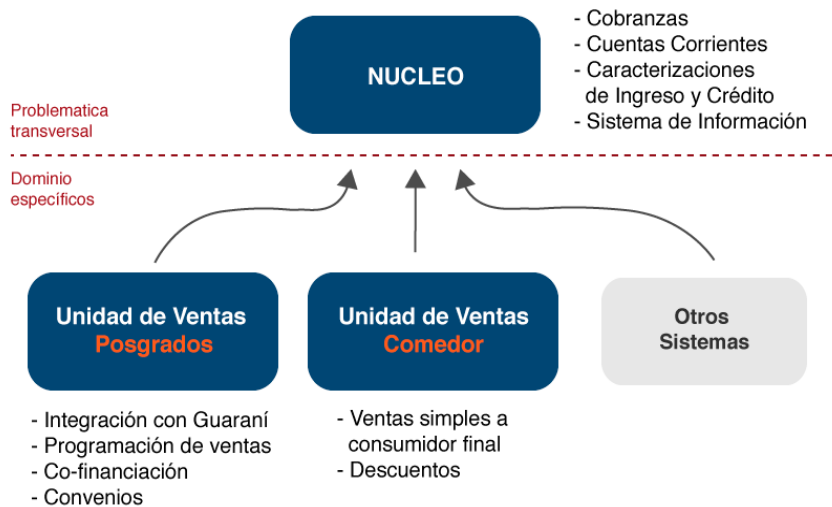


Fig. 2. Primera sub división de componentes.

También se indica el mecanismo de integración para “Otros Sistemas” preexistentes que ya estén desarrollados y resuelvan una funcionalidad específica que cada universidad desea mantener. Como ejemplo de esto, algunas universidades cuentan con una aplicación para la gestión de sus editoriales. En este caso, la unidad de venta externa Editorial se puede integrar via REST API al Núcleo de SIU-SQ para reportar las ventas cobradas en forma diaria, semanal o mensualmente. En el Núcleo se pueden caracterizar dichos ingresos originados en la editorial y ser enviados en forma automatizada al módulo presupuestario SIU-Pilagá.

Aplicando este patrón de diseño en forma iterativa e incremental vamos refinando la solución e integrándola a el ecosistema SIU y al mundo exterior como los Agentes de Cobranza. De esta forma, llegamos al siguiente modelo de solución.

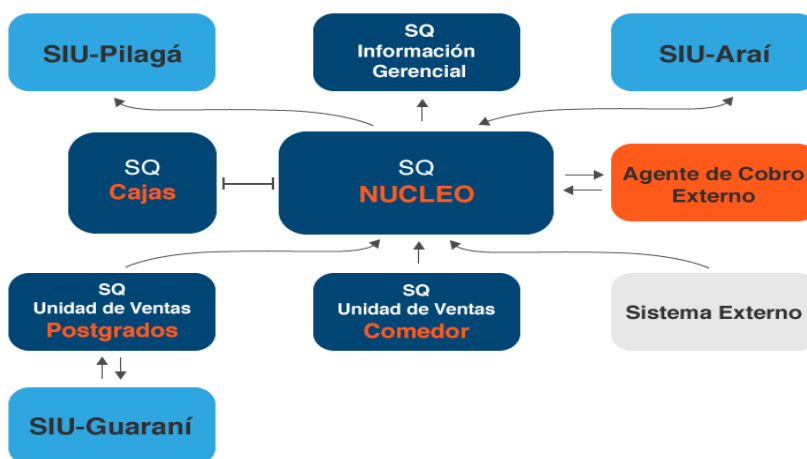


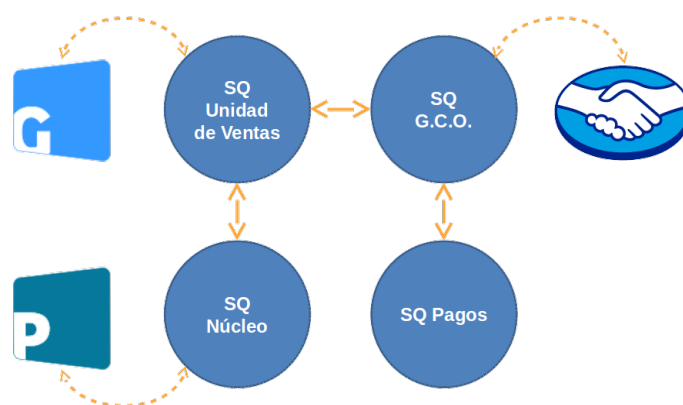
Fig. 3. Primer modelo de SIU-SQ

## 2.5 Arquitectura

Como se mencionó previamente SIU-SQ se subdivide en distintos componentes con responsabilidades específicas.

Componente	Responsabilidades
Núcleo (NUC)	Establece contrato con las unidades de venta para recibir sus ventas y cobranzas. Expone una REST API con un endpoint para este fin. Permite definir la caracterización presupuestaria de los ingresos. Informa las recaudaciones a SIU-Pilagá
Cursos de Extensión y Posgrados (UV-CEP)	Permite valorizar los servicios y definir sus medios y formas de pago. Administra las suscripciones y el estado de deuda de los alumnos. Expone una REST API. Notifica a SIU-Guaraní los pagos o vencimientos de las inscripciones y los morosos
Gestor Cobranzas On-Line (GCO)	Expone una REST API y aísla al Núcleo y UV-CEP de los gestores de cobranza como Mercado Pago, PayPal
SQ-Pagos	Portal que permite al alumno elegir la forma de pago (pago único o cuotas) durante la inscripción. En el caso de haber elegido varias cuotas como forma de pago, puede realizar el pago de las cuotas posteriores a la inscripción. También puede descargar su comprobante o factura de los pagos realizados

El siguiente diagrama permite visualizar las interacciones entre los componentes y la comunicación con los módulos SIU-Guaraní y SIU-Pilagá y con el agente de cobranza externo Mercado Pago.





**Fig. 4.** Vinculación entre componentes y con sistemas externos.

Cada uno de los componentes Núcleo, UV-CEP y GCO está fuertemente caracterizado por su API HTTP. Uno de los beneficios de esta división en componentes fue evitar desarrollar una API monolítica muy difícil de mantener y contar con APIs más reducidas y específicas distribuidas en servidores HTTP independientes, propias de una orientación a microservicios.

Cada una de las APIs fue diseñada siguiendo las convenciones estándar de la tecnología REST. Se desarrollaron recursos para las entidades principales del dominio, respetando los significados clásicos HTTP para los verbos POST, GET, PUT y DELETE.

Una de las complicaciones que se presentan en soluciones que implican mucha cooperación de invocaciones de recursos HTTP distribuidos, es que se requiere de algún mecanismo para garantizar el delivery de los mensajes, para evitar que sea cada aplicación que realiza la llamada, la que debe contemplar esta problemática. Como solución, utilizamos restHooks como framework para soportar suscripción, notificación y publicación para RESTFull APIs y garantizar el delivery de mensajes entre los componentes. En restHooks se definen topics para modelar las notificaciones de un componente a otro y de esta forma simplificar y abstraer las invocaciones directas a los recursos de las APIs REST, ganando trazabilidad ya que queda registrado por dicha implementación del framework todos los intentos de envío de cada mensaje y los resultados de los mismos.

## 2.6 Diseño técnico

El componente GCO es una REST API, sin ninguna Base de Datos como persistencia, que oficia de adaptador para operar con los diferentes agentes de cobranza on-line. En la actualidad, ya está implementada la interacción con Mercado Pago, pudiéndose incluir otros como PayPal, Pay-U, PayPeTIC, etc.

El componente SQ Pagos es un proyecto AngularJS, sólo frontEnd, Utiliza como backEnd proveedor de servicios a GCO.

Los componentes Núcleo y UV-CEP son aplicaciones web. Por lo que además de exponer una REST API conformada por un conjunto de recursos, se caracteriza por:

- User Interfaces (UI): operaciones accesibles a través de un menú, luego de la autenticación y autorización de usuario, que soportan funcionalidad tanto de mantenimiento como de consulta a las entidades de negocio
- conjunto de procesos, que pueden ejecutarse en forma planificada sin intervención humana o a través de UIs
- topics de restkHooks, que son los mensajes que se se envían a otros componentes, es decir, abstraen la invocación de verbos de recursos de la API REST de otros componentes

Los componentes Núcleo, UV-CEP y GCO han sido desarrollados en PHP, tanto backEnd, frontEnd como la REST API. Para los dos primeros proyectos se ha utilizado la plataforma estándar de desarrollo SIU-Toba, que tiene como librería una variación del framework Slim. Para el proyecto GCO, que es sólo una API REST sin persistencia, se ha utilizado el framework Silex. En todos los proyectos se ha utilizado PHPUnit como framework de tests unitarios. El proyecto SQ Pagos, como se mencionó antes, está desarrollado en AngularJS.

Con relación a la seguridad, el acceso a las REST APIs, como es una comunicación aplicación-aplicación, está bajo un esquema de seguridad de Basic Authentication. Sólo utilizamos JASON Web Tokens (JWT) para el acceso al Portal de SQ Pagos, cuando un alumno accede al mismo luego de haberse autenticado en SIU-Guaraní 3 Autogestión utilizando su usuario y clave.

El código de los cuatro componentes es administrado por GitLab. Ante actualizaciones, está automatizada la ejecución de los testSuites de PHPUnit para garantizar estabilidad de código.

Para simplificar la construcción de ambientes de desarrollo, pruebas y potencialmente productivos se ha “dockerizado” completamente el módulo SIU SQ, lo que facilita mucho la disponibilidad de una solución con una arquitectura distribuida que requiere visibilidad entre sus componentes.

Es muy importante destacar que todas las herramientas y tecnologías utilizadas para el desarrollo del módulo son software libre.

### **2.7 Equipo y modalidad de trabajo**

Desde el inicio del proyecto, en Julio de 2015, a la actualidad, la conformación del equipo de desarrollo varió de acuerdo las etapas en curso y a la disponibilidad de recursos. Una de las premisas del proyecto es liberar versiones en lapsos de tiempo breves, con una visión iterativa e incremental hasta alcanzar la solución completa.

Durante la etapa inicial de modelización y diseño participaron dos analistas/diseñadores, miembros del staff del SIU, y personal de la Dirección de Sistemas de UNQ. Luego se firmó un convenio con dicha universidad para aportar dos programadores junior al proyecto, que sumados al coordinador de desarrollo conformaron el equipo de trabajo que comenzó a desarrollar la herramienta.

El convenio con la Universidad Nacional de Quilmes significó una fuerte demostración de confianza por parte de la institución, y del sistema universitario en general, e implicó un enorme compromiso por parte del SIU para cumplir con la expectativas.

Una vez que los programadores se incorporaron al equipo de trabajo, y gracias a la capacidad y al compromiso de cada uno de los integrantes, se conformó un grupo sólido que, aunque reducido, fue muy creativo y productivo. Durante ese lapso hubo contacto permanente con la Dirección de Sistemas de la UNQ para validar decisiones y compartir avances.

### **2.8 Unidad de venta Cursos Extensión y Posgrados (UV-CEP)**

La primera unidad de venta que se desarrolló, por solicitud expresa de las universidades, fue la de Cursos de Extensión y Posgrados, que vincula el módulo de facturación cobranzas con el de gestión académica SIU-Guaraní, y representó un verdadero desafío para validar que la arquitectura elegida podía ser implementada.

Para entender la forma de comunicación entre módulos es importante aclarar algunos conceptos:

- SIU-SQ recibe los identificadores de SIU-Guaraní
- Equivalencias de conceptos

SIU-Guaraní	SIU-SQ
curso de extensión o posgrado	servicio
comisión	versión de servicio
inscripción a un curso/posgrado	suscripción a un servicio

La comunicación se da en dos etapas:

- Configuración: al inicio del periodo lectivo se define la oferta académica facturable en SIU-Guaraní y se valoriza en SIU-SQ
- Transacción: cuando un alumno se inscribe a un curso o posgrado

Como ya se mencionó, la caracterización de una unidad de venta determinada por su REST API, los topics de restHooks, sus procesos y UIs.

### 3.1 Unidad de venta Cursos Extensión y Posgrados - REST API

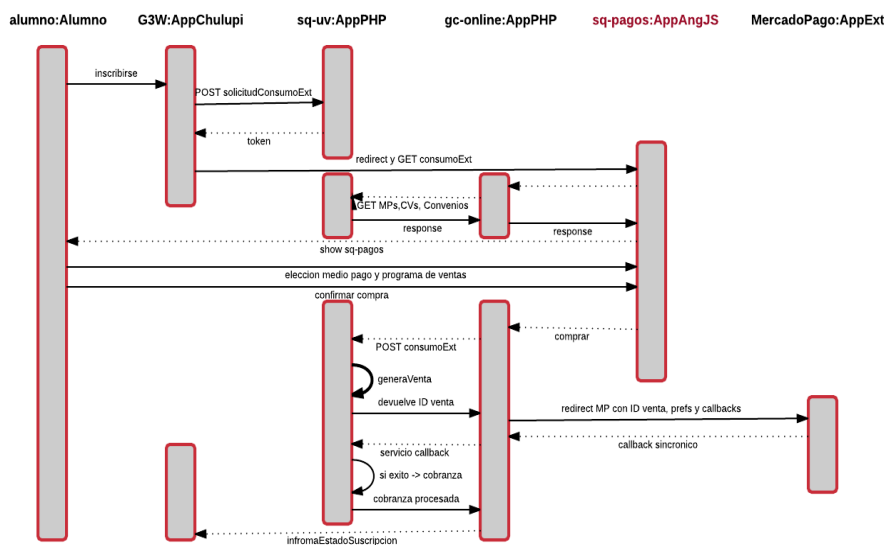
A continuación presentamos ejemplos de los recursos más representativos de la REST API de este componente en las 2 etapas antes enunciadas de la comunicación con SIU-Guaraní.

#### Etapa configuración

Recursos	Funcion	Verbos
servicios	permite informar a SQ la oferta “facturable” de Posgrados y Cursos de Extensión. Evento G3 disparador: creación de Curso de Extensión o Posgrado. Ver si es cuando se crea la comisión. Los tipos posibles son: "GRADO" / "POSGRADO" / "CUREXTEN"	POST
		PUT
		DELETE
servicios-versiones	permite informar a SQ las comisiones “facturables” de Posgrados y Cursos de Extensión. Eventos G3 disparador: cuando se crea la comisión/cuando una comisión confirma que se dicta/- cuando una comisión no se dicta	POST
		PUT
		GET
servicios-instancias-valorizaciones	permite recuperar la valorización “base” de un servicio-instancia	GET

**Etapa transacción**

Recursos	Funcion	Verbos
consumos-externos	recibe un token y retorna la app AngularJS con el consumo configurado	GET
consumos-externos /estado	recibe como parametros: sistema_externo, tipo_consumo y id_tramite_ref. Retorna si dicho consumo está pagado o no Va a estar abierto por: suscripción/prestación/artículo	GET
suscripciones-novedades	permite informar a SQ si un Alumno “abandona” la cursada de un Curso de Extensión. También permite en Posgrados, suspensiones y reactivaciones. Los valores posibles para tipo_novedad son: B-Baja/-Inactiva/A-Activa	POST
		PUT
solicitudes-consumos-externos	genera una solicitud de consumo externo. Es el endpoint invocado desde SIU-Guaraní 3. Recibe un modelo JSON con el curso al que se inscribe el alumno	POST
	permite recuperar las solicitudes Consumos Externos con su estado de procesamiento	GET



**Fig. 5.** Secuencia del proceso de inscripción online a curso de extensión

El proceso se inicia cuando el alumno, a través del portal de autogestión de SIU-Guaraní, se inscribe en un curso “facturable”, en ese momento es re-direccionado a SQ Pagos donde selecciona la modalidad de pago. En esta instancia se verifica si el alumno posee becas de algún tipo, en caso de tenerla, se le aplica el beneficio.

En caso de optar por Mercado Pago, es enviado a dicho portal, donde realiza el pago y finalmente regresa a SIU-Guaraní donde, si el pago ya fue acreditado a la universidad, la inscripción al curso pasará de estado pendiente a aceptada.

### 3.2 Topics de restHooks

Los principales topics de restHooks utilizados para comunicar SIU-Guaraní 3 y SQ-Núcleo son:

- `notificar_cobranza_g3`: que invoca a SIU-Guaraní G3 REST API el verbo POST del recurso `notificaciones-pagos` enviando la transacción (que corresponde al número de inscripción recibido en la solicitud de consumo externo) y un estado de aprobada para indicar que fue cobrada
- `notificar_baja_suscripcion_g3`: que invoca a SIU-Guaraní G3 REST API el verbo POST del recurso `notificaciones-pagos` enviando la transacción (que corresponde al número de inscripción recibido en la solicitud de consumo externo) y un estado de vencido para indicar esta vencido el plazo de pago
- `morosos`: que invoca a SIU-Guaraní G3 REST API el verbo POST del recurso `morosos` informando para un día determinado todas las inscripciones que están morosas
- `notificar_ventas`: que invoca a SIU-SQ Núcleo REST API el verbo POST del recurso `ventas`

### 3.3 Procesos

A continuación se describen los procesos más importantes implementados.

Proceso	Descripción	Se comunica con	Frec.
Anular inscripciones G3	Informa a G3 las bajas de las inscripciones que no han sido pagadas en término. Anula en Mercado Pago la preferencia o el cupón de pago invocando a servicios de GCO	G3 REST API: <code>notificar-pagos</code> GCO: <code>mercado_pago/expirar_preferencia/</code> GCO: <code>mercado_pago/expirar_payment/</code>	60 min
Notificar morosos a G3	Informa a G3 inscripciones en mora	G3 REST API: <code>morosos</code>	1 vez/día
Vencer ventas	Al alcanzar el vencimiento de una venta, se vence y pasa la suscripción que la originó a ser morosa	Impacta modelo ventas de SQ	1 vez/día
Anular inscripciones por baja de comisión	Al alcanzar cupo mínimo de una comisión se puede dar de baja, por lo que se le deben anular las inscripciones y reintegrar lo cobrados a los alumnos	G3 REST API: <code>notificar-pagos</code> GCO: <code>mercado_pago/devolver_payment/</code> GCO: <code>mercado_pago/expirar</code>	1 vez/día

		_payment/	
Conciliar cobranzas	Recupera la información de cada transacción de MP para conocer su estado	GCO: mercado_pago/payment	1 vez/día o a demanda
Conciliar inscripciones	Recupera la información de cada inscripción de SIU-Guaraní 3	G3 REST API: inscripciones	1 vez/día o a demanda

Otro proceso muy importante es el "facturador", que se ejecuta de manera manual por un usuario responsable del área de facturación, y convierte los compromisos de pagos de quienes optaron por pagar en cuotas en instrucciones de cobranza. Concluido el proceso envía, de manera automática, un aviso al alumno informándole que el curso está disponible para el pago y cuál es la fecha de vencimiento.

### 3.4 UIs

El componente UV-CEP es una aplicación web estándar desarrollada en el framework SIU-Toba.

Para que los alumnos puedan inscribirse a cursos de extensión arancelados es necesario que previamente se defina una serie de atributos como si para confirmar la inscripción es obligatorio el pago de la matrícula por parte del alumno, cuáles son la fecha y hora límites para aceptar pagos y si implementa distintos vencimientos para las cuotas.

The screenshot shows the 'Administrar servicios Instancias' page in the SIU SANAVIRÓN QUILMES system. The main content area is titled 'Servicio: Cursos de Capacitación - SEU/ALEMÁN PRINCIPIANTE 2'. It displays the following configuration details:

- Código (\*):** cursos\_SEU/CFP\_010102
- Estado:** Activo
- Tipo:** Cursos Extension
- Estado instancia:** Activo
- Código (\*):** cursos\_SEU/CFP\_010102\_2C2017
- Descripción (\*):** Cursos de Capacitación - SEU/ALEMÁN PRINCIPIANTE 2
- Inicio Facturación (\*):** OCT.2017 - Octubre 2017
- Periodo Fact. Excep.:** Seleccionar
- Vigencia Desde:** 23/08/2017 00:00
- Vigencia Hasta:** 11/09/2017 00:00
- Tipo de Vencimiento:** DIA102VENC - Día 10 y 2do. Vencimiento
- Acepta inscripciones:**
- Confirma inscripciones con venta online:**

At the bottom, there is a 'VALORIZACIONES: IMPORTE REFERENCIA' section with a table:

Moneda(*)	Importe(*)
ARS - Peso Argentino (LOCAL)	\$ 1.800,00

Navigation buttons at the bottom include: Volver, Desactivar, Clonar, Eliminar, Finalizar.

Fig. 6. Definición de parámetros



Fig 7. Análisis de la posición financiera de un alumno. Verificación de deudas o créditos

#### 4. Próximas unidades de venta a desarrollar

Los constantes relevamientos realizados entre las universidades nacionales nos permitieron conocer que los requerimientos con mayor prioridad para la administración de recursos propios son:

- Posgrados
- Vinculación Tecnológica

Ya se mencionó que una de las premisas de este proyecto, y de la filosofía SIU, es no poner en marcha un nuevo proyecto sin antes verificar la existencia de soluciones que resuelvan dicha problemática en el ámbito universitario que puedan ser compartidas por toda la comunidad educativa sin restricciones de uso y de código abierto. Las pocas soluciones encontradas no eran compatibles con el diseño elegido, por lo que se decidió continuar con la estrategia de complementar la gestión académica administrada por SIU-Guaraní con la gestión de los recursos manejada por SIU-SQ.

Para el caso de carreras de posgrados, se está trabajando en conjunto con el módulo SIU-Guaraní para ampliar la funcionalidad del componente UV-CEP e incorporar carreras de posgrados. Las principales diferencias con los cursos de extensión son:

- Proceso de inscripción: es necesaria siempre una etapa de validación de requisitos de admisión previo al pago de la matrícula. En la actualidad las inscripciones a carreras de posgrados en SIU-Guaraní la realiza personal de la institución, a través del módulo de Gestión, y no los alumnos desde el módulo de autogestión. Modificar el módulo de gestión es sumamente complejo.
- Portal SQ Pagos: en carreras de posgrados la inscripción y la admisión del alumno pueden tener una diferencia de semanas, por lo que es necesario

modificar SIU-SQ para que notifique al alumno cuando es admitido y puede ingresar al Portal SQ Pagos a realizar el pago.

- modalidades de pago: de acuerdo a lo relevado existen posgrados que se cobran por evento académico (módulo cursado, por inscripción a examen, etc) cuya valorización requiere de una comunicación mucho más intensa entre SIU-Guaraní y SQ-SQ durante la etapa de configuración de la oferta académica facturable

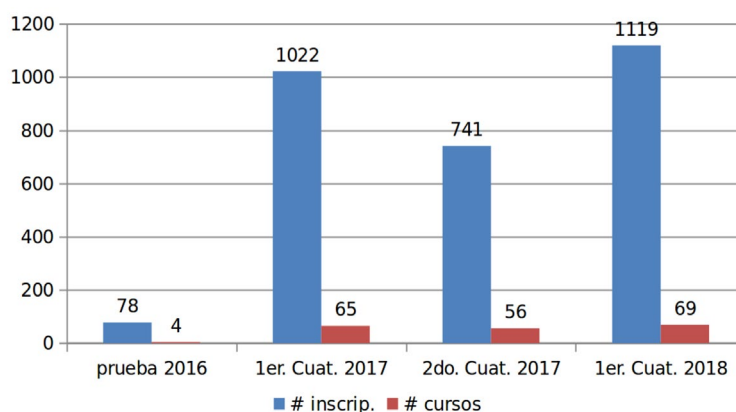
En el caso de Vinculación Tecnológica la problemática es muy diferente a los ingresos originados del mundo académico, ya que principalmente son pocos “contratos” de servicios especializados por importes significativos que se ofrecen a empresas, municipios y ministerios. En la mayoría de los casos relevados quien contrata el servicio requiere de la factura por parte de la universidad para iniciar el pago siendo la transferencia bancaria el medio de pago más utilizado.

## **5. Experiencias en Producción**

La primera implementación se realizó en UNQ en el mes de Julio de 2016 e incluyó la primera versión del Núcleo (NUC) y de la Unidad de Venta de Cursos de Posgrados y Extensión Universitaria (UV-CEP). En esa primera experiencia se llevó adelante la inscripción a distancia y el pago on-line de 4 cursos de extensión universitaria dictados en modalidad virtual. Se realizaron setenta y ocho inscripciones, iniciadas por los alumnos desde SIU-Guaraní 3W y pagadas a través de Mercado Pago. Este hito permitió validar operativamente el funcionamiento de los componentes del módulo SIU-SQ y cómo los mismos se comunicaban con SIU-Guaraní y con Mercado Pago. Las ventas cobradas también fueron reportadas al Núcleo de SQ y se envió la recaudación a SIU-Pilagá. Es decir que se validó el ciclo de vida completo de un recurso propio, desde su generación hasta su impacto presupuestario en forma automatizada y con trazabilidad en cada uno de sus pasos.

En marzo de 2017 la UNQ decidió utilizar la versión 0.12 del módulo SIU-SQ para la inscripción y cobranza de todos los cursos de extensión universitaria dictados durante el primer cuatrimestre de dicho año. Esto incluyó todos los cursos de Idiomas, que son muy masivos. Con esta decisión se realizó una importante transformación en la operatoria de la institución, ya que desaparecieron largas colas de personas que pretendían inscribirse presencialmente y se eliminaron las cajas que tomaban los pagos, con el elevado riesgo de dicho manejo de dinero en efectivo. Se realizaron más de mil inscripciones habilitándose becas al 50% y 100% a determinados alumnos.





**Fig. 8.** Evolución de las cantidades de cursos de extensión dictados e inscripciones administrados por el módulo SIU-SQ desde su puesta en producción.

## 6. Conclusiones

SIU-Sanavirón Quilmes es último desarrollo que se incorporó al ecosistema SIU, con el objetivo de automatizar la administración de todo el ciclo de vida de las diversas formas en las que las universidades nacionales generan recursos propios. Para cumplir dicho objetivo, ofrece una arquitectura modular y flexible que permite desarrollar las distintas unidades de venta necesarias o integrar aplicaciones existentes que gestionan ventas de un negocio específico ya desarrolladas por terceros.

La primera versión del módulo, implementada en la Universidad Nacional de Quilmes, cuyo alcance es gestionar la administración de ingresos generados por el dictado de cursos de extensión, permitió cumplir dos objetivos simultáneamente:

1. satisfacer el requerimiento de la institución ofreciendo una herramienta que resuelva la problemática de la Secretaría de Extensión Universitaria: como evitar los pagos en efectivo de los alumnos en las inscripciones presenciales, brindar un mejor servicio a los alumnos permitiendo inscripciones y pagos on-line y proveer al Rectorado de trazabilidad y transparencia en el gestión de los ingresos generados por esa vía
2. validar que la arquitectura elegida era compatible con el modelo de cooperación e interoperabilidad con otros módulos SIU, principalmente SIU-Guaraní y SIU-Pilagá, y con agentes de cobranza externos como Mercado Pago

Este fue sólo el primer hito de un proyecto que sabemos será de utilidad para todas la comunidad educativa nacional y que se irá enriqueciendo con el aporte de todas las universidades, potenciando el trabajo colaborativo.

SIU-SQ, como todas las soluciones SIU, permite a todas las instituciones universitarias de gestión pública de Argentina por igual, contar con herramientas de última generación, brindándole la capacidad de gestionar sus recursos de manera eficiente, segura y transparente, generando información de calidad que las autoridades tienen disponible para sus procesos de toma de decisiones.

## 7. Agradecimientos

A las Direcciones del SIU y del Consejo Interuniversitario Nacional por haber construido a lo largo de más de veinte años un espacio de trabajo colaborativo en la comunidad universitaria que permite desarrollar proyectos con un alto grado de innovación respetando las necesidades concretas de las Universidades Nacionales.

A la Universidad Nacional de Quilmes que apostó por el proyecto y se comprometió fuertemente para asegurar su éxito, no sólo aportando desarrolladores y haciendo partícipe a su grupo de análisis e implementación, sino que ha compartido con el resto de la comunidad de usuarios y técnicos sus experiencias, que resultan vitales para trazar el rumbo del proyecto.

A todos los integrantes del equipo de desarrollo y testing que participaron, a los que continúan participando y todas las personas que de una u otra manera colaboran para que SIU-Sanavirón Quilmes día a día se encuentre más cerca del objetivo final y a todas las Áreas del SIU que hacen posible la tarea cotidiana y que facilitan la gran interacción que tenemos entre las personas que conformamos la comunidad SIU.

## 8. Referencias

- Paper SIU-Guaraní 3 Segunda Conferencia de Directores de Tecnologías de Información y Comunicación de Instituciones de Educación Superior. Gestión de las TICs en Ambientes Universitarios, TICAL 2012
- Ingeniería de Software Basado en Componentes (ISBC) David Polberger. "Component technology in an embedded system"  
<http://www.polberger.se/components/>
- Microservicios: Chris Richardson. "Microservice architecture pattern"  
<http://microservices.io/patterns/microservices.html>
- REST Hooks <http://resthooks.org/>
- Documentación SIU-Guaraní Módulo de Gestión Académica  
<https://www.siu.edu.ar/siu-guarani/>
- Documentación SIU-Pilagá Módulo Económico, Presupuestario, Financiero y Contable <https://www.siu.edu.ar/siu-pilaga/>
- Greylog - Enterprise log management <https://www.graylog.org/>
- Logstash <http://logstash.mesosframeworks.com/>
- Docker. Que es docker? <https://www.docker.com>
- JASON Web Tokens RFC 7519 <https://tools.ietf.org/html/rfc7519>
- Documentación SIU-Sanaviron Quilmes Módulo de facturación y cobranzas  
<https://www.siu.edu.ar/siu-sq/>

## **Impacto del programa de Educación Virtual en Telesalud Universidad de Caldas.**

Arvey Esteban Granada Aguirre<sup>1</sup>, Cristian Camilo Carmona Gallego<sup>a</sup>, Herman Alonso Parra Alzate<sup>b</sup>

Grupo de Telesalud, Facultad de Ciencias Para la Salud - Universidad de Caldas, Cra. 25 No 48 – 57 Manizales, Colombia.

esteban.granada@ucaldas.edu.co, cristian.carmona\_g@ucaldas.edu.co,  
eduvirtual.telesalud@ucaldas.edu.co

**Resumen.** El grupo de Telesalud de la Universidad de Caldas desde hace ocho años ha desarrollado un modelo de capacitación virtual tecno - andragógico exitoso, en el cual se ha capacitado a más de 11.000 profesionales de la salud, con porcentajes muy bajos de deserción y de fácil implementación. Convirtiéndose en un modelo y un sistema integral de educación virtual con un diseño instruccional, procedimental, motivacional, práctico y replicable; logrando porcentajes de deserción inferiores al 10% del total de participantes en cada capacitación, gracias a la creación de comunidades de aprendizaje integradas a través de la utilización de las redes sociales y diferentes aplicativos web y móviles utilizados para la implementación de nuestro modelo de capacitación emotiva como estrategia de apoyo para disminuir la deserción.

**Palabras Clave:** Educación virtual – modelo de educación – baja deserción – capacitación emotiva – replicable – virtualidad - tecno-andragógico - comunidades de aprendizaje – redes sociales – experiencia exitosa – vivencias.

**Eje temático:** el eje temático es “Mejora de Procesos”.

### **Abstract.**

The Telehealth Group of the University of Caldas has developed, for over eight years, a model of successful techno-andragogical virtual training, in which more than 11,000 health professionals have been trained, with very low percentages of attrition and being easily implemented. This has become in a model and an integral system of virtual education with an instructional, procedural, motivational, practical and replicable design; achieving dropout percentages of less than 10% of the total number of participants in each training. This is due to the creation of integrated learning communities through the use of social networks, different web and mobile applications through a virtual learning center, used for the implementation of our emotive training model as a support strategy to reduce the dropout rate.

The use of Information and Communication Technologies (ICT) in education has become a fundamental and effective tool for the instruction and mediation of teaching - learning processes, both in formal education and continuing education. “These tools stimulate experimentation, reflection and the generation of individual and collective knowledge”<sup>1</sup>, which are key elements to reach the needs and schemes of adult learning. The invitation is to take a tour of the characteristics and statistics of a unique model tested with tangible results that integrates efficiently the technique and the use of human talent in all its stages, both in the use of technologies for the education of health professionals as well as the use of their knowledge to impact patients of different specialties in Colombia.

**Keywords:** Virtual education - education model - low attrition - emotional training - replicable - virtuality - techno-andragogic - learning communities - social networks - successful experience - experiences.

**Thematic axis:** the thematic axis is "Process Improvement"

## Introducción

Telesalud Universidad de Caldas y su área de educación virtual ha desarrollado un modelo integral de educación en el cual se agrupan diferentes características implementadas con el fin de minimizar en gran medida la brecha enorme entre lo presencial y lo virtual a través de elementos diferenciadores, personalizados y con una serie de herramientas complementarias que hacen del modelo exitoso en términos de cantidad de estudiantes certificados, área de impacto de interés nacional, porcentaje mínimo de deserción e impacto directo a los participantes y a los beneficiados, es por este motivo, que se evidencia que este modelo es propicio para demostrar que las distancias digitales son cada vez más cortas teniendo en cuenta aspectos tan importantes como el servicio al usuario, soporte telefónico, soporte en vivo, soporte en plataforma y soporte chat, videoconferencias significativas y activas, teniendo en cuenta la atención activa de los tutores expertos que brindan sus respuestas de manera rápida y efectiva asegurando un rápido aprendizaje a los participantes por medio del sistema de educación virtual integral.

La experiencia y los resultados en educación virtual ha permitido obtener diferentes reconocimientos nacionales e internacionales como el premio FRIDA y premio eSAC. Dentro de los principales resultados en educación virtual se tiene la capacitación en más de 11.000 profesionales de la salud en Colombia y la creación de más de 20 ofertas virtuales, todas ellas integradas a una base sólida de conocimientos en el marco de la actualización en temas médicos, realizados principalmente como cursos virtuales, seminarios, simposios y diplomados asegurando la oferta adecuada a las necesidades de capacitación de los profesionales de salud y el impacto real que se tendrá en Colombia y Latinoamérica.

El programa de educación virtual está orientada a la población adulta profesional en salud, principalmente para los programas de Medicina y Enfermería. La educación posterior a la formación universitaria se denomina educación continuada y tiene como propósito actualizar, incrementar y mejorar los conocimientos, habilidades o destrezas adquiridas previamente; ésta debe ser activa, permanente y debe enfocarse en los intereses y motivaciones que poseen los adultos; es importante aclarar que el concepto de aprendizaje en el adulto se denomina andragogía. La andragogía corresponde a un concepto del siglo XIX que tomó fuerza en la década de los setenta, cuando la UNESCO *precisa la teoría de educación a lo largo de la vida*<sup>1</sup> en la cual se reconocen particularidades tan importantes como aspectos psicológicos y socio-culturales que caracteriza el aprendizaje en adultos.

Por otra parte, el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la educación, se ha convertido en una herramienta fundamental y eficaz para la instrucción y la mediación de los procesos de enseñanza – aprendizaje, tanto de la educación formal como de la educación continuada. *“Estas herramientas estimulan la experimentación, reflexión y la generación de conocimientos individuales y*

*colectivos*”<sup>2</sup>, elementos claves para alcanzar las necesidades y esquemas del aprendizaje en el adulto. La invitación es para realizar un recorrido a las características y estadísticas de un modelo único probado con resultados tangibles que integra de manera eficiente la técnica y el aprovechamiento del talento humano en todas sus etapas, tanto en el aprovechamiento de las tecnologías para la educación de los profesionales de salud como el aprovechamiento de sus conocimientos que impacta a los pacientes de diferentes especialidades en Colombia.

## 1 Problemática y contexto en que se propuso el proyecto

Existen diferentes alternativas de educación para los profesionales de la salud que buscan como actualizarse, es por esto, que la tendencia ha ido pasando de estar días enteros en seminarios y congresos médicos de actualización a obtener de primera mano y desde la comodidad de su consultorio, hospital, clínica o el hogar, una alternativa que facilita la comunicación y la actualización constante del conocimiento, no contando con los millones de profesionales de la salud que deben estar por temporadas largas en sitios remotos, donde posiblemente a lo único que puedan acceder es a su dispositivo móvil. Telesalud y su programa de educación virtual enfrentó hace 8 años diferentes acciones que permiten un acercamiento a todos aquellos profesionales de sitios apartados y que tengan la oportunidad de obtener los conocimientos necesarios para que puedan ejercer de modo actualizado y así llevar a estas poblaciones a otro nivel, teniendo en cuenta que con esto se beneficia eficientemente tanto el profesional como a los pacientes que este puede observar en su día a día.

El modelo de educación virtual está basado en la apropiación de las tecnologías de la información y la comunicación al servicio de los profesionales de salud los cuales necesitan información y conocimiento actualizado. Grandes ventajas son las que se pueden evidenciar a la hora de apropiar las tecnologías virtuales para comunicar y enmarcar en un modelo de educación de actualización en temas médicos que se traducen en mayor capacidad, integralidad, distancia, desplazamientos y se obtiene por ende eficiencia financiera en el operador y el participante, es por ello, que se pone en contexto las diferentes vertientes que tiene el modelo y sus diferenciales positivas del modelo presencial sin desvirtuar de ninguna manera este modelo tradicional y efectivo, éste es un “modelo que no deja de lado la enseñanza y la pedagogía tradicional, que sirve como base de conocimiento”<sup>3</sup>.

Se le facilita la adquisición de competencias que permitan hacer frente y resolver situaciones concretas del campo laboral.

Genera confrontación permanente entre teoría y práctica.

Su actividad educativa se fundamenta en la voluntad y no en la imposición.

Permite estudiar y realizar las actividades según la disponibilidad de cada participante.

Ofrece bajos costos de capacitación comparados con la modalidad presencial; evitando costos de alojamiento, traslado y suplencia del servicio para recibir

---

<sup>1</sup> Universidad del Valle de México. (2009). Modelo Andragógico Fundamentos. Serie: diálogos y perspectivas del desarrollo curricular.

<sup>2</sup> Cols, C. and Monereo y Font, C. (2008). Psicología de la educación virtual. Madrid: Morata.

<sup>3</sup> Unigarro Gutierrez, M. (2004). Educación virtual. 2nd ed. Bucaramanga: Editorial UNAB, p.6.

capacitación. Por otra parte, durante la capacitación en la modalidad virtual hemos evidenciado algunos inconvenientes menores que se presentan por:

- Dificultades de acceso o conectividad por parte de los participantes.
- Inmigrantes digitales con actitud de aprender pero con desconocimiento en el manejo de las herramientas digitales.

## 2. Descripción de la solución tecnológica implementada

Es indiscutible que nuestro modelo de educación virtual se encuentra inmerso dentro de las TIC, puesto que la materia prima y las condiciones técnicas están a la orden del día en el proyecto de virtualidad, pero es imprescindible hablar sobre el modelo integral que va desde el humanismo hasta las especificaciones técnicas que utilizamos y que son de ayuda incondicional para desarrollar y apropiar a los profesionales de la salud en actualización de temas médicos en un sinnúmero de especialidades que les brinda los conocimientos necesarios para aplicar a sus pacientes en las grandes ciudades del país o en zonas apartadas, rurales y en ocasiones violentas en las que no llega capacitación presencial, ¿Qué sería de ellos sin un sistema que piense en sus facultades para controlar enfermedades, curar o salvar vidas a través de sus conocimientos?, ¿qué sería de los pacientes sin un profesional actualizado en los últimos desarrollos de la medicina?

Estos métodos e investigaciones nacen desde la Facultad de Ciencias para la Salud de la Universidad de Caldas de donde salen los facultativos, investigadores estudiosos que entregan su pasión y todo su saber en un sistema diseñado para llegar de manera intuitiva e integral a todos aquellos que quieren que su mente se expanda a nuevos horizontes y que deseen transmitir como una diáspora a tantas personas que lo necesitan.

De esta premisa viene el esfuerzo de Telesalud y su sistema integral de educación virtual, de este virtuoso sentir nos integra y nos fusiona con las necesidades de cada profesional de la salud y a llevar el mensaje a través de las manos de una enfermera, el análisis de un especialista o el concepto médico, todo ello traducido en esperanza a alguien o al país que con cada clic hacemos crecer.

Para ello hemos desarrollado una base estructural que define nuestro modelo en materia humanista y a su vez tecnológica.

### Humanismo

En el desarrollo del sistema integral que se realiza en Telesalud Universidad de Caldas cuenta con unas bases que son el estandarte que los hace ser únicos en la implementación, una de ellas es el concepto de humanismo y es realizado bajo estrictos cuidados de segmentos divididos en equipo interdisciplinario y servicio al usuario, técnico y académico, todo ello encaminado a realizar la comunicación con el usuario del sistema una experiencia única bajo la premisa del *“respeto por los demás delante del amor propio”* -Claude Lévi Strauss-, además de usar como estandarte la teoría de administración emotiva método utilizado por Telesalud para cimentar las bases de nuestro proceso interno transmitido al externo a través de la labor diaria de capacitar a los profesionales de salud en Colombia.

## Motivación

Existen diferentes medios para realizar una buena gestión en la virtualidad y las actividades más críticas que se tienen ante un computador, como es la falta de motivación y es la piedra que definitivamente entorpece toda labor educativa y virtualmente funcional y de acuerdo con Santrock (2002), la motivación es “el conjunto de razones por las que las personas se comportan de las formas en que lo hacen. El comportamiento motivado es vigoroso, dirigido y sostenido” (p. 432).

Sólo debe ser así y es nuestra principal actividad en el modelo educativo que se ha realizado en estos ocho años y desde el primer día se han perfeccionado las técnicas de motivación presentes en el diseño, en las piezas gráficas promocionales y de apoyo, en las comunicaciones vía e-mail, en los chats de apoyo, en las conversaciones telefónicas sostenidas con los participantes, en las respuestas a las preguntas académicas de parte de los tutores expertos y en las videoconferencias que los estudiantes presencian cada semana en vivo.

## Talento Humano

Telesalud Universidad de Caldas y el sistema integral de educación virtual tiene un equipo interdisciplinar que hace posible todo el proceso y es el engranaje que se requiere para atender las ofertas académicas dividiéndose en equipos dependiendo de la fase operativa en que este la oferta así.

- Líder y Coordinador.
- Líder de educación virtual.
- Mercadeo y acompañamiento.
- Área de ingeniería.
- Área de diseño y medios audiovisuales.
- Área de coordinación académica.

Este engranaje de las áreas se encuentran articuladas en las fases pre operativas y operativas de la oferta académica virtual de las diferentes capacitaciones.

## Adherencia al sistema educativo implementado

Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación están cambiando la sociedad e influyen fuertemente en la educación, creando escenarios nuevos y valiosos tanto para la enseñanza como el aprendizaje. Son plataformas informáticas pensadas para facilitar la comunicación pedagógica entre los participantes en un marco de proceso educativo<sup>4</sup> pero por más perfectas que parezcan necesitan de un sistema integral poderoso que permita la cohesión con el equipo y el participante para así asegurar la adhesión al sistema necesario que nos asegure la culminación de la oferta académica del 90% o más de los participantes inscritos, todo ello viene directamente ligado a estrategias de comunicación que tengan complementos humanistas, mensajes motivacionales y la “llamada pedagogía virtual que posee un conjunto de elementos de carácter multidisciplinario relacionados con la pedagogía, la

---

<sup>4</sup> Tornese, Elba B, Dogliotti, Claudia G, Mazzoglio y Nabar, Martín J, Algieri, Rubén D, Gazzotti, Andrea, Jiménez Villarruel, Humberto N, Rey, Lorena M, & Gómez, Ananquel. (2011). Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje Aplicado como Recurso Instruccional Complementario en la Enseñanza de Neuroanatomía: Aspectos Poblacionales, Didácticos y Psicopedagógicos. *International Journal of Morphology*, 29(4), 1130-1135. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022011000400010>

sociología, la didáctica y la comunicación. Estos tienen que ver tanto con el desarrollo tecnológico como con el uso de una metodología pedagógica para la educación superior a distancia”<sup>5</sup>. Esto nos indica que a través del sistema tecnológico apropiado más la infaltable pedagogía se crea la sinergia necesaria que influye directa y proporcionalmente en la adherencia de nuestros participantes.

## Deserción

“La deserción en la educación virtual es una de las grandes problemáticas que enfrenta esta modalidad de aprendizaje. Varios estudios han relevado que casi el 50% de las personas que inician un curso programa virtual, no lo terminan en su totalidad por varias causas<sup>6</sup>.

Es de resaltar que esta situación también se presenta en la modalidad de educación presencial. Se estima que cada año en Colombia más de 300 mil estudiantes abandonan sus estudios por diferentes causas o razones que obligan a dejar de lado las responsabilidades escolares”<sup>7</sup>. Es por esto, que nuestro modelo de educación virtual presenta diferencias enormes comparadas con el alto porcentaje de deserción que tienen instituciones con modelos similares. La integralidad se basa en la personalización de la plataforma, diseños acordes al grupo objetivo y desarrollo temático, identificación de canales de comunicación en las cuales se lleva estándares que permiten evidenciar problemáticas de los participantes y llevarlo hasta cumplir el objetivo principal de integrarse a las diferentes actividades terminando sus estudios en la central de aprendizaje, que permite la autonomía del participante pero que a su vez tiene el acompañamiento y el asesoramiento necesario que lo lleve a cumplir su meta establecida anteriormente.

Estas prácticas que se tienen con cada participante ha llevado a Telesalud a tener las más bajas estadísticas de deserción teniendo en cuenta las cifras citadas anteriormente, obteniendo así ofertas virtuales inferiores al 10% de deserción, cifra que llena de orgullo el proyecto a Telesalud y la Universidad de Caldas. Además de los aspectos que sugieren los tutores expertos y es la facilidad metodológica y el acompañamiento que ya no es como un modelo de autoridad, se basa principalmente en la ayuda mutua y el acompañamiento vivencial, permitiendo así mayor cohesión y aprendizaje funcional que mezclado con el modelo incrementa la confianza y permite el alto grado de compromiso de los participantes, es por esto, que es necesario citar como se sienten estos dos especialistas en el tema de educación virtual Palloff y Pratt (2001)<sup>8</sup>, es muy importante y demuestra hasta donde puede llegar todo este mundo de la virtualidad, ellos comentan que su experiencia de trabajo con la enseñanza en línea ha cambiado significativamente la manera como se acercan a los alumnos en una clase presencial; ya no centran su trabajo docente en exposiciones orales de los

---

<sup>5</sup> Gómez Gallardo, I. and Macedo Buleje, J. (2011). Importancia de los programas virtuales en la educación superior peruana. [online] p.116. available at: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/inv\\_educativa/2011\\_n27/a07v15n27.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/inv_educativa/2011_n27/a07v15n27.pdf) [accessed 5 May 2018].

<sup>6</sup> Tormese, Elba B, Dogliotti, Claudia G, Mazzoglio y Nabar, Martín J, Algieri, Rubén D, Gazzotti, Andrea, Jiménez Villarruel, Humberto N, Rey, Lorena M, & Gómez, Ananquel. (2011). Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje Aplicado como Recurso Instruccional Complementario en la Enseñanza de Neuroanatomía: Aspectos Poblacionales, Didácticos y Psicopedagógicos. *International Journal of Morphology*, 29(4), 1130-1135. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022011000400010>

<sup>7</sup> PoliVirtual. (2018). Causas de la deserción en la educación virtual | PoliVirtual. [online] Available at: <http://polivirtual.co/causas-de-la-desercion-en-la-educacion-virtual/> [Accessed 5 May 2018].

<sup>8</sup> Gómez Gallardo, I. and Macedo Buleje, J. (2011). Importancia de los programas virtuales en la educación superior peruana. [online] p.118. available at: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/inv\\_educativa/2011\\_n27/a07v15n27.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/inv_educativa/2011_n27/a07v15n27.pdf) [accessed 5 May 2018].



contenidos de los libros; ahora asumen que los estudiantes pueden leer estos contenidos, y por lo tanto conciben la clase como un espacio para estimular el trabajo colaborativo y autónomo.

En Telesalud Universidad de Caldas cada día se lucha por realizar las acciones necesarias que permitan que este 10% de deserción baje, es el objetivo poder activar la innovación y el desarrollo que este al alcance para que cifras como esta sean cada vez menores, este 10% no obliga en este momento a quedarse inmóvil, hacer frente a esta estadística ayuda a que más personas puedan acceder a capacitaciones de actualización permanente, cada profesional que se acredite a través de la central de aprendizaje es un impacto positivo a cada paciente que ellos atienden a diario, ese es el verdadero objetivo, llevar el conocimiento actualizado a la aplicabilidad, allí en este concepto poderoso está el verdadero sentido de esta gran labor.

## **Estrategias para reducir los reprobados**

En un modelo de educación existe siempre un porcentaje de reprobados fenómeno que para Carmen Ricardo 2018 “depende principalmente del compromiso del estudiante, la experticia del docente y como se desenvuelve en las plataformas de educación, además de las exigencias que implica estudiar de manera virtual, principalmente el estudiante debe asumir su papel protagónico en el proceso formativo, organizar su tiempo para cumplir con los compromisos individuales y grupales del programa y contar con las competencias tecnológicas mínimas para desenvolverse en un ambiente de aprendizaje digital”<sup>9</sup>. Es por ello que para Telesalud y su modelo de educación virtual es un reto integrar aquellas personas que tienden a incrementar estas estadísticas y brindar modelos mucho más eficientes a través de herramientas tecnológicas como el m.Learning, sistemas de recordación y motivación, ambientes de aprendizaje más intuitivos, desarrollar piezas integrales de comunicación que sensibilicen al alumno y lo integren de manera natural a nuestra central de aprendizaje y sean ellos los que por su propia cuenta apropien los conocimientos que se imparten, además de romper barreras de tiempo, disciplina, barreras mentales y psicológicas hacia la tecnología y el ambiente en el que se desarrolla como persona y su rol protagónico como estudiante virtual.

## **Herramientas tecnológicas del modelo**

“El uso de TICs influye en el conocimiento, percepciones y representaciones del mundo que tienen los usuarios con sus contactos reales y con otros que encuentran, cada vez más, mediados por tecnologías. Un alumno que tenga más oportunidades de aprender que otro, no sólo adquirirá más información sino que logrará un mayor desarrollo cognitivo. Más aún cuando dicha información ingresa por distintas vías sensoriales sincrónicas como en el caso del aprendizaje mediado por tecnologías”<sup>10</sup>.

Por lo anterior, se debe conocer que la innovación y el desarrollo de la central de aprendizaje no se basa solamente en una plataforma de educación virtual simple y sin soporte, el desarrollo constante se basa en la estructura de un sistema totalmente

---

<sup>9</sup> Tiempo, C. (2018). Colombia avanza en educación virtual. [online] El Tiempo. Available at: <http://www.eltiempo.com/contenido-comercial/colombia-avanza-en-educacion-virtual-196596> [Accessed 24 Jul. 2018].

<sup>10</sup> Anon, (2018). [ebook] Available at: <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n79/n79a08.pdf> [Accessed 5 May 2018].

integral donde variadas herramientas se entrelazan para llevar a cabo el proceso educativo de los participantes.

La central de aprendizaje cuenta con diferentes herramientas tecnológicas que integradas permiten la interoperabilidad del sistema y permite el desarrollo de las ofertas de capacitación. Se basa en herramientas como:

**Mailing:** Las plataformas de educación virtual están integradas a un servicio de mensajería, el modelo de educación virtual de Telesalud asegura una comunicación personalizada, con mensajes personalizados y conectados a la plataforma de educación virtual o a la plataforma de videoconferencia.

**Plataforma virtual:** Se cuenta con una plataforma virtual 24/7 en Moodle de altos estándares de calidad, plugins y complementos tecnológicos de avanzada, además de un sistema único en los modelos de educación virtual tradicionales que nos diferencian y que ha dado increíbles resultados en la motivación y el desarrollo evolutivo de los estudiantes, centrándonos en la personalización de la plataforma por cada oferta educativa, cada participante que ingresa a la plataforma por segunda vez a una oferta diferente encuentra una interfaz gráfica diferente e igualmente intuitiva, así se asegura la adherencia.

**SMS:** Asegurar una buena recordación de los participantes es vital, es por ello que el modelo consta de SMS personalizados con su nombre y número de identificación recordando cuales son las actividades más relevantes a realizar dependiendo del momento en el que se encuentren.

**Videoconferencias:** Sabemos de la necesidad apremiante que tienen los participantes por obtener acompañamiento, cada semana se brindan sesiones en vivo, donde puede ver y escuchar de la mano de expertos los temas más relevantes y que requieren más atención, esta es uno de los momentos más importantes de todo el modelo de aprendizaje y es donde todos se unen con un fin determinado, bajo un modelo de videoconferencia que a parte de impartir las temáticas importantes del curso, posee un complemento muy importante de motivación por parte del moderador, quien es el responsable de subir el ánimo con técnicas especiales de locución, atrapa al oyente y literalmente los hace vibrar y vivir un momento único de unión a través del aprendizaje. El estudiante puede ingresar desde su dispositivo móvil o computador personal, teniendo en cuenta que nuestros participantes se encuentran en su lugar de trabajo, en su medio de transporte o en sitios alejados de territorio nacional.

**Sistemas de soporte:** La central de aprendizaje cuenta con un sistema de soporte que permite a todos los participantes comunicarse de manera sincrónica con el personal dispuesto para las situaciones técnicas además de tener las herramientas necesarias para comunicarse con el tutor a través de chats y foros dispuestos para ello. El sistema de apoyo cuenta con caja de herramientas de contenidos académicos, tutoriales técnicos de manejo de plataforma, foro técnico, foro de apoyo, atención al usuario y soporte WhatsApp, en el cual puede ingresar directamente desde la plataforma a su móvil, esto le permite preguntar en tiempo real sus dudas técnicas de la plataforma de aprendizaje o la plataforma de videoconferencia y la herramienta de soporte en vivo, se trata de una herramienta vital y de gran importancia, puesto que en tiempo real a través de la plataforma podrá conectarse directamente con un ingeniero dispuesto a ayudarle en todas sus dudas técnicas que requiera, todo ello con sistemas de trazabilidad y calificación de los usuarios que proporcionan datos importantes del comportamiento de los asesores y del sistema integral, como se puede observar en este detallado informe del sistema de soporte, se cuenta con un sinnúmero de herramientas que permite al usuario sentirse acompañado en el desarrollo de la oferta académica y así desarrollar mayor adherencia en ella.

**Estructura integral de capacitación:** Las diferentes estructuras para capacitar pero la base se desarrolla en fases de integración en la plataforma, para ello tenemos

videos de bienvenida, sistema de soporte, metodologías y estructura de curso por módulos y acceso a videoconferencia al ingresar a los módulos contamos con videos procedimentales, video clase, video introductorio, las temáticas a desarrollar y en cada tema se desarrolla a través de Objetos Virtuales de Aprendizaje el cual es un conjunto de recursos digitales, auto contenible y reutilizable, con un propósito educativo y constituido por tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización<sup>11</sup>. Tales contenidos son divididos en PDF's, Lecturas complementarias, videos procedimentales, multimedia interactiva, podcast, video tips, elementos gamificados evaluaciones y foros. **Gamificación:** Karl. M. Kapp (2012), junto a Zichermann y Cunnigham, dice que la gamificación es “la utilización de mecanismos, la estética y el uso del pensamiento, para atraer a las personas, incitar a la acción, promover el aprendizaje y resolver problemas” (p.9). Es por esto que nuestro modelo implementa elementos de jugabilidad que aseguran que el conocimiento sea parte de los sentidos y se integre de manera natural, sobre todo queremos que sea la forma correcta para que los conocimientos se queden y encuentren la aplicabilidad de ellos de forma natural.

1. La gamificación tiene como principal objetivo influir en el comportamiento de las personas, independientemente de otros objetivos secundarios como el disfrute de las personas durante la realización de la actividad del juego<sup>11</sup>.

2. La gamificación produce y crea experiencias, crea sentimientos de dominio y autonomía en las personas dando lugar a un considerable cambio del comportamiento en éstas. Los videojuegos tan solo crean experiencias hedonistas por el medio audiovisual<sup>12</sup>.

Si bien se han nombrado la diferentes herramientas y metodologías implementadas para tener éxito en el modelo de educación virtual del grupo Telesalud Universidad de Caldas, hay que resaltar que todas estas herramientas son escogidas pensando en las condiciones tan diversas a las que se enfrentan los estudiantes por cuestiones de acceso o facilidad de uso y para ello desde telesalud se busca que prime la interoperabilidad entre sistemas y herramientas propios y de terceros que se utilizan, tales como la oficina virtual el cual es un software propio que contiene el historial de los diferentes cursos que ha tenido un estudiante y permite la descarga de sus certificados de aprobación, además las bases de datos están sincronizadas con las utilizadas por la plataforma moodle, evitando así la incoherencia de los datos.

Cabe destacar que las bases de datos se encuentran parametrizadas con el fin de realizar procesos de minería de datos con los cuales el grupo Telesalud puede tomar decisiones a la hora de la creación de cursos o establecer indicadores.

Respecto la seguridad de la información se cuentan con conexiones mediante protocolos seguros y además como es muy importante que la oferta educativa este siempre disponible, se tienen con planes de respaldo en caso de que las bases de datos o los cursos fallen en algún momento determinado, por otro lado se tienen procesos de auditorías internas que ayudan a conocer la trazabilidad de las acciones que se tienen en las diferentes plataformas utilizadas por el área de educación virtual.

Para el grupo de telesalud es muy importante estar en constante mejora y para ello se adelantan procesos de gestión del conocimiento que se realizan a partir de las experiencias de los tutores, estudiantes y funcionarios que interactúan en todo el proceso, e información arrojada por los procesos de minería de datos, entre otros.

---

<sup>11</sup> Díaz Cruzado, J. and Troyano Rodríguez, Y. (n.d.). EL POTENCIAL DE LA GAMIFICACIÓN APLICADO AL ÁMBITO EDUCATIVO. 1st ed. [ebook] Sevilla, pp.2,3. Available at: <https://goo.gl/sNKPg>

<sup>12</sup> Díaz Cruzado, J. and Troyano Rodríguez, Y. (n.d.). EL POTENCIAL DE LA GAMIFICACIÓN APLICADO AL ÁMBITO EDUCATIVO. 1st ed. [ebook] Sevilla, pp.2,3. Available at: <https://goo.gl/sNKPg>

Esto nos ha ayudado a mejorar el área de soporte, creación de cursos, oferta a poblaciones específicas y evaluación a los alumnos.

Otro aspecto importante es el diseño de los cursos con diferentes herramientas y está basado en la usabilidad con lo cual un usuario puede acceder a los diferentes contenidos de manera intuitiva, disminuyendo así los fallos de navegación que pueda tener los estudiantes en su experiencia de aprendizaje.

Hay que mencionar que los procesos de mejora no se basan solamente en la gestión de los cursos, sino también en la gestión de los diferentes proyectos del personal que está presente en todo el proceso y para ello se cuenta con el sistema TESIGO el cual es también una herramienta propia que ayuda a conocer el avance real en las actividades y el avance de los procesos.

### 3. Aspectos críticos y relevantes a resaltar y detallar

Existen diferentes aspectos críticos que son cruciales en un proyecto planeado para llevar conocimiento y estructura académica a todos los profesionales de la salud por medio de la educación virtual, una de ellas es obtener la información, los conocimientos e impartirlos de manera correcta a un segmento específico que requiere de información de la magnitud y el cuidado que necesita esta área del conocimiento, es por eso que se requiere de una estructura académica centrada en objetivos reales que permitan que la información pueda llevarse a la realidad y que en la práctica de los conceptos hagan de este proceso algo empoderante para los profesionales que confían en el criterio profesional para impartir dichos conocimientos, así que da claro que uno de los aspectos críticos y de gran cuidado es la selección de los temas que se deben tratar y cuales si son cruciales para cumplir con las metas trazadas entorno al curso y al programa.

Cabe resaltar el tema tecnológico, “Colombia se posiciona como uno de los 10 países que más han avanzado hacia una economía digital”<sup>13</sup>. Y esto ha permitido que el 98 por ciento de los municipios del país puedan conectarse a la web. Entre los beneficiados están, por ejemplo, La Macarena y Uribe, en el Meta; Puerto Carreño, en Vichada, y Quibdó y Bojayá, en Chocó<sup>14</sup>, pero a pesar de esta cifra alentadora en la aplicabilidad todavía las conexiones en el país tienen deficiencias incluso en áreas donde no se debería tener, es por esto que la utilización de internet y depender en el programa directamente lo hace crítico para la operación y hace especialmente vulnerable el libre flujo de información en el 5% de las acciones del usuario frente a la plataforma de educación virtual y en un 10% en las acciones realizadas en la plataforma de videoconferencias en vivo, son muchos factores que se deben tener en cuenta frente al tema específico del internet, esto ha llevado a los implicados en el proyecto a realizar las acciones de optimización en gráficos, manejo de datos, interacción con el usuario, transmisiones y plataformas livianas que aceleren la conectividad y prime el flujo de información que debe impartirse en las ofertas académicas, asegurar que cada uno de los participantes reciban la información. A modo de anécdota y muestra evolutiva en el desarrollo de la central de aprendizaje es aprender a sortear el efecto de fluctuación en la conexión, por consiguiente existe un

---

<sup>13</sup> Bernal, M. (2017). El acceso a internet llegó al 98 por ciento de los municipios del país. El tiempo. [online] Available at: <http://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/crece-el-acceso-a-internet-en-municipios-de-colombia-123998> [Accessed May 2018].

<sup>14</sup> Bernal, M. (2017). El acceso a internet llegó al 98 por ciento de los municipios del país. El tiempo. [online] Available at: <http://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/crece-el-acceso-a-internet-en-municipios-de-colombia-123998> [Accessed May 2018].

sentir generalizado de falta de conexión en videoconferencias en vivo y el audio falla, inmediatamente el equipo de soporte traduce en tiempo real lo que está diciendo el experto, esto ha trascendido en verdadera ayuda a todas aquellas personas que en situaciones normales perderían la información.

También debemos destacar los efectos que tiene una capacitación virtual a inmigrantes digitales teniendo en cuenta según Presky (2001) que el inmigrante digital es la persona mayor de 35 y 55 años, nacidos entre los nativos digitales, atados a una lengua materna analógica, en este caso es totalmente crucial obtener la metodología correcta que ayude a transferir por los medios más intuitivos y amigables posibles e incluir en torno a la tecnología ambientes de aprendizaje totalmente virtuales acompañado de una central de aprendizaje integral que aporte el acompañamiento necesario y que no permita los niveles de deserción que tienen los programas de educación virtual antes nombrados.

El último aspecto a tratar y que es trascendental tiene que ver directamente con la convocatoria de los profesionales de la salud a realizar las ofertas académicas. En la actualidad las redes sociales son el canal de preferencia “en enero de 2018 Facebook cuenta con cerca de 2.167 millones de usuarios activos en un mes, YouTube tiene más de 1.500 millones de usuarios activos en un mes. WhatsApp tiene más de 1.300 millones de usuarios activos en un mes, Instagram tiene más de 800 millones de usuarios activos en un mes, Twitter cuenta con más 320 millones de usuarios activos en un mes.”<sup>15</sup>. Es allí donde están contenidas la mayor cantidad de profesionales en todas las áreas, es crucial para Telesalud y el sistema integral de aprendizaje a obtener el servicio pago de estas grandes compañías para realizar las convocatorias a las ofertas académicas que ofrecen además de realizar invitaciones directas a toda la base de datos de profesionales de Colombia y Latinoamérica.

#### 4. Resultados obtenidos y su impacto

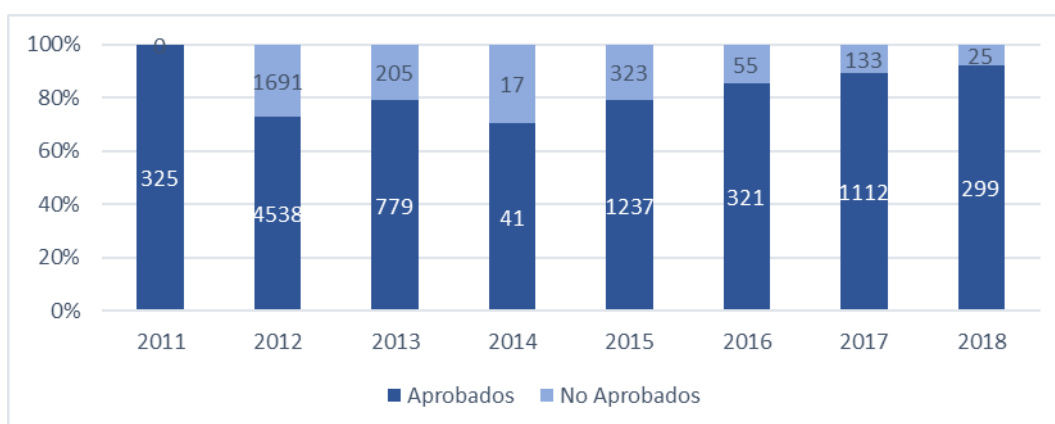
Total Capacitados	
Estado de capacitación	Número
Asistente	62
Aprobado	8652
No Aprobado	2449
<b>Total</b>	<b>11163</b>

**Tabla 1.** Total capacitados

Actualmente se encuentra que el grupo Telesalud de la Universidad de Caldas ha capacitado 11.163 estudiantes, de los cuales 8.652 han aprobado con éxito los cursos, 2.449 no han aprobado los contenidos y existen 62 estudiantes que asistieron al simposio RITMOS (Red Iberoamericana de Tecnologías móviles y Salud 2017) realizado en la Universidad de Caldas.

---

<sup>15</sup> Juanmejia.com. (2018). Estadísticas de redes sociales 2018: Usuarios de Facebook, Twitter, Instagram, YouTube, LinkedIn, Whatsapp y otros | Blog Marketing Digital, Social Media y Transformación Digital | Juan Carlos Mejía Llano. [online] Available at: <http://www.juancmejia.com/marketing-digital/estadisticas-de-redes-sociales-usuarios-de-facebook-instagram-linkedin-twitter-whatsapp-y-otros-infografia/> [Accessed May 2018]



**Gráfica 1.** Número de capacitados por años y porcentaje de aprobados

La anterior gráfica nos muestra el número de estudiantes capacitados cada año y a su vez el porcentaje de alumnos que aprobaron cada uno de los cursos, si bien en el año 2011 todos los alumnos aprobaron los cursos ofertados, en el año 2012 se capacitaron 6.229 personas de las cuales el 73% aprobó con éxito los contenidos, y de ahí en adelante se ha mostrado una tendencia al alza en el porcentaje de alumnos aprobados, para tener un porcentaje del 92% en el año 2018, con lo que se demuestra que los cursos ofertados son cada vez mejor asimilados por las personas que los reciben.

Como tal se han ofertado 21 cursos con los cuales se han capacitado 11.163 estudiantes, los cuales se relacionan en la siguiente tabla.

Nombre Curso	Aprobados	No Aprobados	Total Capacitados
Curso Atención Integral a las Víctimas de Violencia Sexual	37	17	54
Curso General de Derechos de Autor para Educación Virtual	95	30	125
Curso Virtual "Atención Integral a las Víctimas de Violencia Sexual"	113	18	131
Curso Virtual en "ENFERMEDADES NO TRANSMISIBLES - ENT"	755	261	1016
Curso Virtual en "Salud Infantil"	87	23	110
Curso virtual en la estrategia AIEPI	245	24	269
Curso Virtual en Pruebas de tamización para la detección temprana de cáncer de mama y cérvix	288	63	351
Curso Virtual Servicios Amigables para Adolescentes y Jóvenes	415	50	465
Diplomado del Sistema Único de Habilitación del Sistema Obligatorio de Garantía de la Calidad de la Atención en Salud	41	17	58
Diplomado en la estrategia AIEPI	4880	1718	6598
Diplomado en Salud Sexual y Reproductiva	261	40	301
Diplomado Virtual de Actualización en Temas Médicos (ATM)	117	0	117
Diplomado Virtual en la Dimensión Sexual, Derechos Sexuales y Reproductivos	197	15	212
Diplomado Virtual en la Estrategia AIEPI	655	77	732
Diplomado Virtual Materno Perinatal (DMP)	111	96	207
Simposio Taller RITMOS 2017	0	0	62
Simposio Virtual en Salud Sexual y Reproductiva	355	0	355
<b>Total</b>			<b>11163</b>

**Tabla 2.** Estudiantes capacitados por cada curso

También podemos apreciar en la tabla 3 cuál fue la oferta de los cursos en cada uno de los años y cual fue la distribución de alumnos en cada uno de ellos. En esta

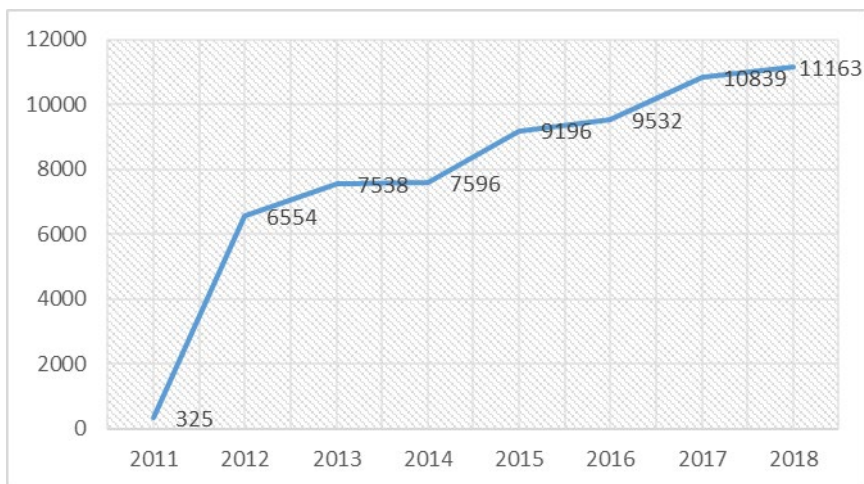
tabla se evidencia que en todos los cursos el número de estudiantes aprobados es mayor al de los no aprobados, sin importar el número de alumnos que estén presentes en el curso.

Año	Nombre	Aprobados	No Aprobados	Total Capacitados
2011	Curso virtual en la estrategia AIEPI	208	0	208
2011	Diplomado Virtual de Actualización en Temas Médicos (ATM)	117	0	117
2012	Curso virtual en la estrategia AIEPI	37	24	61
2012	Diplomado en la estrategia AIEPI	4390	1571	5961
2012	Diplomado Virtual Materno Perinatal (DMP)	111	96	207
2013	Curso General de Derechos de Autor para Educación Virtual	95	30	125
2013	Diplomado en la estrategia AIEPI	423	135	558
2013	Diplomado en Salud Sexual y Reproductiva	261	40	301
2014	Diplomado del Sistema Único de Habilitación del Sistema Obligatorio de Garantía de la Calidad de la Atención en Salud	41	17	58
2015	Curso Virtual en "ENFERMEDADES NO TRANSMISIBLES - ENT"	755	261	1016
2015	Curso Virtual Servicios Amigables para Adolescentes y Jóvenes	415	50	465
2015	Diplomado en la estrategia AIEPI	67	12	79
2016	Curso Atención Integral a las Víctimas de Violencia Sexual	37	17	54
2016	Curso Virtual en "Salud Infantil"	87	23	110
2016	Diplomado Virtual en la Dimensión Sexual, Derechos Sexuales y Reproductivos	197	15	212
2017	Curso Virtual "Atención Integral a las Víctimas de Violencia Sexual"	113	18	131
2017	Curso Virtual en Pruebas de tamización para la detección temprana de cáncer de mama y cérvix	288	63	351
2017	Diplomado Virtual en la Estrategia AIEPI	356	52	408
2017	Simposio Taller RITMOS 2017	0	0	62
2017	Simposio Virtual en Salud Sexual y Reproductiva	355	0	355
2018	Diplomado Virtual en la Estrategia AIEPI	299	25	324
<b>Total</b>				<b>11163</b>

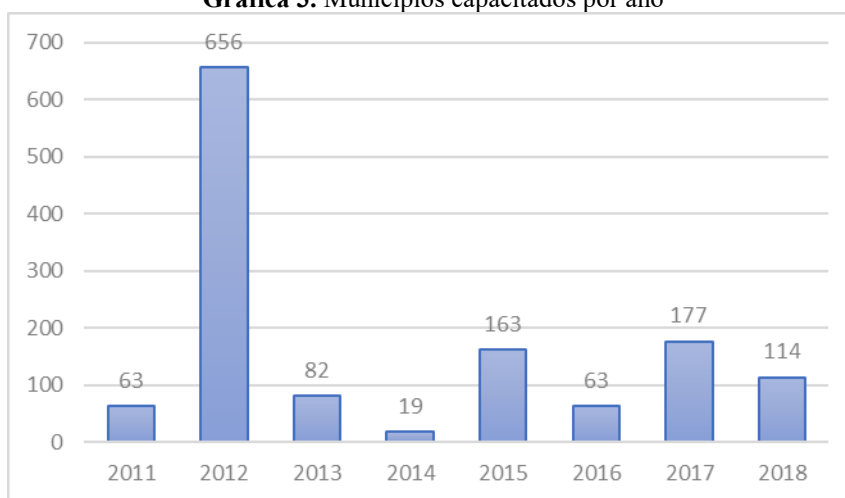
**Tabla 3.** Capacitados por año y curso

Como dato interesante los cursos virtuales han llegado capacitar más de 100 profesiones del campo de la salud.

Es importante resaltar que el número de estudiantes capacitados cada año mantiene una tendencia de aumento y se puede evidenciar en la gráfica número 2.

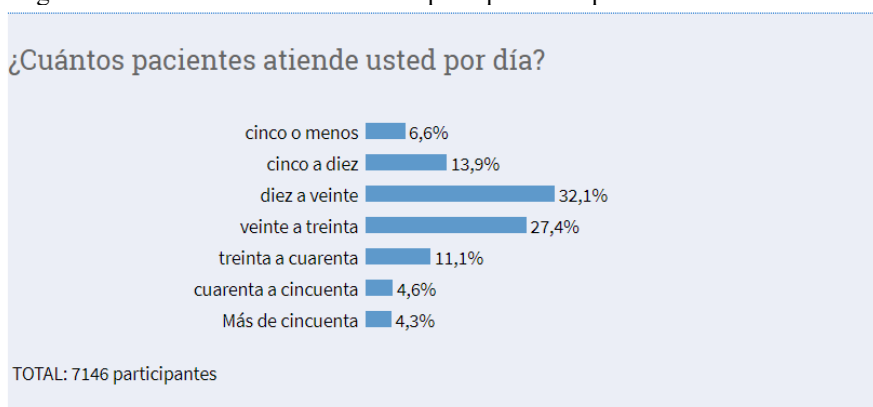


**Gráfica 3. Municipios capacitados por año**



**Gráfica 2. Incremento de alumnos por año**

Esta gráfica muestra el número de municipios que son capacitados cada año.

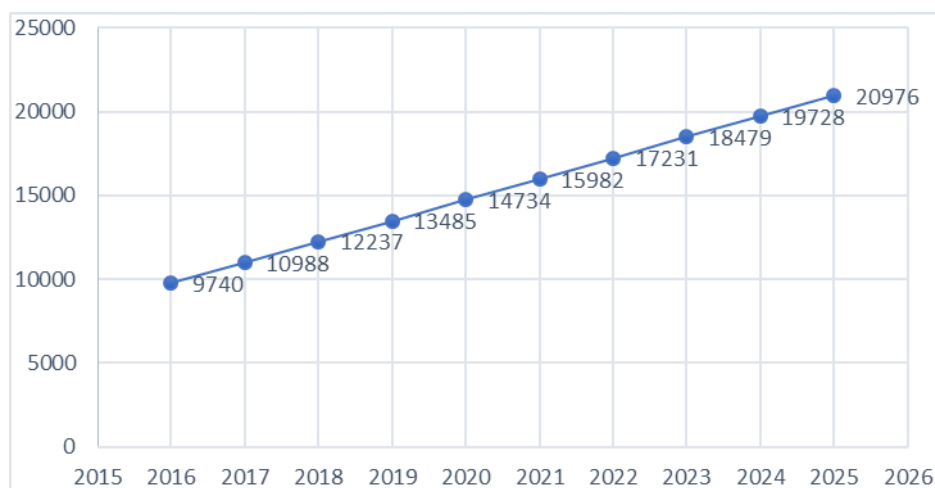


**Fig. 1.** En una encuesta realizada por el portal intramed.net para profesionales de la salud sin importar su especialidad ni nacionalidad, se pregunta ¿Cuántos pacientes atiende en un día? La



encuesta ha sido resulta por 7146 profesionales. se encontraron los anteriores resultados, en los cuales se puede interpretar que cerca del 60% de las respuestas están entre 10 y 30 pacientes atendidos por día. Fuente <http://www.intramed.net/encuestaver.asp?contenidoID=88374>.

Con base en lo anterior podemos establecer que es probable que los 11.163 profesionales capacitados por Telesalud, impacten diariamente entre 111.630 y 334.890 pacientes. Después de analizar los datos obtenidos en la gráfica 2 se realizó una regresión lineal simple con la cual se establece un modelo, de predicción de cuantos alumnos se pueden tener capacitados al año 2025 y los resultados son los presentes en la gráfica 4.



Gráfica 4. Proyección de estudiantes al año 2025

Se aclara que el modelo establecido responde a la siguiente ecuación de linealidad

$$Y = -2507236.4 + 1248.5 * (x) \quad (1)$$

El modelo mantiene un r cuadrado de 0.77 y el coeficiente de correlación es de 0.88 por lo tanto es un modelo válido y se ajusta a los datos.

## 5. Aprendizajes

Inicialmente las plataformas de estudio tenían una interfaz segmentada, con iconos independientes, cada uno tenía un espacio rígido, hoy en día la interfaz de la plataforma de aprendizaje es más dinámica, usa todo el recurso gráfico e intuitivo para llevar al estudiante de un punto A a un punto B gracias a una interfaz de usuario correcta, a su iconografía, mapas de navegación, guías de usuario y sistemas de soporte.

Otro de las fallas que tenía el sistema era que no había un canal directo de comunicación con el tutor y su conocimiento, el estudiante debía obtener el conocimiento gracias a los recursos y objetos virtuales de aprendizaje y sólo podían hacerse preguntas a través de los foros dispuestos en plataforma, según estudios y obtención de datos se integraron las videoconferencias, desde allí el estudiante tuvo la oportunidad de preguntar como en una clase presencial y abordar sus dudas, el recorrido que se realizó en estos espacios iniciaron desde el principio como acierto aún presente es la vivencialidad de las sesiones, el acompañamiento vivido de cada sesión, la integralidad de las respuestas a los participantes y el agradecimiento que ellos sienten al saber que el tutor esta allí desarrollando un tema y atendiendo las dudas surgidas del módulo específico en el que se encuentran.

Existen errores que al inicio fueron bien recibidos y que son el pilar que construyó todo un sistema organizado de capacitación, a inicio se personalizaron las interfaces de aprendizajes con múltiples recursos y con múltiples objetos virtuales de aprendizaje y encausaban a la repetición involuntaria del participante en diferentes lecturas, audios, multimedia y videos con la misma información y con un orden estricto, eso hoy es un error que en la marcha de aprendizaje se depuró en una serie de recursos complementarios que llevan al participante a ir paso a paso y en el orden preferido para el estudiante, cumpliendo así con los objetivos de la virtualidad, “es creada para que el ritmo de aprendizaje lo marque el alumno y lo adapte a sus propias necesidades”<sup>16</sup>.

Hoy se aprende de manera progresiva con errores y aciertos como es pasar de 300 estudiantes en un pequeño departamento como es Caldas a tener hoy la increíble cifra de 11.163 capacitados, llevamos cada día un grano de arena al país.

## 6. Impactos no esperados

Hoy en día se busca ingresar con una oferta de capacitación virtual a cada región del país, hoy se tiene una gran cobertura nacional de 738 municipios que equivalen al 66% de los municipios del territorio nacional, es una gran noticia esta estadística pero que aún falta mucho más para llegar al 100% del territorio nacional, el impacto de las comunicaciones es esperanzadora teniendo en cuenta las cifras antes mencionadas y se conoce que ese 2% de territorios sin conexión de internet y de cobertura móvil aún no permite sumergir en las cifras que se citan, hoy nace una nueva esperanza, ingresar a los mercados internacionales. Para el 2010, en México, el diez por ciento de los estudiantes terciarios estaban inscritos en programas no presenciales; en Brasil, el dieciséis por ciento de los nuevos estudiantes se inscribían en programas a distancia (ABED, 2010). Ambas modalidades, pero fundamentalmente la educación semipresencial con o sin apoyo digital, ha crecido: han pasado de representar el 1,3 % en el año 2000 a ser en torno al 7,5 % de la matrícula total terciaria de América Latina, con un millón y medio de estudiantes insertos bajo estas modalidades educativas (virtual, a distancia y semipresencial) (IESALC, 2006; Rama, 2012)<sup>17</sup>.

Dar y socializar las instituciones y a los profesionales de salud es un tema crucial y se requieren campañas que den a conocer factores tan importantes como los costos indirectos que tiene la modalidad presencial o el no capacitarse, mostrar estas ventajas se traducen en la reducción en tiempos de traslado, estudiar en cualquier momento y lugar, sólo necesitan conexión a internet, acceso al contenido durante las

---

<sup>16</sup> nubemia. (2018). Navegabilidad en cursos online: 5 tips para mejorarla - nubemia. [online] Available at: <https://www.nubemia.com/navegabilidad-en-cursos-online/> [Accessed 6 May 2018].

<sup>17</sup> Rama, C. (2014). La virtualización universitaria en América Latina. 3rd ed. [ebook] Barcelona: Universidad Oberta de Catalunya, University New England, p.40. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5583565.pdf> [Accessed May 2018]

24 horas del día, ayudas didácticas y audiovisuales, ahorro de tiempo y dinero, ampliación del margen de cobertura, eliminando las barreras de lugar y tiempo, facilita el trabajo colaborativo, evita que los participantes se ausenten del lugar de trabajo, se genera un vínculo de apropiación de los conocimientos reales con los pacientes en instituciones de salud con sus pacientes, permite integrar a la familia en el contexto educativo evitando ausentarse del seno familiar para estudiar.

El impacto no esperado para esta incursión presenta romper paradigmas en los profesionales de salud en todas estas variables positivas de la educación virtual, por otro lado iniciar con los estudios de conectividad, realizar trabajo de campo e iniciar con la educación en temas de manejo de plataformas móviles, integrar y apropiar los sistemas de pago en línea, romper la barrera del desconocimiento de nuevas tecnologías fijas y móviles y arraigar técnicas que nos permitan integrarnos en su interculturalidad.

Romper barreras es la meta de Telesalud Universidad de Caldas en el país y en Latinoamérica y así cumplir con los objetivos de llevar conocimiento a todos y cada uno de los lugares apartados donde esta un médico o una enfermera u otro profesional atendiendo pacientes, se desea que cada uno de ellos se empodere de sus regiones, sean líderes y que ayuden a su comunidad a través de su aplicabilidad, de igual forma se está seguro que los países se unen desde la educación, salvan vidas desde su contexto y es allí donde la intervención de las TIC en entornos virtuales de aprendizaje es realmente vital, afianzar los lazos que unen a los profesionales de salud es una prioridad y sólo se hace a través de herramientas que crean soluciones de movilidad, ayudan en el aprendizaje autónomo, que fomenten la integralidad con el mundo, que faciliten la incursión a la educación y al derecho a mantenerse informado y comunicado.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido apoyado incondicionalmente por la Universidad de Caldas, la Facultad de Ciencias para la Salud y su Decana Dra. Claudia Patricia Jaramillo.

Los autores desean expresar su agradecimiento a el Sr. German González Martínez por su participación en la revisión del documento y a todo el equipo de Telesalud Universidad de Caldas por sus aportes valiosos en la construcción diaria de un proyecto inclusivo y esperanzador para la salud en Colombia.

## Referencias

1. Universidad del Valle de México. (2009). Modelo Andragógico Fundamentos. Serie: diálogos y perspectivas del desarrollo curricular.
2. Cols, C. and Monereo y Font, C. (2008). Psicología de la educación virtual. Madrid: Morata.
3. Unigarro Gutierrez, M. (2004). Educación virtual. 2nd ed. Bucaramanga: Editorial UNAB, p.6.
4. Tornese, Elba B, Dogliotti, Claudia G, Mazzoglio y Nabar, Martín J, Algieri, Rubén D, Gazzotti, Andrea, Jiménez Villarruel, Humberto N, Rey, Lorena M, & Gómez, Ananquel. (2011). Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje Aplicado como Recurso Instruccional Complementario en la Enseñanza de Neuroanatomía: Aspectos Poblacionales, Didácticos y Psicopedagógicos. *International Journal of Morphology*, 29(4), 1130-1135. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022011000400010>
5. Gómez Gallardo, I. and Macedo Buleje, J. (2011). Importancia de los programas virtuales en la educación superior peruana. [online] p.116. available at:

- [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/inv\\_educativa/2011\\_n27/a07v15n27.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/inv_educativa/2011_n27/a07v15n27.pdf)  
[accessed 5 may 2018].
6. PoliVirtual. (2018). Causas de la deserción en la educación virtual | PoliVirtual. [online] Available at: <http://polivirtual.co/causas-de-la-desercion-en-la-educacion-virtual/> [Accessed 5 May 2018].
  7. Gómez Gallardo, I. and Macedo Buleje, J. (2011). Importancia de los programas virtuales en la educación superior peruana. [online] p.118. available at: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/inv\\_educativa/2011\\_n27/a07v15n27.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/inv_educativa/2011_n27/a07v15n27.pdf) [accessed 5 may 2018].
  9. Anon, (2018). [ebook] Available at: <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n79/n79a08.pdf> [Accessed 5 May 2018].
  10. Díaz Cruzado, J. and Troyano Rodríguez, Y. (n.d.). EL POTENCIAL DE LA GAMIFICACIÓN APLICADO AL ÁMBITO EDUCATIVO. 1st ed. [ebook] Sevilla, pp.2,3. Available at: <https://goo.gl/sNKPg>
  11. Díaz Cruzado, J. and Troyano Rodríguez, Y. (n.d.). EL POTENCIAL DE LA GAMIFICACIÓN APLICADO AL ÁMBITO EDUCATIVO. 1st ed. [ebook] Sevilla, pp.2,3. Available at: <https://goo.gl/sNKPg>
  12. Bernal, M. (2017). El acceso a internet llegó al 98 por ciento de los municipios del país. El tiempo. [online] Available at: <http://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/crece-el-acceso-a-internet-en-municipios-de-colombia-123998> [Accessed May 2018].
  13. Juancmejia.com. (2018). Estadísticas de redes sociales 2018: Usuarios de Facebook, Twitter, Instagram, YouTube, LinkedIn, Whatsapp y otros | Blog Marketing Digital, Social Media y Transformación Digital | Juan Carlos Mejía Llano. [online] Available at: <http://www.juancmejia.com/marketing-digital/estadisticas-de-redes-sociales-usuarios-de-facebook-instagram-linkedin-twitter-whatsapp-y-otros-infografia/> [Accessed May 2018]
  14. Nubemia. (2018). Navegabilidad en cursos online: 5 tips para mejorarla - nubemia. [online] Available at: <https://www.nubemia.com/navegabilidad-en-cursos-online/> [Accessed 6 May 2018].
  15. Rama, C. (2014). La virtualización universitaria en América Latina. 3rd ed. [ebook] Barcelona: Universidad Oberta de Catalunya, University New England, p.40. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5583565.pdf> [Accessed May 2018]
  16. Tiempo, C. (2018). Colombia avanza en educación virtual. [online] El Tiempo. Available at: <http://www.eltiempo.com/contenido-comercial/colombia-avanza-en-educacion-virtual-196596> [Accessed 24 Jul. 2018].

## **Automatización de gestión accesos físicos para docentes, administrativos y estudiantes en UTPL**

Janeth Alba<sup>18</sup>, Paula Álvarez<sup>19</sup>

Unidad de Gestión de Tecnologías de la Información,  
Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador  
jmalba@utpl.edu.ec, pmalvarez@utpl.edu.ec

**Resumen.** La Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) de Ecuador, es una institución de educación superior que oferta carreras de grado y posgrado en las modalidades de Educación Presencial; y, Abierta y a Distancia, esta última, se oferta en 83 centros asociados, distribuidos a lo largo del territorio ecuatoriano y 4 centros a nivel internacional (Nueva York, Bolivia, Roma y Madrid). Actualmente cuenta con aproximadamente 37.000 estudiantes en sus dos modalidades, 7000 de ellos se educan a través de la Modalidad Presencial [1] en las instalaciones del campus universitario. La UTPL, como parte de un proceso de innovación tecnológica, desde el año 2015 implementa el proyecto que permite realizar la gestión automatizada de ingreso y/o salida de las diferentes dependencias de la sede, el mismo que se ha denominado RADE “Registro automático de administrativos, docentes y estudiantes”; en el que, a través de una credencial única, facilita el acceso a todos los servicios internos que ofrece actualmente la institución. Asimismo, permite generar indicadores académicos que son reportados hacia los organismos de seguimiento y control de las instituciones de educación superior, e indicadores operativos que facilitan la toma de decisiones estratégicas en cuanto al uso de las instalaciones y recursos de la universidad.

**Abstract.** Universidad Tecnica Particular de Loja (UTPL) of Ecuador is a higher education institution that offers undergraduate and postgraduate careers in both in-person and distance education modalities distance instruction is offered in eighty-three associated centers distributed throughout the Ecuadorian territory as well as four international centers (New York, Bolivia, Rome and Madrid). Nowadays, it has thirty-seven thousand students in both modalities, seven thousand them are educated throughout the classroom mode [1] in the university campus facilities. Since 2015, The UTPL, as part of a process of technological innovation, has implemented the project that allows the automated management of income and / or exit of the different dependencies of the headquarters, which has been called RADE "Automatic Registration of administrative, teachers and students "; in which, through a single credential, it facilitates the access to all the internal services currently offered by the institution. Likewise, it allows the generation of academic indicators that are reported toward the follow-up and control mechanisms of higher education institutions, and operational indicators that facilitate strategic decision-making regarding the use of the university facilities and resources.

---

<sup>18</sup> Janeth Marilú Alba Núñez

<sup>19</sup> Paula Mercedes Alvarez Carrión

**Palabras Clave:** RADE, gestión acceso, carnets, tarjeta electrónica, reservas de salas, registro automático, control de accesos

**Eje temático:** Mejora de Procesos

## 1 Introducción

El Internet de las Cosas (I o T por sus siglas en inglés) está cambiando nuestras vidas, realizando una transformación total y este influye desde la forma en la que trabajamos a la automatización de nuestras casas, áreas de trabajo, espacios en los que nos movilizamos y demás. Esta tendencia, está acelerando los cambios más aún en los campus universitarios que son cada día más inteligentes, y que se necesita para optimizar los servicios hacia los usuarios.

En aras de alinearse a esta tendencia, la Universidad Técnica Particular de Loja y con el propósito de innovar en los servicios que ofrece a la comunidad universitaria, emprende en un proceso para regular y controlar el ingreso a los diferentes edificios administrativos [2]. Hasta el año 2015 se realizaba de forma manual el registro de acceso, lo que conllevaba varias problemáticas, como información inconsistente, datos no registrados y falta de indicadores para los entes reguladores. A partir de este mismo año la cantidad de usuarios, especialmente del área de Biblioteca viene en aumento, por tanto, la operación manual a través del personal administrativo es inmanejable, esto da apertura a una propuesta que facilite la credencialización, gestión de acceso, reserva de salas y permita generar indicadores académicos, operativo-administrativo. El registro y control de acceso automático de administrativos, docentes y estudiantes toma mayor impulso para convertirse en una solución que facilite la operatividad en cuanto a identificación y accesos.

Este proyecto fue implementado desde marzo del 2015 y permite actualmente cubrir el flujo operativo desde la carnetización, gestión de accesos, reserva de salas; siendo un sistema integrador que garantice la seguridad física, tanto en la sede como centros asociados de la universidad que minimizará la carga operativa de sus empleados.

## 2 Problema identificado y solución planteada

El reto es implementar un sistema de control de accesos a través de una tarjeta electrónica, garantizando el ingreso/salida de las áreas y uso de recursos institucionales tanto físicos como informáticos, además de facilitar el monitoreo de aspectos laborales y de asistencia. Este sistema permitirá la gestión de los espacios físicos, regulará el acceso a zonas restringidas como áreas de lecturas y de espacios adecuados para investigación. Asimismo, dicha implementación deberá suministrar datos estadísticos de uso, número de ingresos, horas en las que baja la afluencia, quién ha accedido y por qué lugar. La solución planteada deberá tener una arquitectura escalable y la capacidad de integración de sistemas y hardware de otros fabricantes además de permitir ampliarla posteriormente por requerimientos como carnet virtual, monedero electrónico, acceso a aulas de clase restringidas, pago en cafetería y estacionamientos, pago de fotocopias, máquinas expendedoras de servicios o hasta como método de validación para subsidios de alimentación de estudiantes becados.

Las políticas institucionales describen lineamientos que se deben implementar y controlar desde las diferentes áreas de la Universidad, lineamientos que se transforman en procesos y requerimientos operativos-técnicos; es aquí donde la

solución planteada facilitará la operación en el campus universitario y controlará los siguientes requerimientos para solicitar el ingreso a instalaciones restringidas:

- **Carnets con tecnología RFID:** Al portar una tarjeta electrónica **con chip** no se podrá generar duplicados fácilmente.
- **Ingreso único:** La tarjeta electrónica le permitirá el acceso únicamente al usuario dueño de la tarjeta y no a varias personas.
- **Registro histórico:** Mantener un historial de fecha y hora en que el personal docente, administrativo o los mismos estudiantes hacen uso de la tarjeta electrónica cuando ingresan o salgan de un lugar específico, o la cantidad de veces que lo realizó en los periodos de tiempo establecidos para reportar a los organismos de control.
- **Control de tiempos de acceso:** Realizar la restricción durante períodos determinados o a las áreas a las que no esté autorizado los usuarios a ingresar.
- **Varias tarjetas electrónicas:** Mantener una credencial única a través del proceso de encriptado que tiene cada una de las tarjetas.

De ahí la importancia de elegir una solución de control de acceso segura, confiable y estable que garantice que el personal autorizado pueda circular de forma segura por las instalaciones dentro de la universidad utilizando la tarjeta electrónica personalizada, así como también la identificación autorizada para ejecutar la gestión de reservas de espacios, salas y cubículos. Es trascendental resaltar que, al momento de la implementación de la solución planteada de gestión de acceso, no pueden existir códigos repetidos de las credenciales inteligentes, porque cada código es el que posteriormente identificará al usuario dentro del sistema.

### 3 Terminología

**UTPL:** Universidad Técnica Particular de Loja

**UGTI:** Unidad de Gestión de Tecnologías de la Información

**Rade:** Registro automático de administrativos, docentes y estudiantes.

**Assure ID:** Aplicación para la emisión de carnets

**Andover Continuum:** Plataforma que permite la gestión integrada de edificios.

**Vista:** Es una consulta que se presenta como una tabla (virtual) a partir de un conjunto de tablas en una base de datos relacional.

**Controladora de acceso:** Equipo encargado de verificar si una entidad (una persona, vehículo, ordenador) solicitando acceso a un recurso tiene los derechos necesarios para hacerlo.

**Torniquete:** Involucra hardware y software que identifican si el usuario que desea entrar está autorizado para permitir acceso a alguna dependencia.

**Usuario:** Persona que utiliza el sistema para realizar los procesos que han sido asignados de acuerdo al perfil definido para él.

**Visor de eventos:** El Visor de eventos es una herramienta que muestra información detallada acerca de eventos importantes del equipo, por ejemplo, accesos a biblioteca.

**Sincronización:** Proceso para regularizar el almacenamiento de información de manera que se reproduzca de forma simultánea entre los sistemas involucrados.

### 4 Implementación del Proyecto RADE en UTPL

El registro automático de ingreso de personal a un área exclusiva es el núcleo principal de criticidad de los sistemas de seguridad física que debe tener una institución para gestionar el acceso a puertas, compuertas y estacionamientos. En los últimos años el uso de tecnologías de control de acceso ha crecido enormemente, sin embargo, existen en el mercado muchas soluciones comerciales para regular el acceso que no cumplen con los requisitos de seguridad, confiabilidad y estabilidad; estas soluciones se instalan dependiendo de las necesidades de cada institución y de manera personalizada la universidad ha optado por una solución completa para crear, gestionar y utilizar credenciales inteligentes que le permitan obtener:

- Tarjeta única de identificación de usuario
- Sistema de registro de acceso de usuarios
- Integración con los repositorios de usuarios de UTPL
- Gestión de usuarios
- Estadísticas de acceso de usuario
- Acceso web de aplicaciones para administración
- Gestión de reservas de salas y cubículos en línea
- Registro de uso de salas de estudio
- Control automático de puertas y salas

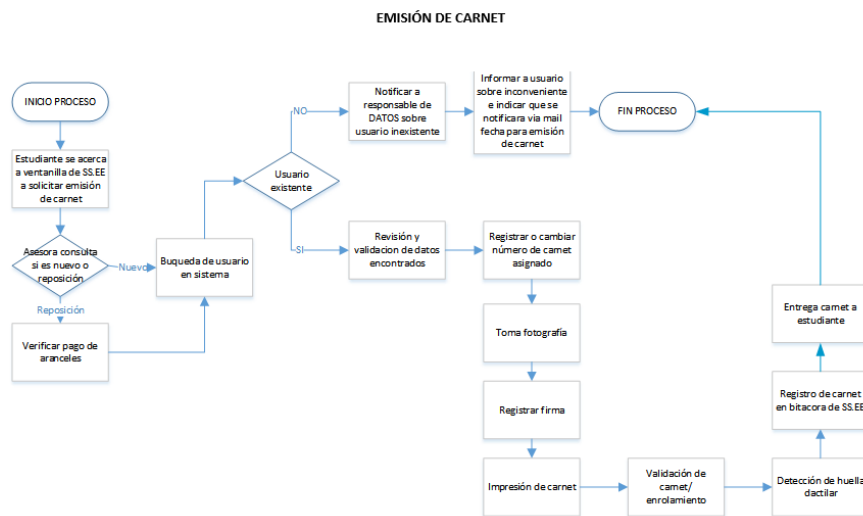
Para cubrir estos requerimientos se ha implementado un proyecto integrador con apertura a tecnologías de diferentes fabricantes, el proyecto RADE consta de hardware y software que se interrelacionan a través de un servidor que almacena el sistema de administración de credenciales de identificación de estudiantes, invitados, personal docente y administrativo; al igual que, la gestión de equipos de lectoras de proximidad, controladoras y biométricos del campus universitario de diferentes áreas como (biblioteca, edificios, controles de acceso vehicular de las calles París y Marcelino Champagnat, puerta de emergencia y principal DATACENTER UTPL), el cual tiene como finalidad la automatización y optimización de servicios de gestión de accesos y reservas.

Adicional, el área de servicios estudiantiles o atención al cliente es la encargada de operar el aplicativo de credencialización el cual involucra la correcta ejecución de procesos definidos en la normativa para la emisión de carnets a estudiantes, docentes y personal administrativo. Esta emisión se ejecuta a través de un sistema de impresión de credenciales grabando los datos del cliente en una tarjeta con codificación personalizada, la misma que brindará un alto grado de certeza en la autenticación para el acceso y registro de datos del usuario de forma correcta. Posterior si se dispone del carnet institucional, podrá validar el ingreso a través del sistema de gestión de acceso implementado facilitando la entrada/salida de biblioteca y otras áreas, así como también realizar la reserva de salas y cubículos.

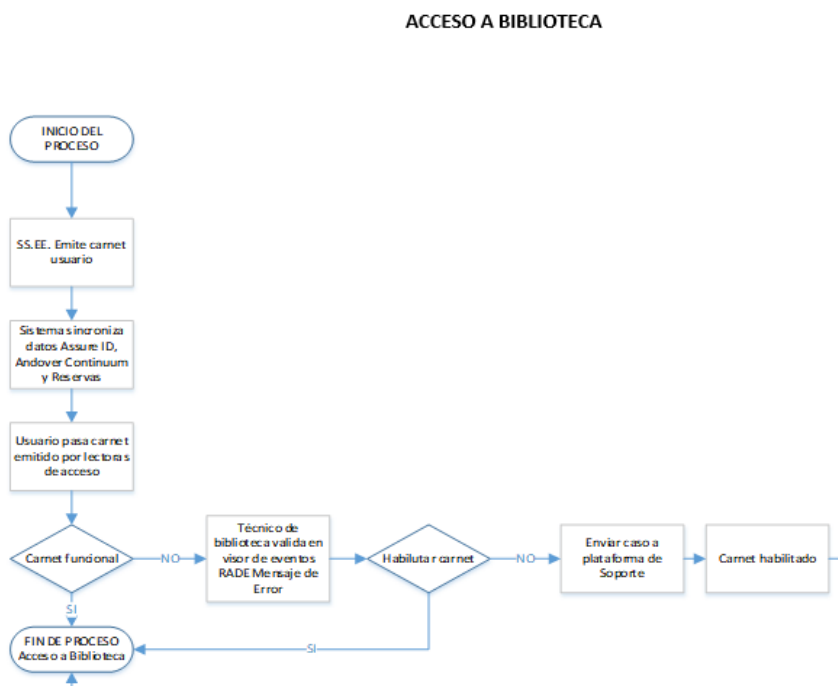
Por lo tanto, la ejecución de un proceso adecuado en el área de carnetización constituye la base para que el resto de los mecanismos involucrados se ejecuten de manera eficiente. En lo que respecta a la automatización de Biblioteca física que incluye su acceso y control, además de reservas a salas para estudiantes y docentes.

Su normal funcionamiento depende de que todos los componentes en conjunto estén funcionando correctamente tanto la parte de los equipos físicos como de las plataformas ASSURE ID (carnetización), ANDOVER CONTINUUM (control de accesos) y Reservas de Salas, así como los orígenes de bases de datos hasta las vistas de información. Para que estos procesos se ejecuten correctamente, se ha modelado las actividades que se ejecutan para la emisión de carnet, acceso a biblioteca y reserva de salas representados en la figura 1, 2 y 3.



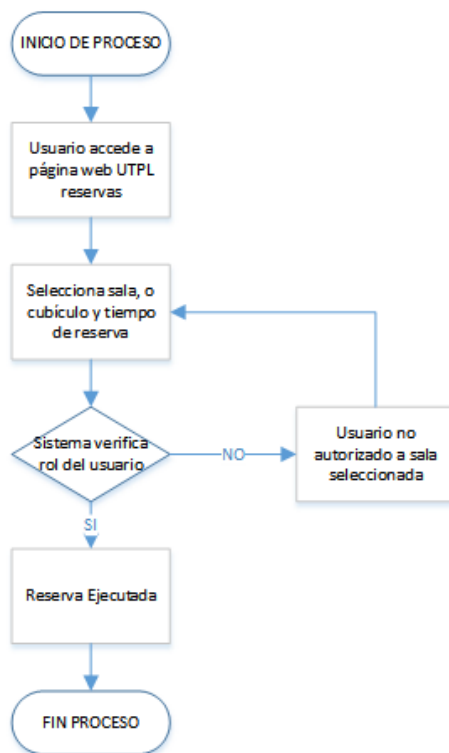


**Figura 1.** Proceso operativo para ejecutar la emisión del carnet institucional (fuente: Proyecto RADE)



**Figura 2.** Proceso operativo de acceso entrada principal a Biblioteca (fuente: Proyecto RADE)

### RESERVA DE SALAS

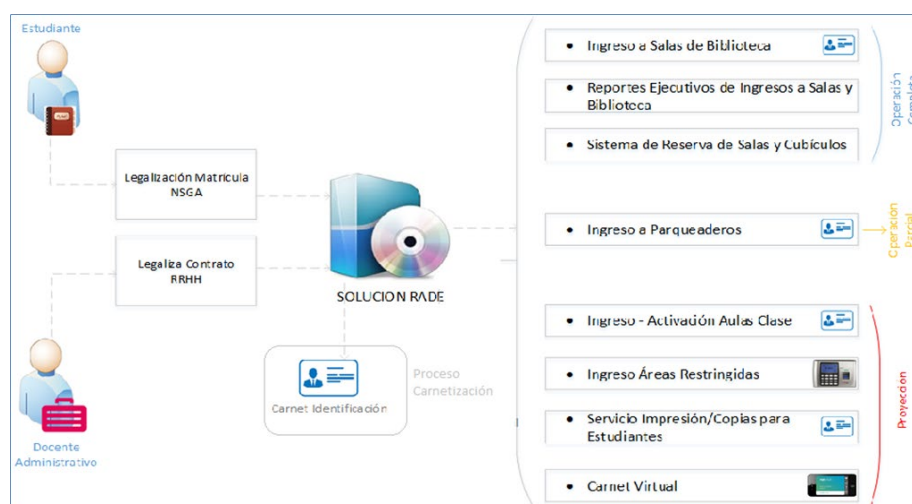


**Figura 3.** Proceso operativo para solicitar reserva de espacios, salas y cubículos (fuente: Proyecto RADE)

## 5 Arquitectura del proyecto RADE

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), soportan servicios y procesos críticos dentro de las instituciones de educación superior, que pueden ser seriamente afectados ante la presencia de posibles amenazas, eventos o incidentes contra la integridad, disponibilidad y confiabilidad de los datos y en general de la información. Estas amenazas también pueden afectar al acceso, calidad y continuidad en la prestación de los servicios de TIC. [3]

La propuesta debe desarrollar desde sus cimientos criterios de seguridad en el campus, al mismo tiempo que se deben ampliar las capacidades de las credenciales de identificación de administrativos, docentes y estudiantes, la alternativa de “una sola tarjeta” [4]. El planteamiento de la arquitectura del proyecto fue pensado para cubrir varios aspectos como análisis del flujo de personas, grado de seguridad requerida, características técnicas de los productos, extensión de la vida útil, operación y funcionamiento de los equipos. En la UTPL el registro automático de personas consiste en un conjunto de elementos tanto físicos como lógicos dentro de su estructura, los mismos que interrelacionados soportan a los procesos modelados anteriormente carnetización, control de accesos y reserva de salas para facilitar la administración en Biblioteca y otras áreas internas tal como en la figura 4.



**Figura 4.** Esquema general de la solución RADE (fuente: Proyecto RADE)

Todos los procesos RADE incluyen tanto la parte de hardware y software para brindar un servicio óptimo. El proceso de emisión de credenciales permite la personalización de tarjetas con un diseño de la imagen institucional y características de seguridad que reducen las posibilidades de falsificación, también garantizan la usabilidad y fiabilidad del producto a largo plazo, este distintivo es emitido únicamente si los empleados tienen un contrato debidamente autorizado como empleado de la universidad y si los estudiantes tienen una matrícula en un período académico vigente.

El proceso de carnetización consta de la plataforma informática assure id para realizar la credencialización, e impresoras HDP 5000 que son impresoras de tarjetas de alta definición más versátil, práctica y económica disponible en el mercado, asimismo se utilizan suministros como fargo láminas y tarjetas inteligentes smart card iCLASS SE X3119. La tarjeta inteligente de doble tecnología de HID Global es la solución perfecta para entornos donde la tecnología de lectura heredada está en su lugar y se desea pasar a una tecnología avanzada y más segura [5].

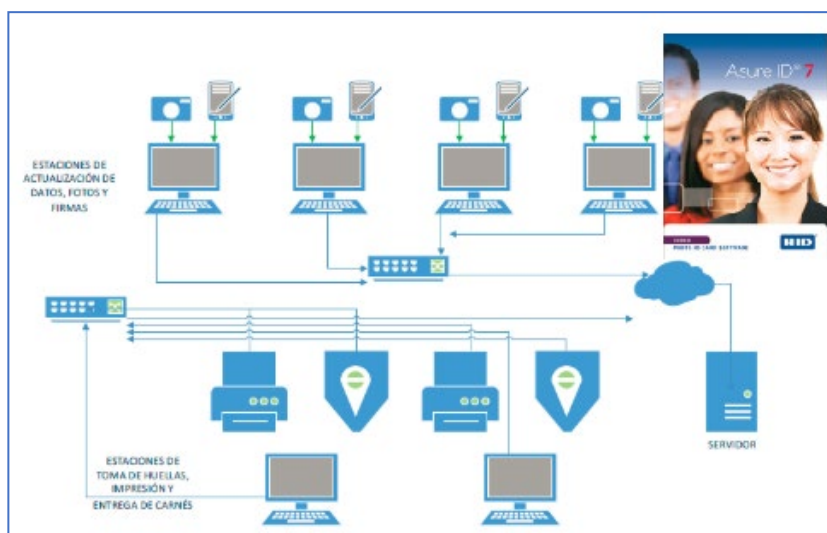
**Características de la tarjeta electrónica 1435 MIFARE 13.56 MHz utilizada en UTPL [5]:**

- Alta seguridad: la tecnología MIFARE garantiza la autenticación mutua, el cifrado de datos y el número de serie exclusivo de 32 bits.
- Tecnología probada y confiable: ofrece un rango de lectura extremadamente uniforme. El uso no se ve afectado por el blindaje del cuerpo o las condiciones ambientales variables, incluso cuando está cerca de llaves y monedas.
- Procesamiento rápido y comunicación de datos: los tiempos de transacción son inferiores a 100 milisegundos para una transacción de emisión de boletos segura típica.
- Rentable: los beneficios de las tarjetas inteligentes sin contacto.
- Conveniente: fácil instalación en la tarjeta de identificación u otro dispositivo no metálico.
- Calidad: la etiqueta está protegida con una garantía de por vida.
- Múltiples tipos de memoria: disponible en MIFARE 1K y 4K.

Los componentes de hardware utilizados para la impresión de los carnets institucionales son los siguientes:

- Estaciones de trabajo
- Cámaras profesionales
- Biométricas con fuentes
- Pizarra electrónica de toma de firmas
- Reflectores
- Lectoras USB de tarjetas HID

En la figura 5 se puede representar como se interrelacionan los componentes físicos para que se ejecute el proceso de credencialización y con ello facilitar la impresión de los carnets institucionales en las tarjetas inteligentes cuyas características fueron mencionadas anteriormente.



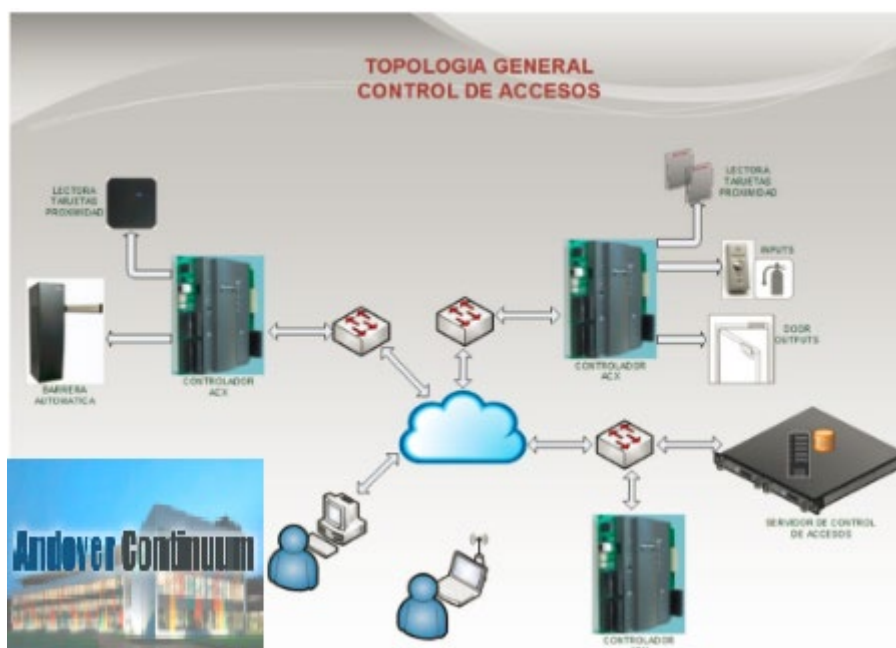
**Figura 5.** Componentes interrelacionados para la emisión del carnet (fuente: Proyecto RADE)

El proyecto implementado permite de una forma integral que los sistemas existentes faciliten el acceso lógico y físico autorizando la entrada/salida peatonal o vehicular. Para el **proceso de control de acceso** de personal estudiantes e invitados relaciona el perfil de usuario que tiene dentro de los sistemas, el mismo que delimita las lectoras de proximidad sobre las que se tiene permiso de acceso dependiendo de la dependencia a la cual desea ingresar, además restringir en qué días u horarios se permite el ingreso para dichos usuarios. La solución instalada actualmente en el área de biblioteca de la universidad es parte del sistema de gestión de accesos general de la universidad y para dar cumplimiento con las normas laborales locales se generan reportes simplificado e indicadores enviados hacia los organismos de control de

instituciones de educación superior. Para su funcionamiento se utiliza elementos de infraestructura física tales como se describen a continuación:

- Servidor
- Estaciones de trabajo
- Controladoras de acceso
- Fuentes de poder
- Cerraduras
- Botones de apertura (REX por sus siglas en inglés)
- Lectoras de proximidad de corto y largo alcance
- Barreras Vehiculares
- Torniquetes Peatonales
- Luces Informativas

La figura 6 representa como se interrelacionan los elementos de control de accesos instalados actualmente en el área de biblioteca de la Universidad.



**figura 6.** Elementos del proceso de gestión de acceso (fuente: Proyecto RADE)

El hardware de control de accesos en general se replica en cada uno de los puntos donde se tiene el control de apertura y cierre de puertas, esto tanto en biblioteca como en cualquier edificio. En el ingreso principal de Biblioteca se dispone de 3 carriles con unidades BoonEdam modelo Swinglane 900 y de una unidad Winlok 900, tal como se muestra en la figura 7.



**Figura 7.** Acceso automatizado entrada principal Biblioteca UTPL (fuente: Proyecto RADE)

Asimismo, para el funcionamiento de estos puntos se complementa con la plataforma integradora Andover Continuum la misma que se encuentra instalada en un servidor, estación de trabajo y también disponible como cliente web.

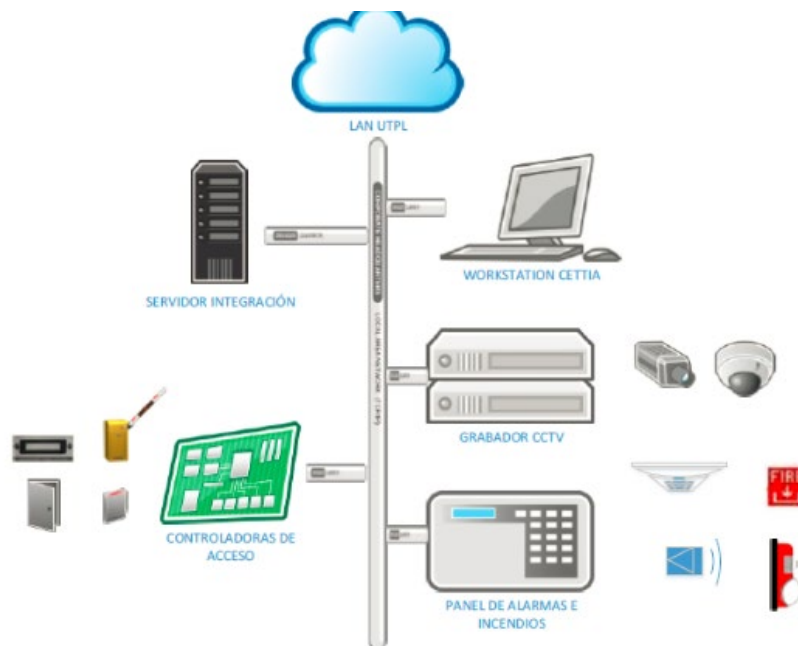
**Características servidor RADE**

- HP Proliant DL320e Gen 8 V2
- Ram 8 GB
- Procesador Intel 3.10 GHz Nro Procesadores 4
- Nro Discos 1 de 1TB sata
- Windows Server 2008 R2 Standard 64 bits

**Características estación de trabajo**

- Procesador core i5 (3ra generación)
- Memoria RAM 4GB
- Disco duro 500GB
- SO Windows 10 Pro

Por otra parte, la universidad también cuenta con hardware y software para gestionar el acceso a parqueaderos, laboratorios y administrar paneles de alarmas, incendios, videos y cámara, tal como se representa en la figura 8. la misma que a futuro será migrada para consolidarse con el proyecto RADE.



**Figura 8.** Componentes para la gestión de seguridad física (fuente: Proyecto RADE)

Para el **proceso de reserva de salas** se dispone de una plataforma web figura 9, la misma que parte de ejecutar la autenticación única del usuario a través del sistema de gestión de identidad que posee actualmente la Universidad. Luego procede a realizar la reserva de espacios, salas, y cubículos, según las funcionalidades asignadas por el nivel de acceso que se relaciona con el perfil de usuario que posee dentro de la aplicación.

Este sistema proporciona informes personalizados según se requiera, y permite exportarlos a diferentes formatos, según pertinencia para la gestión de trabajadores, estudiantes y recursos de la institución.

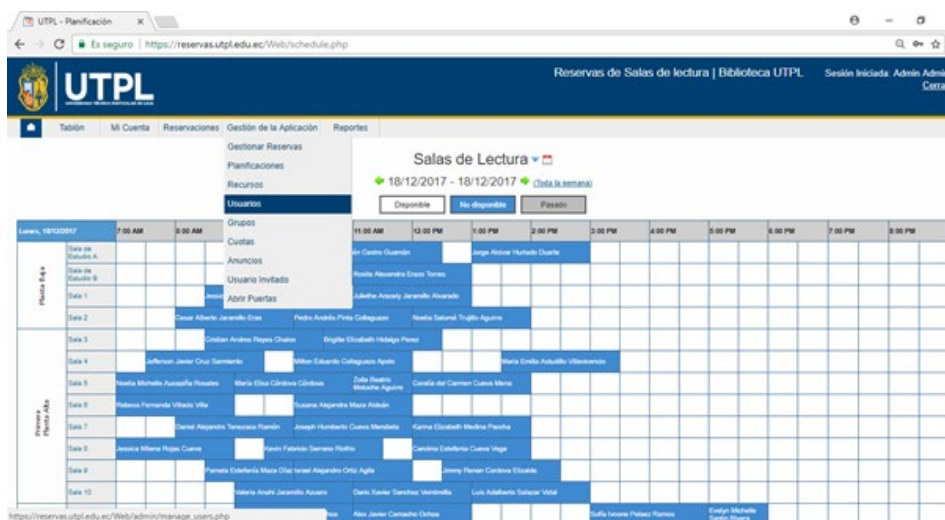


Figura 9. Frontal de reservas de espacios, cubículos y salas (fuente: Proyecto RADE).

El proyecto incluye la distribución física y lógica para realizar la gestión de credencialización, reserva de espacios y permisos de acceso a personas, también es preciso detallar el esquema lógico que tiene actualmente el proyecto para uso de las aplicaciones, ya que el mismo incluye orígenes de bases de datos de la universidad ya existentes y los que se han generado a través del proyecto, tal como se muestra en el esquema de la figura 10.

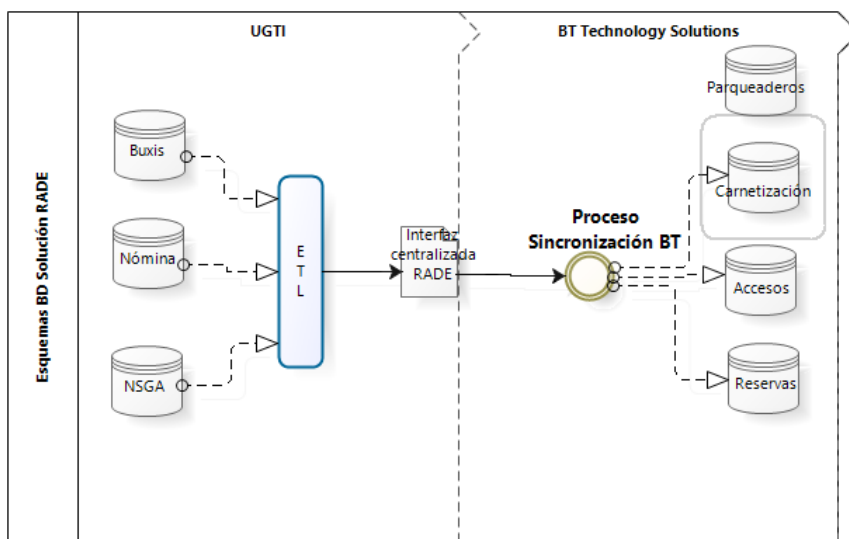


Figura 10. Esquema de sincronización de datos (fuente: Proyecto RADE)



Para poder brindar un mejor soporte a las aplicaciones y obtener información de accesos de los usuarios se dispone de un sistema de reportes sobre los accesos en tiempo real, así como en plantillas e indicadores personalizados los mismos que serán enviados hacia las instancias pertinentes, según sean solicitados. En la figura 11 se puede visualizar un ejemplo del reporte en tiempo real.

Figura 11. Frontal de reporte de eventos de acceso (fuente: Proyecto RADE)

## 6 Resultados

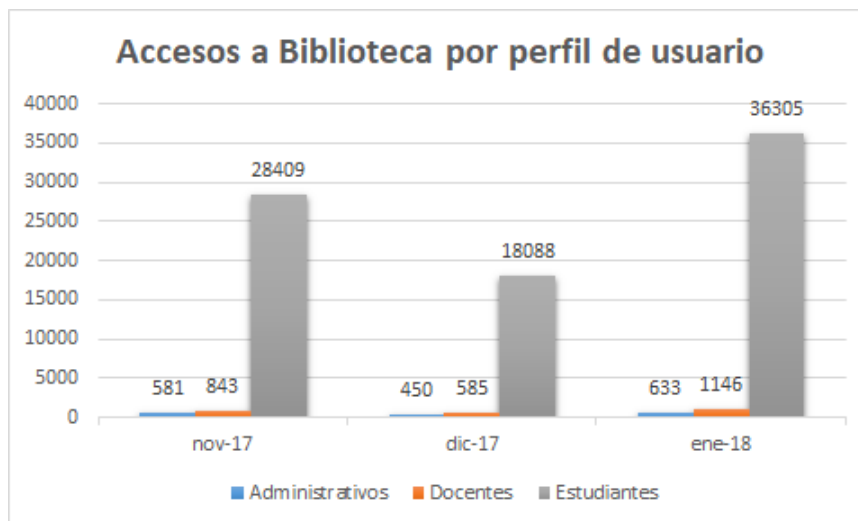
- Hasta el momento se han carnetizado a 10800 de 70000 usuarios registrados, esto se debe a que aún este proceso se realiza únicamente para la modalidad presencial, pero a futuro se pretende ampliar a estudiantes de modalidad distancia, y los empleados de los centros asociados de la universidad.

Rol	Cantidad
Estudiantes	9199
Administrativos	504
Docentes	1097

Tabla 1. Cantidad de carnets generados por tipo de rol

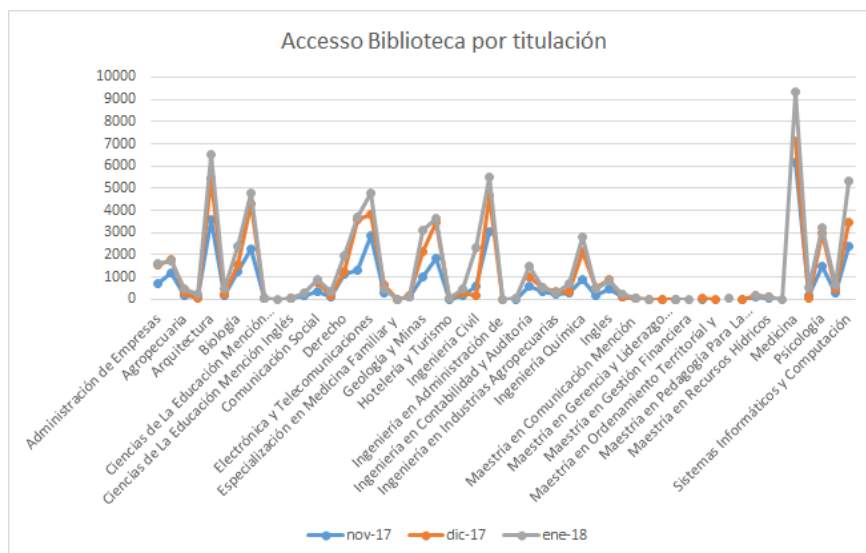
- Cada período académico se imprimen aproximadamente 2000 credenciales en promedio por campaña.

- A través de la plataforma web de gestión de espacios se realiza 3000 reservas mensuales aproximadamente.
- Actualmente acceden administrativos, docentes y estudiantes al área de Biblioteca, en la figura 12, se representa el número de estudiantes que acceden mensualmente al área de Biblioteca según el perfil de usuario.

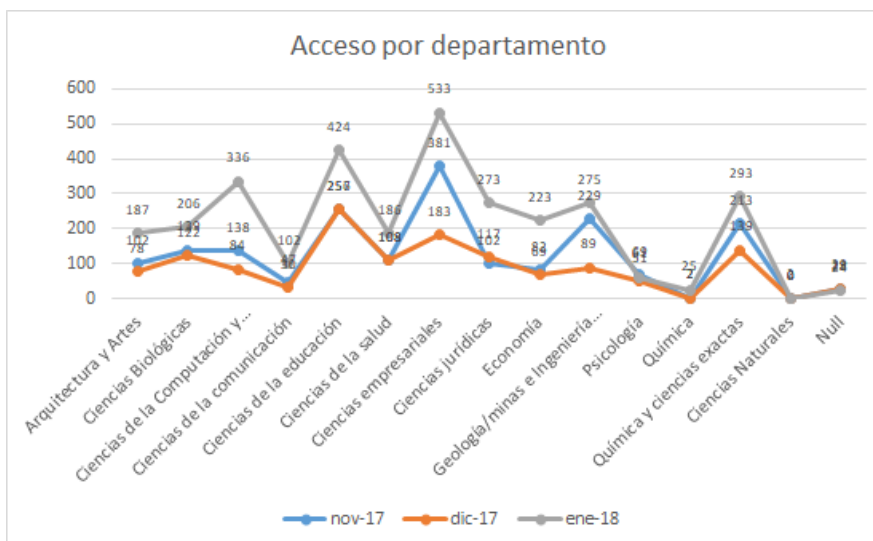


**Figura 12.** Número de accesos de Biblioteca por perfil de usuario (fuente: Proyecto RADE)

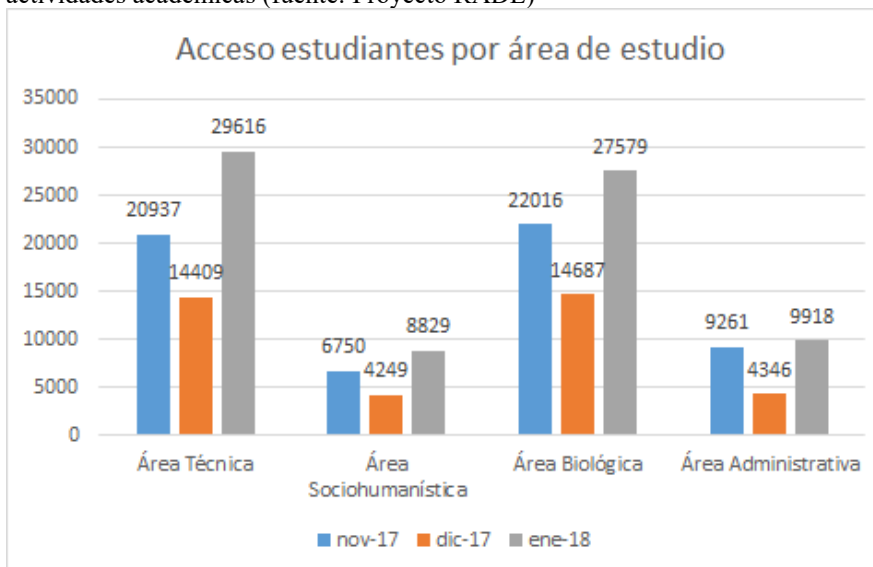
- Un indicador clave dentro de los procesos de la Universidad, es el que refleja la demanda de acceso y espacios en Biblioteca por diversos criterios académicos de negocio, representados en las figuras 13, 14, 15 y 16.



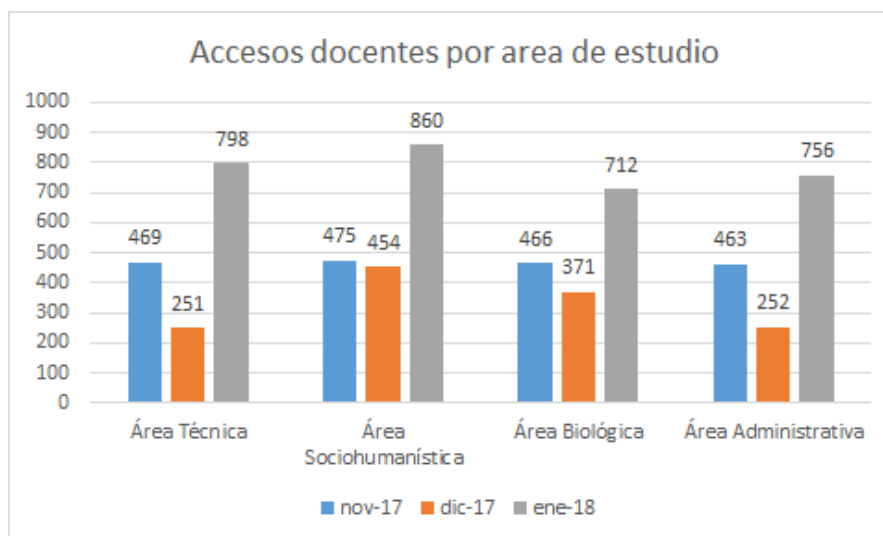
**Figura 13.** Número de accesos a Biblioteca por titulación académica (fuente: Proyecto RADE)



**Figura 14.** Número de accesos por departamento como apoyo a las actividades académicas (fuente: Proyecto RADE)



**Figura 15.** Número de acceso de estudiantes por área lo que me permite reflejar como están siendo utilizados los espacios de estudio y consulta que permitirán incentivar la investigación. (fuente: Proyecto RADE)



**Figura 16.** Número de acceso de docentes por área de estudio (fuente: Proyecto RADE)

- Adicional a la integración que se ha realizado en relación a las tecnologías y plataformas del mercado, también se aplicó a la solución el mecanismo que tiene la universidad de autenticación única SINGLE SIGN ON [6].

## 7 Conclusiones

- El proyecto RADE, mediante la automatización de procesos minimizó tiempos en el cumplimiento de actividades que anteriormente se cumplían de forma manual, tal como es el caso de acceso a biblioteca, reserva de salas y cubículos.
- La regularización de actores, responsabilidades y actividades permite que la ejecución de todos los procesos involucrados en RADE, se ejecuten con mayor eficacia y eficiencia.
- La correcta ejecución de planes de acción y seguimiento son factores clave en el desarrollo y cumplimiento de nuevos requerimientos que se tengan que cumplir.
- El apoyo en la proyección de mejoras continuas al proyecto RADE de todos los involucrados constituye un punto de partida para la optimización de nuevas iniciativas.
- El proyecto ha permitido generar indicadores para los organismos de educación superior.

## 8 Futuros Proyectos

- Implementación de un carnet virtual desplegado a través del aplicativo móvil de la Universidad.
- Vinculación de más espacios físicos de la universidad para gestión de accesos.

- Implementación de monedero electrónico para ofrecer servicios de impresión de copias y otros más a estudiantes.
- Registro automatizado de eventos.
- Control de acceso automatizado en aulas de clase, tanto para estudiantes como docentes.

## Agradecimientos

Este proyecto fue implementado gracias al patrocinio de la Gerencia Administrativa y Financiera de la Universidad Técnica Particular de Loja y todo el apoyo desde la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Información.

## Referencias

- [1] Universidad Técnica Particular de Loja, «UTPL,» 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.utpl.edu.ec/>. [Último acceso: 4 mayo 2018].
- [2] Universidad Técnica Particular de Loja, «Plan estratégico,» 2011. [En línea]. Disponible en: <http://www.utpl.edu.ec/sites/default/files/documentos/PLAN-2011-2020-A.pdf>.
- [3] CEDIA (2017), Estado de las tecnologías de la información y la comunicación en las universidades ecuatorianas. Disponible en: [https://www.cedia.edu.ec/dmdocuments/publicaciones/Libros/UETIC\\_2017.pdf](https://www.cedia.edu.ec/dmdocuments/publicaciones/Libros/UETIC_2017.pdf)
- [4] Soluciones HID para la Educación (2018). Disponible en: <https://www.hidglobal.mx/education>
- [5] HID® ICLASS® 213X EMBEDDABLE E ICLASS PROX EMBEDDED CARD (2018). Disponible en: <https://tarjetas-hid.com/producto/hid-iclass-213x-embeddable-e-iclass-prox-embedded-card/>
- [6] L. Iglesias, «Single Sign On,» Doctoral dissertatio, Facultad de Informát

## **Control Integral Data Center y Racks de la Universidad Nacional de San Luis**

Mariano Andrés Razetto, Luis Francisco Macías

Dirección General de Tecnologías de Información, Universidad Nacional de San Luis,  
>Ejército de Los Andes 950,  
5700 San Luis, Argentina  
razetto@unsl.edu.ar, lfmacias@unsl.edu.ar

**Resumen.** El presente trabajo muestra el diseño e implementación de un Sistema de Control Integral para el Data Center y los Racks distribuidos en el edificio de Rectorado de la Universidad Nacional de San Luis, Argentina. Dicho Sistema de Control está desarrollado en plataformas Arduino y Raspberry Pi 3, las cuales permiten recolectar y procesar datos de Sensores Remotos, a través de un protocolo propio de comunicación por Radiofrecuencia. Este trabajo tiene como propósito, complementar las herramientas de análisis y monitoreo de red de datos existentes, aportando información relevante de parámetros y magnitudes físicas tales como consumo de energía eléctrica, humedad relativa y temperatura. Estos datos obtenidos permiten realizar acciones remotas y/o automáticas como activación de ventilación y reinicio del suministro eléctrico de equipos. Además este proyecto aporta Control de Acceso de personas mediante Sensor de Huella Digital para las dependencias del Data Center y tarjetas RFID en los Racks distribuidos.

**Palabras Clave:** Control de Consumo de Corriente, Temperatura y Humedad. Sensores Remotos. Internet de las Cosas. Comunicación por Radiofrecuencia. Ventilación Automatizada. Acciones Remotas. Control de Acceso Biométrico. Control de Acceso RFID.

**Eje temático:** Infraestructura Tecnológica y Seguridad.

### **Abstract.**

This work shows the design and implementation of an Integral Control System for the Data Center and the Racks distributed in the "Rectorate Building" of the National University of San Luis, Argentina. Said Control System is developed in Arduino and Raspberry Pi 3 platforms, which allow to collect and process data from Remote Sensors, through its own radiofrequency communication protocol. The purpose of this work is to complement the existing data network analysis and monitoring tools, providing relevant information on physical parameters and magnitudes such as electricity consumption, relative humidity and temperature. This data allows remote and / or automatic actions such as activation of ventilation and restart of the electrical supply of equipment. The data obtained by the remote sensors are acquired by the Raspberry Pi 3 central computer and sent by the MQTT protocol to a "Thingsboard" server that allows real-time and historical graphical visualization of all the obtained parameters. This project also provides People Access Control through Fingerprint Sensor for the Data Center dependencies and RFID cards in distributed Racks. The technologies employed have the advantage of being low cost and highly available in the Argentine market, representing a cost less than 1% of the infrastructure benefited by this System.

## 1 Introducción

La Dirección General de Tecnologías de la Información de la Universidad Nacional de San Luis brinda servicios informáticos a distintas áreas de esta casa de altos estudios. Dentro de la infraestructura utilizada para dicho propósito se encuentran el Data Center, donde se alojan 51 servidores con equipamiento de red de datos, y los Racks distribuidos en el edificio de Rectorado, que contienen switches y otros equipos que posibilitan dar servicio de Internet y VOIP.

El grupo de trabajo de dicha Dirección, en su labor diaria, ha detectado distintas carencias y problemáticas. Las cuales se enumeran a continuación:

1. Ausencia de control de acceso a personas: Tanto el Data Center como los Racks distribuidos no poseen un control de seguridad que autorice o inhiba el acceso a individuos dentro de los mismos. Esto representa una gran problemática, ya que en el lugar se alojan y ejecutan servicios y equipos vitales para el funcionamiento operativo y administrativo de la universidad.
2. Ausencia de Control de Ambiente: La sala del Data Center no posee un sistema de control de temperatura y humedad, el sitio es enfriado mediante dos splits de aire acondicionado funcionando con su propia regulación de termostato. Esta sala también carece de ventilación aérea por extractores. Los Racks carecen de monitoreo de temperatura y humedad.
3. Falta de control de consumo eléctrico: No se posee información ni tampoco control del consumo eléctrico de los equipos, tanto en el Data Center como los Racks.

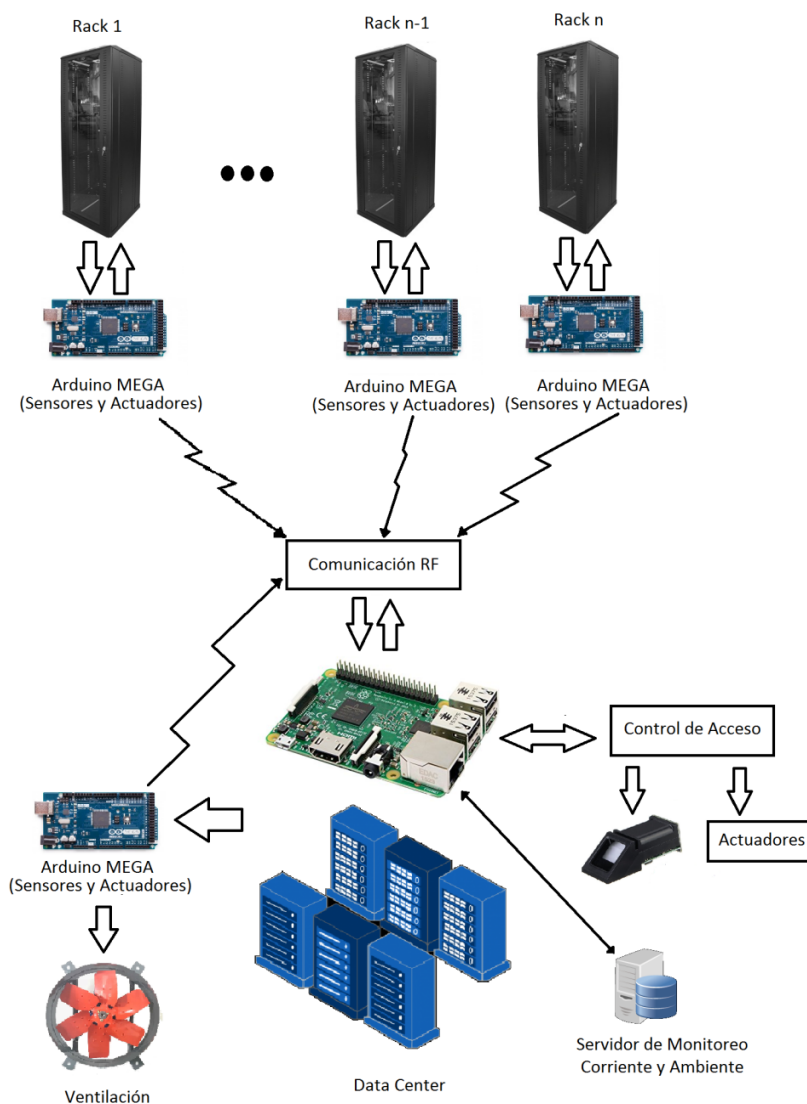
Este sistema de Control Integral, se diseñó e implementó para solventar las problemáticas listadas anteriormente, basado en plataformas Raspberry Pi 3 y Arduino, que comunican sus datos adquiridos a través de un protocolo propio de comunicación por radiofrecuencia diseñado específicamente para este proyecto.

El tipo de hardware utilizado, presenta la ventaja de ser económico y de fácil adquisición por su amplia difusión, lo que es un beneficio al momento de realizar reparaciones y ampliaciones.

## 2 Desarrollo

### 2.1 Arquitectura de la Implementación

En la figura 1 se observa el esquema general de la arquitectura diseñada para la implementación del Control Integral.



**Fig. 1.** Esquema General de la Arquitectura del Control Integral.

En cada Rack distribuido del edificio de Rectorado se encuentran instaladas placas Arduino las cuales adquieren datos de los sensores de consumo de energía, temperatura y humedad. Para el control de acceso, dichas placas poseen conectadas un módulo sensor RFID, con un sensor de apertura de puerta de rack y un actuador de cerradura realizado con un pequeño servo motor.

Cada Arduino instalado en el Rack se comunica con la Computadora Central, Raspberry Pi 3, a través de un protocolo propio de comunicación por radiofrecuencia, permitiendo el envío de datos de sensores, configuraciones y actuaciones remotas.

En el Data Center se encuentran instaladas una placa Arduino Mega y la Computadora Central Raspberry Pi 3. La Arduino Mega se encarga de adquirir los datos de los sensores de consumo de energía por cada sector, los sensores de temperatura/humedad interior/externo, y el actuador de ventilación del sitio. Todos los datos adquiridos de los sensores son enviados por el protocolo de comunicación



RF a la Raspberry Pi 3, la cual controla la comunicación inalámbrica y almacena toda la información recibida en archivos temporales para ser utilizados por programas de capa superior de monitoreo y control.

El Control de Acceso al Data Center se realiza mediante un Sensor de Huella Digital conectado por USB a la Raspberry Pi 3, la cual ejecuta el programa de control desarrollado en lenguaje Python. La apertura de la puerta se comanda mediante un sensor de proximidad magnética y un pestillo eléctrico el cual libera la cerradura de la misma, permitiendo el ingreso únicamente a los usuarios autorizados por el sistema.

Para evitar la pérdida de refrigeración de la sala por apertura prolongada de la puerta, el sistema posee un buzzer que emite una alarma sonora cuando ocurre este evento. El programa de control registra todas las acciones de ingreso y salida al sitio.

La recolección y visualización de los datos provistos por los sensores, se realiza usando programa “Thingsboard”, el cual es especializado en telemetría para Internet de las Cosas. La Raspberry envía los datos sensores mediante el protocolo MQTT. Dicho programa se encuentra disponible, gratuitamente en el sitio: [thingsboard.io](https://thingsboard.io) [1].

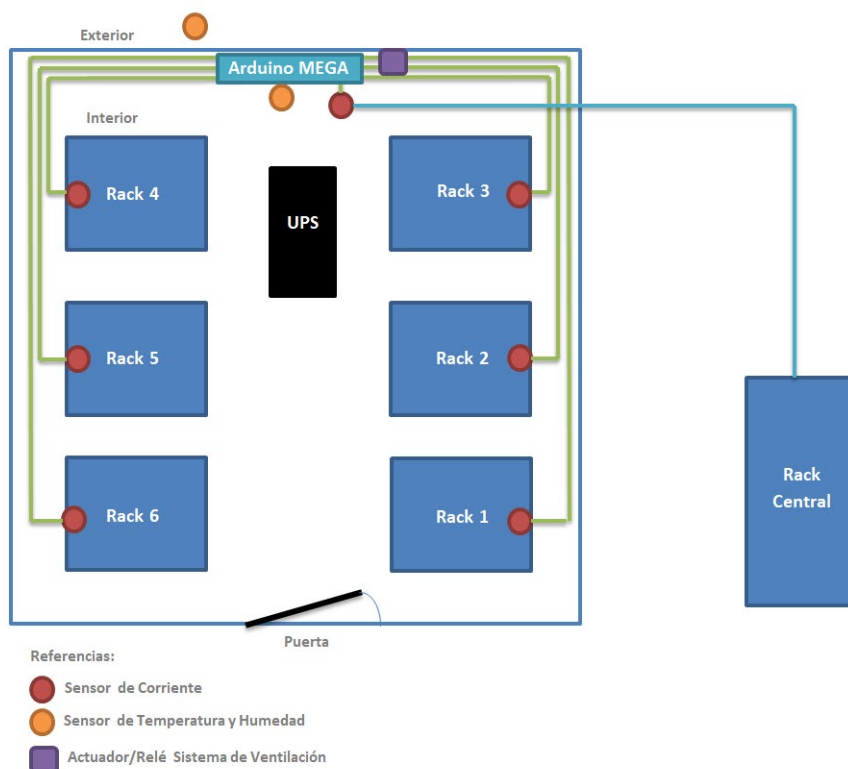
La Raspberry Pi 3 se encuentra conectada mediante Ethernet a la red de datos de la Universidad y ejecuta el Sistema Operativo Raspbian (disponible en el sitio [Raspberry.org](https://www.raspberrypi.org) [2]) el cual es basado en la distribución Linux Debian.

Todos los programas desarrollados para esta implementación fueron escritos en Python 2.7. Se emplean bash scripts para la ejecución automática de los mismos al inicio del sistema operativo.

Las Arduino MEGA fueron programadas con el entorno nativo Arduino IDE, disponible en el sitio oficial de Arduino [3], el cual posee una amplia gama de librerías gratuitas, para conexión con distintos módulos de hardware compatibles.

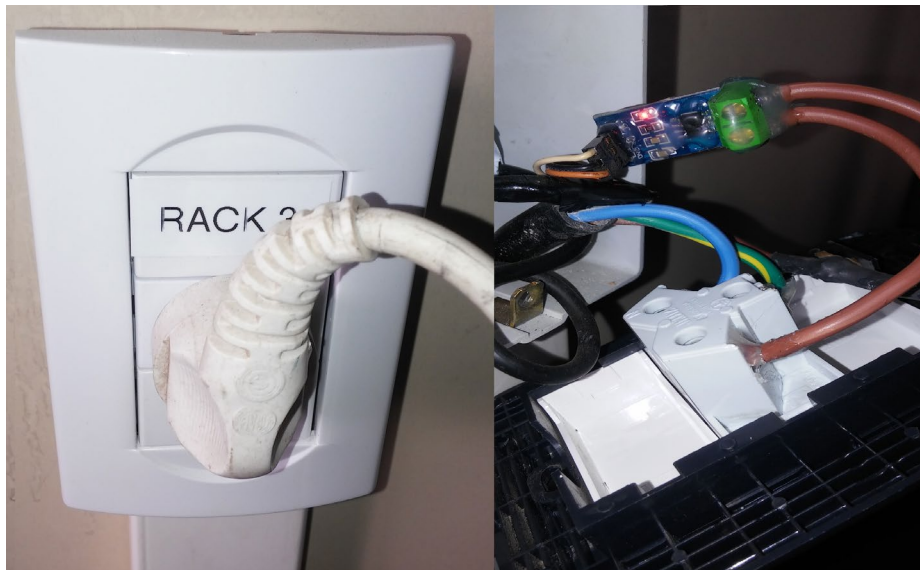
## **2.2 Monitoreo de Consumo Eléctrico y Control de Temperatura y Humedad en Data Center**

Tal como fue descrito anteriormente, el Data Center cuenta con varios sensores instalados para monitorear el consumo de corriente eléctrica y los valores de temperatura y humedad en el interior y en el exterior aledaño al mismo. En la figura 2, se observa la distribución de los sensores instalados, el sitio se encuentra dividido en 7 sectores de consumo eléctrico: Rack Central, Rack 1, Rack 2, Rack 3, Rack 4, Rack 5 y Rack 6. Cada uno de estos sectores representa un módulo donde están instalados los servidores y equipos de redes de datos pertinentes al Data Center.

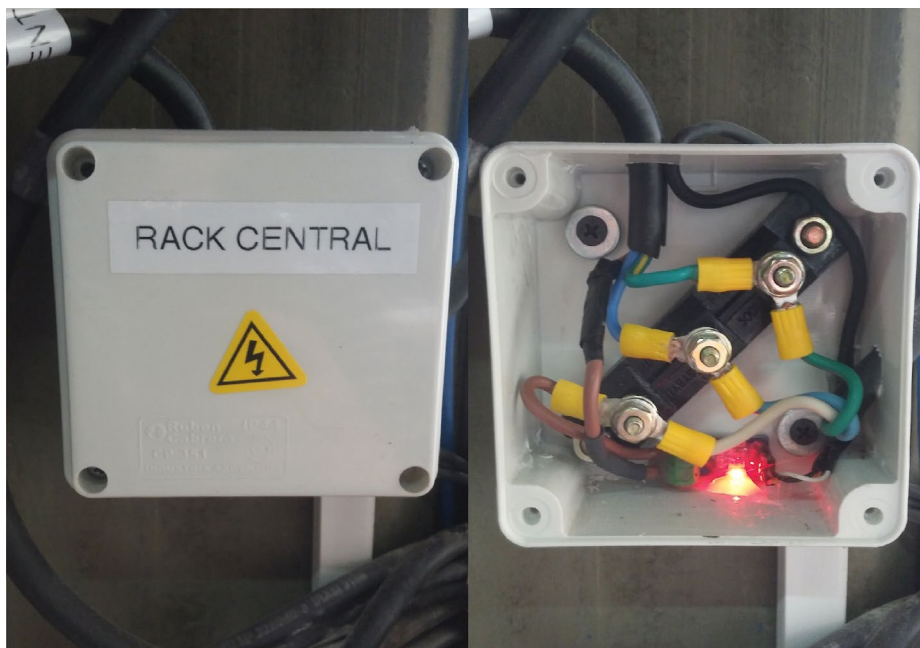


**Fig. 2.** Distribución de Sensores en el Data Center.

Para los Racks del 1 al 6, los sensores de consumo de corriente se encuentran instalados en serie a cada tomacorriente que da suministro eléctrico dentro de las cajas eléctricas que los contienen (figura 3), para el Rack Central, cuya ubicación es fuera de la sala de servidores a 3 metros de distancia de la misma, se emplazó el sensor de consumo eléctrico en serie con la línea de alimentación eléctrica proveniente del tablero principal del sitio (figura 4).



**Fig. 3.** Emplazamiento de los sensores de consumo de corriente para Racks 1 al 6. Se observa la caja eléctrica (izquierda) donde se encuentra instalado cada sensor conectado en serie con el tomacorriente de la misma (derecha).



**Fig. 4.** Emplazamiento del sensor de consumo de Corriente para el Rack Central.

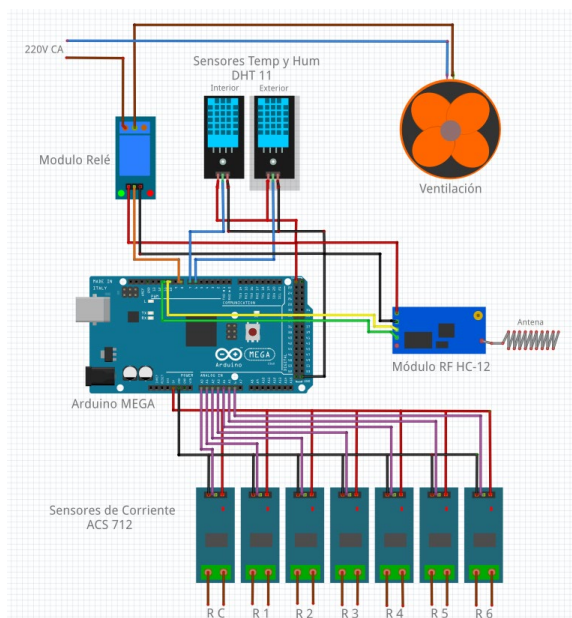
Los círculos anaranjados de la figura 2 denotan la ubicación de los sensores de temperatura y humedad, los cuales están dispuestos para censar la zona interior a la sala de servidores y la alledaña exterior de esta. El cuadrado violeta representa la ubicación del actuador para el accionamiento de la ventilación de la sala (figura 5),

que se activa automáticamente cuando la temperatura exterior es 5 °C inferior a la interior.



**Fig. 5.** Sistema de ventilación automático del Data Center. Observa la conexión del impulsor de aire (izquierda) con el actuador relé instalado dentro de la caja del tomacorriente (derecha).

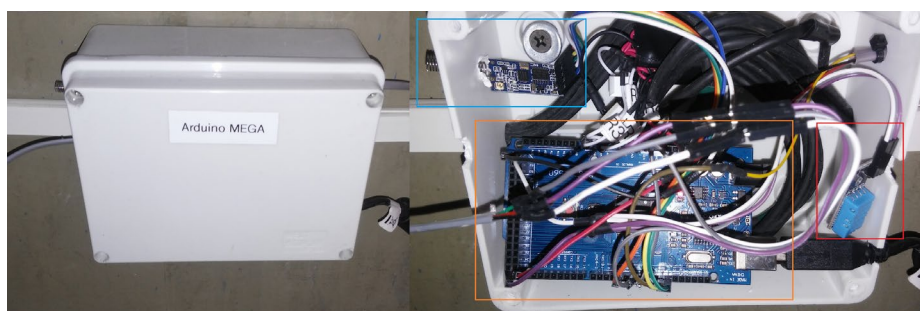
Los actuadores y sensores del Data Center están conectados a la placa de Arduino Mega, tal como detalla el esquema de conexionado de la figura 6.



**Fig. 6.** Conexión de Sensores y Actuadores del Data Center con placa Arduino Mega.

La funciones de la Arduino Mega son: adquirir los datos de los 7 sensores de consumo de corriente ACS 712 mediante las entradas analógicas, adquirir los datos de los sensores de temperatura y humedad DHT 11 conectados a entradas digitales, activar el módulo relé para accionar el sistema de ventilación, y transmitir los datos adquiridos por radiofrecuencia empleando el módulo inalámbrico HC-12.

La placa Arduino MEGA se encuentra instalada en una caja plástica fijada en la Sala de Servidores del Data Center (figura 7) y es alimentada mediante un extensor USB conectado a uno de los servidores.



**Fig. 7.** Caja contenedora de Arduino MEGA. En la parte izquierda de la figura se observa la caja cerrada, y en la derecha, su interior. En el cual se encuentra la placa Arduino MEGA (recuadro naranja), el módulo inalámbrico HC-12 (recuadro celeste) y el sensor de temperatura y humedad interior DHT-11 (recuadro rojo).

### 2.3 Control de Acceso a personas en el Data Center

Tal como se menciona en la sección 2.1, se implementó un sistema de control de acceso a personas, por huella digital, el cual ejecuta las siguientes funciones:

1. Permitir ingreso a la Sala de Servidores del Data Center solamente al personal autorizado.
2. Registrar eventos de ingresos autorizados, con sus correspondientes fechas, horarios y personas responsables.
3. Registrar intentos fallidos de ingreso a la sala, con horarios y fechas.
4. Registrar apertura de la puerta de la sala de servidores no realizada por este sistema de control, sino por métodos manuales (llaves de cerradura, etc.).
5. Almacenar horarios de ingresos y salidas de la sala de servidores de los individuos autorizados por el sistema.
6. Emitir alarma sonora por apertura prolongada de la puerta de la sala, con el fin de mantener la refrigeración del sitio y al mismo tiempo evitar que el personal olvide cerrar la puerta de ingreso.

Este sistema de control se vale de un sensor de huella digital ZFM-20 el cual se encuentra conectado a la computadora central Raspberry Pi 3 cuando el sistema autoriza la huella digital, ingresada por el sensor, se acciona un pestillo eléctrico que libera la puerta para ingresar al sitio. El pestillo es comandado mediante un módulo relé estado sólido conectado a la Raspberry Pi 3, el cual energiza la fuente de alimentación del pestillo cuando es necesario la apertura de la puerta.

Para capturar los movimientos de la puerta de ingreso, se emplea un sensor de proximidad magnética montado en ella.

La lectura de huella del sensor se habilita mediante la presión de un pulsador ubicado en las cercanías del mismo (figura 8), este método aumenta la vida útil del sensor dado a que se enciende solamente cuando es necesario ingresar al sitio.



**Fig. 8.** Sensor de Huella Digital ZFM-20 y su pulsador. Inactivo (izquierda) y Sensor activo esperando huella (derecha).

El montaje de todo el sistema es mostrado en la figura 9, donde se puede observar la vinculación de todos los dispositivos con la Raspberry Pi 3, instalada dentro de la Sala de Servidores del Data Center.



**Fig. 9.** Montaje de Raspberry Pi 3 en Sala de Servidores.

En la figura 10 se observa el esquema de conexionado, cabe mencionar que el sensor ZFM-20 no puede ser conectado directamente a la Raspberry Pi 3, para solucionar ello se empleó un convertor USB-TTL. Las conexiones del sensor magnético y el pulsador se realizaron mediante circuitos de resistores de pull-up. La alarma sonora es efectuada mediante la activación de un módulo Buzzer de 5V compatible con la placa.

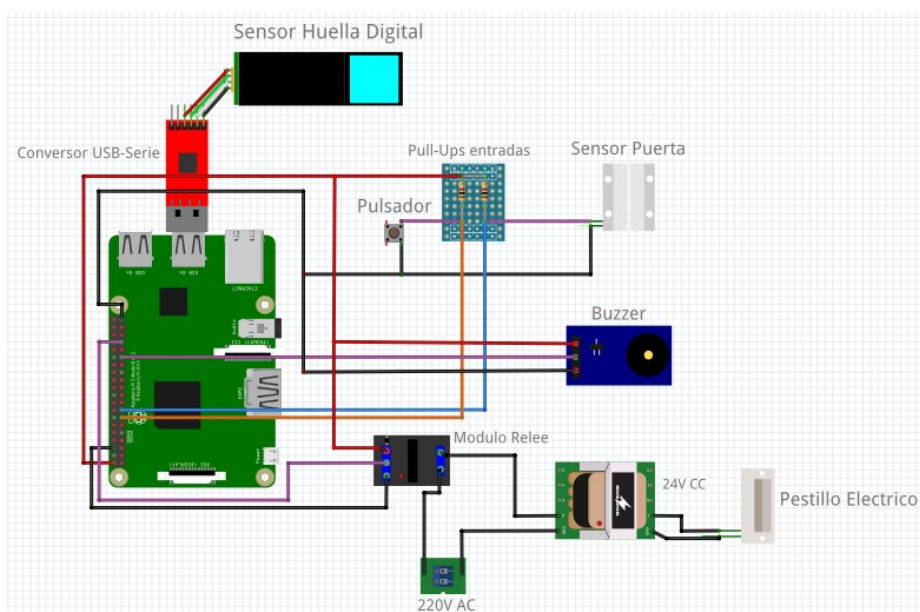


Fig. 10. Esquema de conexión de Control de Acceso de Personas en el Data Center.

### 2.3.1 Programas del Control de Acceso en el Data Center

Los algoritmos que se encargan del control de los dispositivos de hardware, de la carga y eliminación de los usuarios autorizados para ingresar al sitio fueron desarrollados en Python. Para esto se escribieron tres programas:

1. Programa de enrolamiento: Se emplea para la carga de nuevos usuarios
2. Programa de eliminación: Se utiliza para eliminar un usuario de la lista autorizada
3. Programa de Control: controla el hardware conectado para efectuar la apertura de puerta y alarmas sonoras, y registra todos los eventos.

Para la programación de estos algoritmos se empleó la adaptación para Python de las librerías Adafruit para el sensor ZFM-20 [4].

La ejecución de los programas de enrolamiento y eliminación puede ser efectuada mediante un terminal remoto SSH por los administradores del sistema, los programas permiten un máximo de 40 usuarios permitidos para ingresar al Data Center. El programa de control se ejecuta automáticamente al inicio del sistema operativo de la Raspberry Pi 3, es decir cuando el hardware de la placa es energizado.

### 2.4 Comunicación RF

En el diagrama de la fig. 1 de la sección 2.1 se observa, en su parte central, el bloque de Comunicación RF. Este hace referencia a: un protocolo propio diseñado e implementado en las placas Arduino y el la Raspberry Pi 3, y al hardware dedicado para la transmisión por radiofrecuencia con este protocolo.

El protocolo de comunicación RF posee las siguientes características y funciones:

1. Transmitir datos de configuración desde la computadora central (*Raspberry Pi 3*) a las placas Arduino instaladas en los Racks y la Sala de Servidores.
2. Recibir en la computadora central los datos provenientes de sensores conectados en las Arduino instaladas los Racks y la Sala de Servidores.

3. Autoaprendizaje de dispositivos nuevos, es decir placas nuevas Arduino que sean instaladas en Racks.
4. Transmisión serie Asíncrona, basada en división de tiempo, con comprobación y registro de errores.
5. Almacenar información en archivos temporales, en este caso archivos “.json”, para el uso en capas superiores.
6. La computadora Central Raspberry actúa como Maestro y las Arduino como Esclavas de la comunicación.
7. Independencia de la Red de Datos Cableada, para que el sistema continúe funcionando en casos de fallas de la misma.

Para la transmisión por Radiofrecuencia se emplea el módulo inalámbrico HC-12 (figura 11), el cual es compatible con Arduino y Raspberry. Este módulo es de transmisión serie a byte. Posee una potencia de transmisión de 100mW, y permite usar 100 canales con frecuencia central de 433 MHz. La tasa de baudios configurada es de 2400 por segundo, pero permite una amplia elección de tasas y modos de transmisión, los cuales se encuentran documentados en su hoja de datos [5].

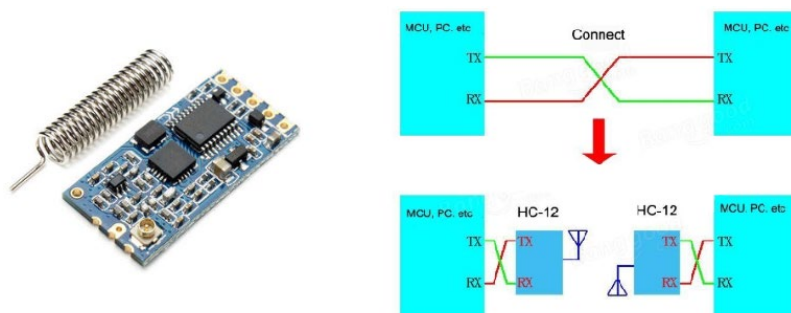


Fig. 11. Módulo Inalámbrico HC-12 (izquierda) y principio de funcionamiento (derecha).

El módulo actúa como un transceptor de la UART serie de los dispositivos a los que se conecta, se encarga automáticamente de la modulación de señal, siendo equivalente a una conexión half-duplex serial.

La antena utilizada para esta transmisión es unidireccional de media longitud de onda, 34 cm de largo. Esta antena fue elegida entre varios tipos, tras pruebas de ensayo de cobertura señal dentro del edificio de Rectorado.

En la figura 12 se observa la conexión necesaria para la transmisión entre la Raspberry Pi 3 y una placa Arduino, usando la Comunicación por RF.

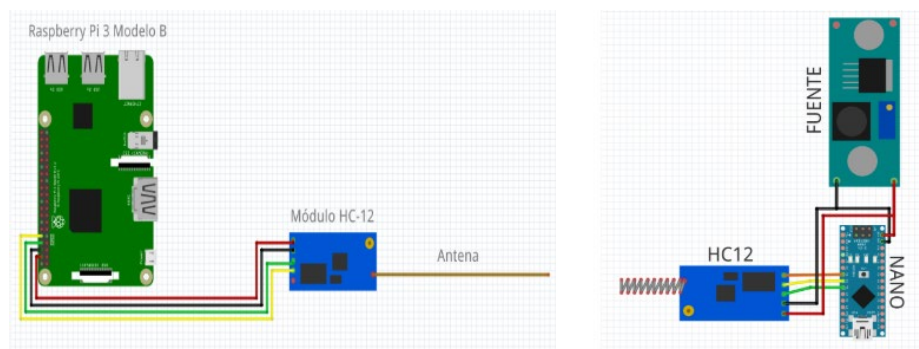


Fig. 12. Conexión para Comunicación RF entre Raspberry Pi 3 y Arduino.



#### 2.4.1 Repetidor de Señal RF

Dado a que existen zonas en el edificio de Rectorado donde la señal se encuentra debilitada por obstáculos, fue necesaria la creación repetidores. Para esto se empleó dos módulos HC-12 en conexión cruzada (figura 13) donde uno transmite en el canal original y el otro retransmite haciendo cambio de frecuencia.

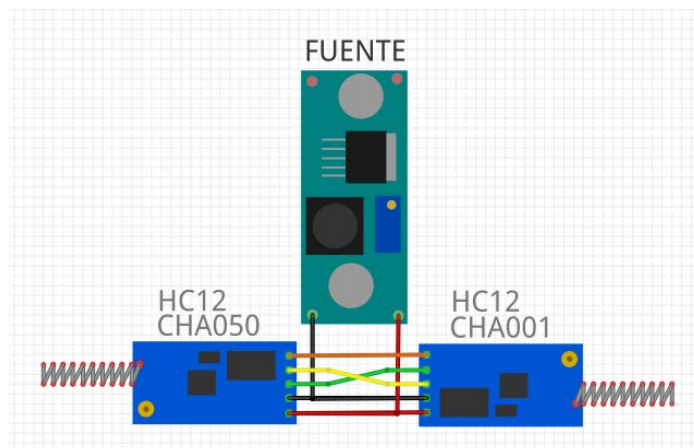


Fig. 13. Repetidores RF.

#### 2.5 Control Integral en Racks

Al igual que la Sala de Servidores del Data Center, el Control Integral es extendido a los Racks. Para esto se instalaron placas Arduino que posibilitan:

1. La Comunicación RF con la Computadora Central, para la transmisión de datos y configuraciones.
2. Control de Acceso por tarjeta RFID, con lista de usuarios configurable desde la computadora central.
3. Monitoreo en tiempo real e histórico de Consumo de Corriente Temperatura y humedad
4. Interrupción y restablecimiento de alimentación eléctrica en equipos, comandado por relés

La placa Arduino se instala en cada Rack dentro de una caja plástica, a esta se le conectan todos los módulos de hardware. Los sensores de corriente y los relé son instalados en cada toma del canal de tensión del Rack, para obtener el consumo eléctrico de cada dispositivo y comandar la alimentación eléctrica de los equipos remotamente.

Para la apertura de la puerta se utiliza un servomotor que permite la liberación de la cerradura. Los valores de temperatura y humedad se obtienen con un sensor DHT-11, y las tarjetas RFID son leídas para su comprobación con un lector compatible de comunicación SPI. Las alarmas sonoras se realizan con un buzzer piezoeléctrico compatible.

Para transmisión de datos se emplea el módulo HC-12 comandado por el protocolo de Comunicación RF.

La figura 14 esquematiza todo lo mencionado anteriormente.

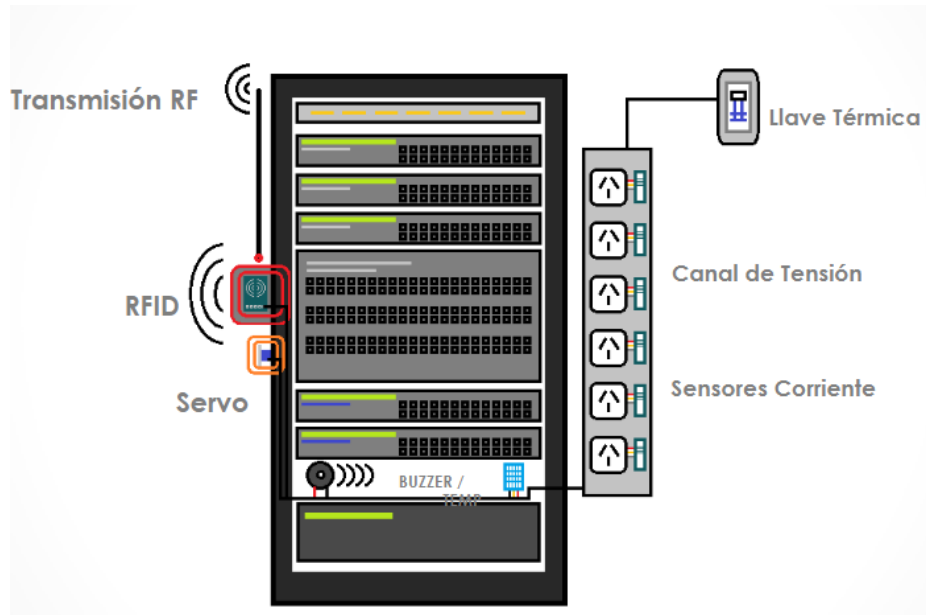


Fig. 14. Dispositivos para control Integral en Racks.

El conexionado de los dispositivos de hardware para los racks se observa en la figura 15.

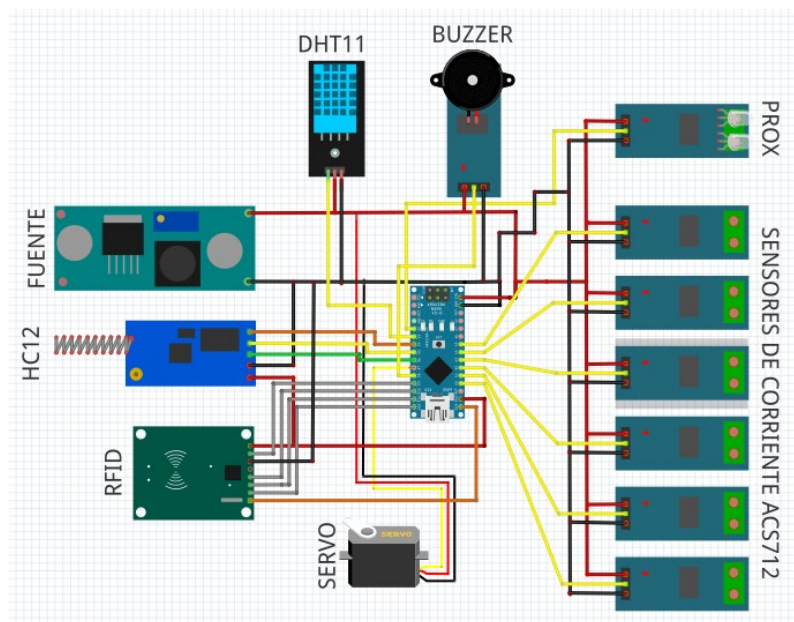


Fig. 15. Esquema de conexión de dispositivos en Racks.

## 2.5 Programa de Monitoreo de Data Center y Racks

En la sección 2.1 se mencionó el uso del programa “Thingsboard”, para el almacenamiento y visualización de los datos adquiridos de los sensores remotos, instalados en el Data Center y los Racks del edificio de Rectorado.

La computadora central, almacena temporalmente todos los datos recibidos por el protocolo de comunicación RF y luego los envía por el protocolo MQTT al servidor Thingsboard, esta interacción se visualiza en la figura 16.

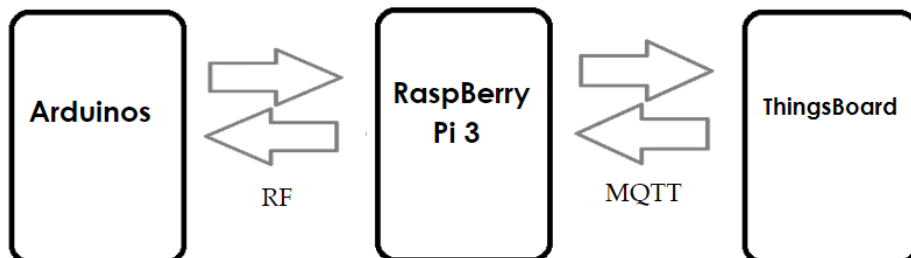


Fig. 16. Interacción entre sensores, Computadora Central y servidor Thingsboard.

El programa “Thingsboard” se encuentra disponible gratuitamente en su sitio oficial [1], permite la visualización de los sensores y dispositivos en forma de paneles (figuras 17, 18 y 19). El sitio del programa brinda documentación para la instalación en servidores, envío de telemetría datos desde dispositivos al programa y armado de paneles.

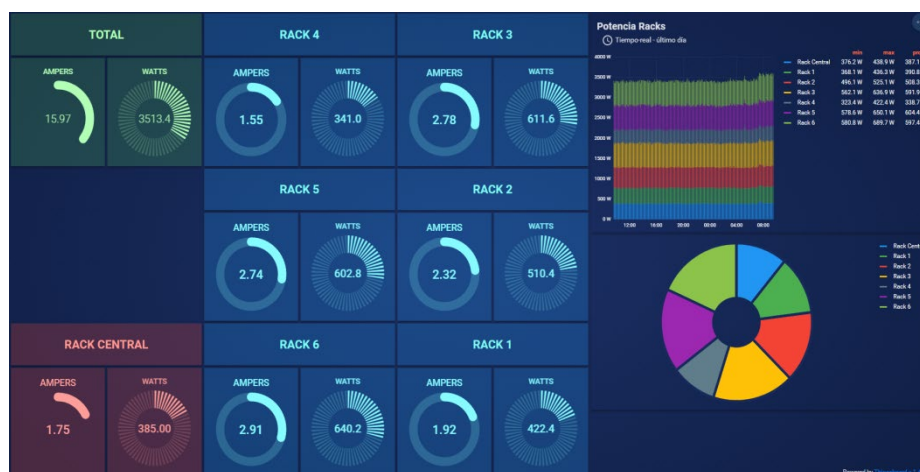


Fig. 17. Panel de Consumo de Energía Data Center.

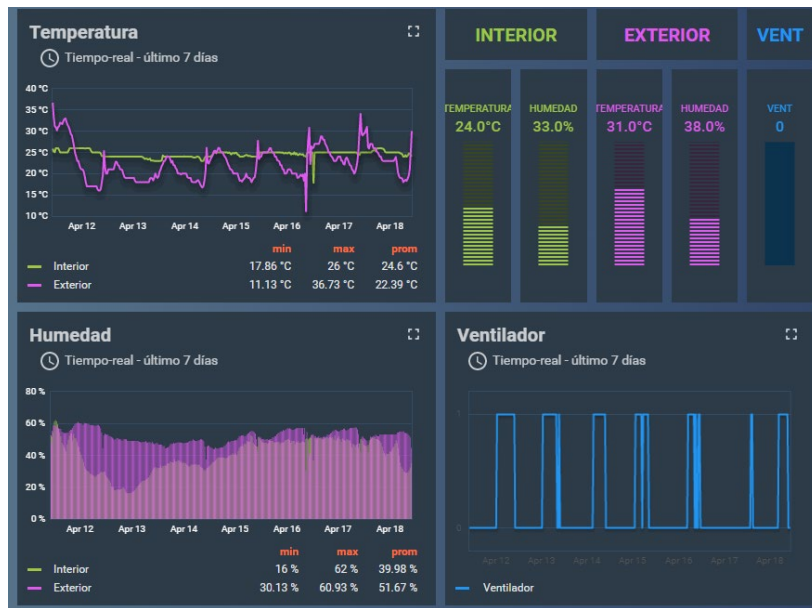


Fig. 18. Panel de Control Ambiental Data Center.



Fig. 19. Panel de Monitoreo para un Rack.

Los paneles permiten crear medidores en tiempo real, gráficos históricos, gráficos de torta, y otras opciones para la visualización e interpretación de datos de sensores o dispositivos IoT. Dichos paneles pueden accederse vía un navegador web, en vista pública o con usuario y contraseña. La configuración del programa se realiza mediante interfaz web con usuario y contraseña.

### 3 Conclusiones

Este trabajo es un complemento con los sistemas de control existentes (comprobación de ping, control de tráfico, softwares NMS, etc.), brindando información de parámetros físicos que aportan al diagnóstico de fallas dentro de la infraestructura de la red de datos de esta universidad.

La comunicación entre los dispositivos remotos instalados en los Racks y el Data Center, se realiza por medio de una red inalámbrica independiente de la red de datos, proporcionando robustez al trabajo realizado.

Los controles de Acceso, aumentó la seguridad de los equipos en su integridad física.

El control de consumo de energía en los equipos permite la optimización de la autonomía de los equipos UPS, apagando equipos “no vitales” de alto consumo en caso de interrupción del suministro eléctrico. También posibilita detectar averías en servidores y equipos al detectar consumo superior o inferior de lo habitual.

El costo de instalación de este sistema representa menos del 1% del presupuesto total para un Rack, el hardware empleado para este control en la Sala de Servidores del Data Center representa menos del 0,5% del costo total de los equipos dentro de esta.

El hardware necesario para la implementación de este trabajo, es de bajo costo y fácil adquisición, lo cual permite reemplazos por fallas y escalabilidad futura.

### **Pasos Siguientes**

Mejora del sistema, agregando funcionalidad de control de encendido y apagado (sectorizado) del suministro eléctrico en la Sala de Servidores del Data Center. Instalación del Sistema de Control Integral en infraestructura de red de datos de otros edificios del campus de la Universidad Nacional de San Luis.

### **Agradecimientos**

Este trabajo forma parte de Los Trabajos Finales de Ingeniería Electrónica: Control de Control Integral Centro de Cómputos UNSL y Sistema de Control de Acceso y Gestión Gabinetes de DGTI UNSL. El mismo es financiado y posibilitado por la Dirección de Tecnologías de Información, Universidad Nacional de San Luis. Los autores agradecen al Director Fernando Aversa y al Coordinador Pablo Altemir por permitir realizar este proyecto, y además, mostrar una gran disposición y entusiasmo para la implementación del mismo.

### **Referencias**

1. Sitio web del programa Thingsboard. Thingsboard IoT Platform. <https://thingsboard.io>
2. Sitio web oficial de Raspberry Pi. Raspberry Pi. <https://www.raspberrypi.org>
3. Sitio web oficial de Arduino. Arduino. <https://www.arduino.cc>
4. Librerías Adafruit para el sensor ZFM-20. Github. <https://github.com/bastianraschke/pyfingerprint>
5. Hoja de datos módulo HC-12. HC-12 Wireless Serial Port Communication Module. <https://www.elecrow.com/download/HC-12.pdf>



## **SESIÓN IoT Y e-CIENCIA**





## **Modelo para la Creación de Redes de Conocimiento por medio de Internet de las Cosas (IoT)**

Chadwick Carreto<sup>20</sup>, Francisco Cerda<sup>1</sup>, Rolando Menchaca<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Escuela Superior de Cómputo – Instituto Politecnico Nacional  
Seccion de Estudios de Posgrado e Investigación  
ccarretoa@ipn.mx, fcerdam@ipn.mx

<sup>2</sup> Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica – Instituto Politecnico Nacional  
Seccion de Estudios de Posgrado e Investigación  
fmenchac@gmail.com

**Resumen.** En el presente trabajo se muestra el desarrollo de un Modelo para la creación de Redes de Conocimiento (MRC) basado en redes de nodos móviles, este modelo permitirá compartir información pertinente y útil para diferentes tipos de usuarios que se encuentren dentro de un entorno de Internet de las Cosas (IoT). El MRC permite la comunicación entre entes móviles que se integran en una red de nodos móviles, estos nodos comparten sus estados e información y cuentan con servicios que les permiten administrar el conocimiento, principalmente en los procesos de recopilación, clasificación y búsqueda de información de acuerdo a un perfil y necesidades específicas para la generación de redes de conocimiento. El MRC pretende poner a disposición de los usuarios, herramientas para el desarrollo de comunicación tanto síncrona como asíncrona en el ambiente de Internet de las Cosas donde se encuentren operando y colaborando.

**Palabras Clave:** Conocimiento, nodos móviles, red de conocimiento, Internet de las Cosas.

**Eje temático:** Infraestructura y Seguridad. **Subtema :** 4. Internet de las Cosas (IoT) / Sensores.

### **Abstract**

This paper shows the development of a Model for the creation of Knowledge Networks (MRC) based on networks of mobile nodes, this model will allow sharing relevant and useful information for different types of users that are within an Internet environment of Things (IoT). The MRC allows communication between mobile entities that are integrated into a network of mobile nodes, these nodes share their states and information and have services that allow them to manage knowledge, mainly in the processes of collection, classification and search of information in accordance to a profile and specific needs for the generation of knowledge networks. The MRC intends to make available to users, tools for the development of both synchronous and asynchronous communication in the Internet of Things environment where they are operating and collaborating.

**Keywords:** Knowledge, mobile nodes, knowledge network, Internet of Things.

## 1 Introducción

En la actualidad cualquier organización requiere de plataformas tecnológicas que permitan gestionar el conocimiento y coadyuven en la conformación de redes de Colaboración académica y de investigación e innovación educativa.

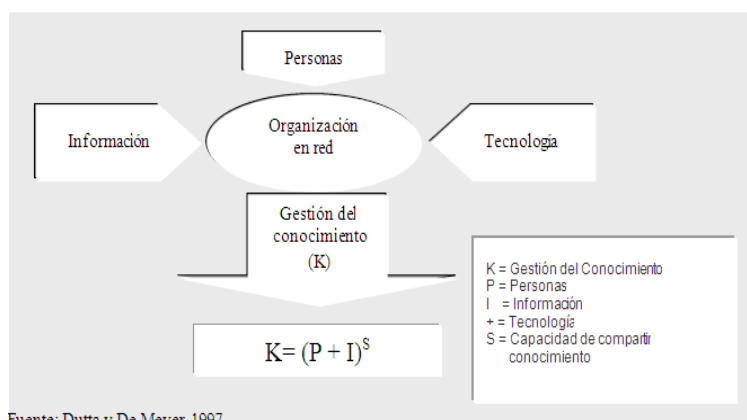
El conocimiento, cualquiera que sea su tipo o procedencia, es un activo de naturaleza intangible y, en consecuencia, invisible y de difícil valoración. Entre las características del ser humano, se encuentra la capacidad para aprovechar sus propias experiencias y convertirlas en acciones susceptibles de ser generalizadas para su transmisión a las generaciones subsecuentes, dicha cualidad natural del individuo se ha venido transformando en un proceso sistemático y paulatino de conocimientos, cuyo propósito ha sido entre otros, una mayor accesibilidad al desarrollo personal, para incrementar en su caso, la capacidad de adaptación del ser humano a las demandas de su entorno y su contexto social.

La sociedad actual enfrenta un sin número de retos, entre los que se encuentran definir mejores y más oportunas formas para poder comunicarse y colaborar.

El conocimiento es la variable más importante de cualquier organización, sin que por ello se desmerite la importancia de los recursos materiales, tecnológicos o financieros, es actualmente considerado como uno de los factores que mayores beneficios o perjuicios.

Es por esta situación que se requiere de formas y modelos capaces de comunicar y sobre todo compartir y aumentar el conocimiento para enfrentar los cambios que demandan las organizaciones, cambios con un enfoque de desarrollo integral, considerando que los modelos tradicionales y actuales de la administración, se encuentran en una etapa crítica, al no resolver los problemas y cubrir o satisfacer las necesidades que demanda la sociedad actual, es necesario migrar a las soluciones de Administración del Conocimiento y generar redes que permitan la transferencia e intercambio de conocimiento que se obtiene por diferentes medios entre ellos sensores y actuadores o entornos completos de Internet de las Cosas.

La gestión del conocimiento (Knowledge Management) posee la capacidad de regenerar el conocimiento y provocar el aprendizaje [4] lo definen como la habilidad de las personas para entender y manejar la información utilizando la tecnología y la compartición de conocimiento. Figura 1.



Fuente: Dutta y De Mever, 1997.

**Figura 1** Gestión del Conocimiento

Sin embargo, la mayoría de los autores especialistas en el tema acuerdan definir la gestión del conocimiento apoyándose en las diferentes etapas de las que se compone y/o en sus objetivos. [2].

En la sociedad globalizada del siglo XXI, las redes de conocimiento constituyen las máximas expresiones del hombre como productor de conocimientos y su necesidad de intercambiar y transferir lo que aprende y lo que crea, a partir de la interacción social dentro de una plataforma tecnológica y un contexto muy particular.

La producción de conocimiento está estrechamente relacionada con las necesidades de información y de las organizaciones formales que se crean para ello. Esta integración tiene como objeto producir conocimiento a partir de las necesidades integrales de sociedad, los principales retos son lo que se puede conocer como las tres Cs: Comunicarse, Colaborar, Compartir.

De acuerdo a esta problemática, es importante que las organizaciones cuenten con modelos de gestión de conocimiento y redes que permitan un desarrollo de sus capacidades personales por medio de esquemas que permitan compartir y generar conocimiento de forma práctica, sencilla y económica.

La forma mas apropiada para la implementación de dicho modelo es un entorno de Internet de las Cosas, ya que se trata de una red en la que interconectan objetos físicos (nodos) valiéndose del Internet. Los objetos o nodos se valen de sistemas embebidos, o lo que es lo mismo, hardware especializado que le permite no solo la conectividad al Internet, sino que además programa eventos específicos en función de las tareas que le sean dictadas remotamente y de los cuales se puede extraer mucha información para alimentar al modelo de administración de conocimiento.

La estructura del presente trabajo se define de la siguiente forma: en la sección 2 se describirá el Contexto y la propuesta de un Modelo de creación de Redes de Conocimiento, posteriormente en la sección 3 se describirá la tecnología utilizada, a continuación en la sección 4 se puntualizará la implementación del modelo con sus resultados y finalmente en la sección 5 se presentaran las conclusiones y el trabajo a futuro.

## **2 Problemática**

Definiremos a una red de conocimiento como una comunidad de personas que, de modo formal o informal, ocasionalmente, a tiempo parcial o de forma dedicada, trabajan con un interés común y basan sus acciones en la construcción, el desarrollo y la compartición mutuos de conocimientos [1].

En un contexto más social y dinámico ,las redes de conocimiento son las interacciones humanas en la producción, almacenamiento, distribución, transferencia, acceso y análisis de los conocimientos producidos por el hombre de manera sistemática o por el interés personal o grupal por compartir datos de cualquier índole y a través de cualquier medio, generalmente electrónicos; con el objeto de desarrollar sus capacidades de creación, entendimiento, poder, estudio y transformación de la realidad que lo rodea en un ámbito territorial y en un contexto económico social determinado [5].

Como se mencionó anteriormente las redes de conocimiento son el resultado de la actividad humana conformada en esencia por producir, gestionar y transferir conocimiento, y estructuradas mayormente por organizaciones creadas para tal fin, en tal sentido, existen varios modelos orientados a lo tecnológico y a lo social..

En este sentido, algunos autores como [2] proponen un modelo de red de conocimiento bajo el enfoque tecnológico a partir de tres elementos fundamentales:

un núcleo central, los clúster de colaboración y las unidades de generación de conocimiento. Al respecto, afirman que una red está compuesta por una entidad o grupos de personas que dirigen o coordinan las actividades que se orientan a la generación de conocimiento a partir de temas previamente definidos, se constituyen grupos o centros de investigación donde una red análoga puede agrupar una red o a varias de ellas. El soporte de esta integración es fundamentalmente por medios electrónicos de comunicación.

También [3] proponen un modelo de redes de conocimiento a partir del mismo enfoque tecnológico pero orientado a la gestión del conocimiento en las llamadas comunidades virtuales. Dicho modelo se estructura en tres elementos básicos: los miembros de la propia red, las herramientas de red constituidas por una plataforma netamente informática, y los temas de discusión definidos por los propios miembros (personas u organizaciones).

Estas experiencias, una latinoamericana y la unión europea, enriquecen el tema de las redes de conocimiento a partir de esquemas diferentes pero que reposan definitivamente en dos variables fundamentales: un grupo de personas que conviven en sociedad y una plataforma tecnológica que optimice la producción y transferencia del conocimiento producido por ellas.

En el presente trabajo, las redes de conocimiento se basan en un modelo de interconexión de nodos de conocimiento lo que se puede traducir en una red colaborativa y móvil que se concentra más en su carácter social y organizativo, en este sentido, las redes de conocimiento están conformadas por distintos tipos de redes, desde las redes sociales, las redes sociales primarias, las redes institucionales, las redes de cooperación y las redes de transferencia por citar algunos ejemplos.

Las redes de sociales se insertan en la concepción de la teoría de la acción colectiva que "delimita que el capital social formados por redes de reciprocidad, cooperación voluntaria y compromiso" son parte de la propia dinámica del sistema social. [1]

Las redes sociales comparten diferentes tipos de información, datos conocimientos y activos, de igual modo, involucran beneficio mutuo, confianza y trabajo coordinado íntimamente mediatizado por el mundo globalizado de la información.

Las redes primarias básicas se subdividen en redes sociales de acción. Las redes sociales de acción son "el conjunto de relaciones de gestión o administración, participación o asociación, que abarca pluralidad de personas o pluralidad de micro-organizaciones".

Las redes institucionales son todos los organismos que se crean o se organizan para producir conocimiento a partir de la investigación de las necesidades de las redes sociales y/o los problemas de las redes primarias, con el fin de coadyuvar a su desarrollo y avance social. Entre ellas están las universidades, los institutos de investigación, los centro de desarrollo tecnológico tanto públicos como privados, entre otros. En ellas también opera el tipo de red social de acción. Estas redes operan por miles en todos los países del globo, por lo que se pueden encontrar varias instituciones de un mismo país investigando o estudiando un mismo problema sin contar con una integración dinámica y efectiva a la hora de ahorrar esfuerzos, tiempo y dinero, a partir de esta problemática se originan las redes de cooperación.

Las redes de cooperación son organismos públicos o privados a nivel local, regional, nacional e internacional, que pueden cooperar técnica y financieramente con la red institucional a fin de gestionar proyectos conjuntos bajo parámetros de pertinencia, efectividad, eficacia, productividad y desarrollo.

En el mundo de hoy, estas redes interactúan dinámicamente en el campo de la ciencia y la tecnología en sus distintas disciplinas, tal es el caso del programa Alfa de

la Unión Europea, el programa CINDA o la Red de Montevideo operando como redes académicas, en el caso de las redes temáticas, se tiene la CYTED en Iberoamérica, en las redes de investigación se tienen el programa Marco de I+D de la Unión Europea y el CYTED en el par iberoamericano, entre otras.

Por otro lado, las redes de transferencia se caracterizan por agrupar entes, personas u organizaciones que tienen como fin intermediar y/o trasladar el conocimiento producido a las redes sociales e íntimamente ligados a los procesos de innovación tecnológica y desarrollo del conocimiento.

El propósito del presente trabajo es contextualizar como estos tipos de redes podrían trabajar en conjunto por medio de la tecnología actual y basándose principalmente en medios de intercambio de información que están siendo cada día más comunes como son los dispositivos móviles.

La tecnología y las telecomunicaciones actualmente permiten contar con redes de nodos que no son más que simples usuarios intercambiando información o puede extenderse este concepto hasta redes de personas que comparten conocimiento.

### **3 Modelo Propuesto de Conformación de Redes de Conocimiento**

En el mundo real, los individuos comparten información y de acuerdo a sus características y a la necesidad de trabajar con esa información se les puede clasificar en grupos de interés y de conocimiento. En este caso, las características que definen la pertenencia a un grupo son las necesidades que poseen los individuos, así como la forma en que interactúan con otros elementos de la Red de Conocimiento (RC). Bajo este esquema, las redes están caracterizados por los tipos de usuarios que interactúan entre sí. Por ejemplo, una red de conocimiento académico estará poblada por estudiantes, profesores, investigadores con intereses particulares, cada uno de ellos con sus respectivas restricciones, así como con su forma de interactuar con otros entes de esta red.

De esta manera, como se muestra en la Figura 2, las redes están definidas por conjuntos de entes pertenecientes a diferentes grupos de conocimiento, así como de conjuntos de medios con los cuales se interconectan para disponer de servicios de intercambio, clasificación y manejo de conocimiento o algún tipo de servicio.

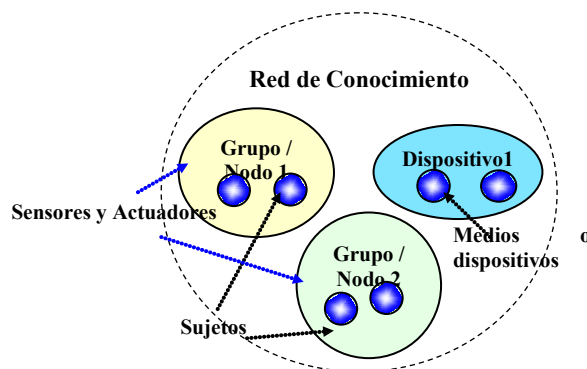
Al conjunto de todos los elementos existentes dentro de una RC lo denotaremos como S, y al conjunto de todos los tipos de medios de interconexión como A.

Cuando se define un grupo dentro de la RC se especifican las capacidades de compartir información y medios que poseerán los entes pertenecientes a dicho grupo, así como el conjunto de servicios que les podrán ofrecer a otros entes en el momento en que se esté llevando a cabo una interacción.

Así, cada uno de los grupos define de manera parcial la forma en cómo va a interactuar con los demás grupos, ya que define las acciones de intercambio y generación de conocimiento que puede realizar en favor del ente con el que se está realizando la interacción.

Para definir de manera completa las interacciones que se pueden dar dentro de la RC se utiliza un grafo dirigido

$$G = (V, E) \text{ donde } V = S \cup A \text{ y } E \subseteq S \cup A \times S.$$



**Figura 2.** Componentes de una Red de Nodos donde se puede establecer esquemas de colaboración entre grupos de usuarios y dispositivos móviles.

Las aristas representan una relación de servicio, es decir, como se muestra en la Figura 2, si una arista sale de un grupo  $G_1$  e incide en uno  $G_2$ , indica que un ente perteneciente a  $G_1$  ofrecerá una interfaz de servicio a un ente perteneciente a  $G_2$  al momento de realizarse una colaboración.

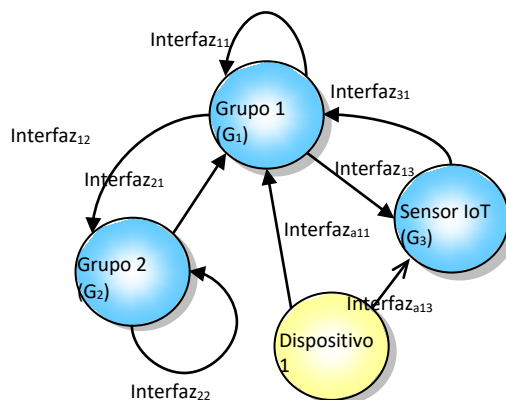
De la misma manera, y debido a que también existe una arista de  $G_2$  a  $G_1$ , un ente perteneciente a  $G_2$  ofrecerá una interfaz de servicio a un ente perteneciente a  $G_1$  al momento de realizarse una colaboración.

Al proceso de ejecutar una acción definida en la interfaz de colaboración expuesta por otro individuo, lo denominaremos como acción de generación de conocimiento.

Cada una de las aristas de  $G$  define una interfaz de colaboración particular, esto permite que un individuo colabore de manera particular dependiendo de quién sea su contraparte. Retomando el ejemplo de la red académica, un alumno presentará interfaces de colaboración diferentes si está interactuando con otro alumno que cuando interactúa con un profesor. Estas interfaces deben definirse al momento de diseñar la RC y como se mostrará más adelante, se verán reflejadas tanto en métodos de generación de conocimiento, como en componentes que serán utilizados para invocar a los servicios de las mismas redes.

Como se ve en la figura 3 la definición de  $E$ , los dispositivos tienen la particularidad de que los entes u otros dispositivos el intercambio de información es directa y permite estarlos actualizando con información valiosa y oportuna que se puede caracterizar como conocimiento, esto debido a que los artefactos están conceptualizados como entidades reactivas que realizan actividades como respuesta a solicitudes de los entes pero que tienen la particularidad de estar disponibles y

actualizables en cualquier lugar y en cualquier momento. Como resultado de la utilización de los servicios expuestos por un dispositivo, un ente puede disponer de información y conocimiento de manera automática, puede enterarse del estado de algún otro ente o grupo o red completa, bases de datos relacionadas con los grupos, con algún otro ente, o con cualquier aspecto modelado dentro de la RC.



**Figura 3.** Definición de las interacciones entre los diferentes grupos de entes, así como con los dispositivos dentro de un RC.

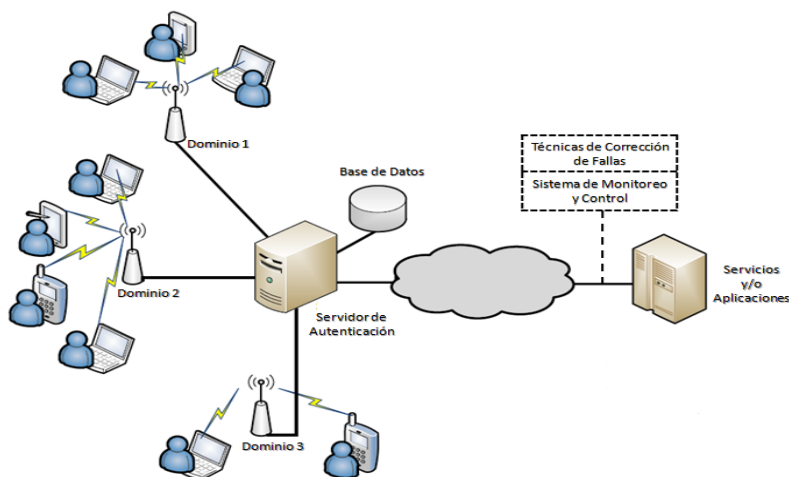
Como se mencionó, las relaciones definidas en el grafo se traducen en interfaces gráficas que aparecerán en los dispositivos móviles de los usuarios que se encuentran dentro de una RC cuando el usuario dispara un evento de solicitud de información. Se puede definir una variedad de eventos de colaboración, el más sencillo de ellos se dispara cuando dos entes del mismo grupo comparten toda su información y la filtran de acuerdo a sus necesidades.

De manera gráfica, dentro del grafo de interacción, se pueden definir los nombres de la interfaces que desplegaran los entes para colaborar con sus contrapartes, así como las interfaces que tienen que implementar los entes si es que requieren que su estado se vea modificado como resultado de una acción de generación de conocimiento. Por ejemplo, si un usuario I1 perteneciente a G1 se integra a un grupo de conocimiento o a otro usuario I2 perteneciente a G2, esto provocará que ambos individuos intercambien sus interfaces de colaboración, así, I2 mandará a I1 una interfaz del tipo Interface21 e I1 mandará a I2 una interfaz del tipo Interface12. Cuando los individuos generan la interacción solicitada, se asume que se ha terminado la colaboración, y las interfaces gráficas que representan a Interface21 y a Interface12 desaparecen de los dispositivos de I1 e I2 respectivamente.

## 4 Implementación del Modelo y Resultados

El modelo está pensado en sistemas móviles y básicamente en redes de Internet de las Cosas, donde se define que cada usuario dispone de uno o varios dispositivos o sensores de interconexión y que los grupos que generan una o varias redes de conocimiento se conectan por medio de dominios de interconexión, esto se logra por medio de varias Tecnologías Inalámbricas que pueden interoperar entre sí, de manera que esto no sea un obstáculo en la comunicación, pero para fines prácticos se trabaja

con equipos conectados a redes Wi-Fi con el estándar IEEE 802.11g. La interacción que se tenga con el usuario final es fundamental en los objetivos que persigue el modelo, ya que aquí es donde se hace sentir al usuario cómodo y totalmente familiarizado con la gestión de servicios además de ofrecérselos en el tiempo y forma en que los solicita, la arquitectura física de implementación del modelo se muestra en la Figura.4.



**Figura. 4.** Arquitectura de IoT para la implementación del modelo.

Enseguida se describe brevemente el proceso que debe seguir una solicitud de servicio para así realizar la asignación de los servicios existentes dentro de la Red de Internet de las Cosas hasta los usuarios finales.

- El usuario a través de su dispositivo y un dispositivo sensor de interconexión del dominio de la Red intercambian información para establecer una solicitud de información en la red de conocimiento.
- Posteriormente se procede a la validación, y autenticación verificando que tanto del usuario y como los grupos e interés del mismo, esto con el fin de integrar la información de su base de datos a la base social y filtrar las preferencias, definiendo el nodo y la red de la que se obtiene la información.
- La información encontrada de acuerdo a los criterios definidos y a los elementos de la red se filtra una vez más en un contexto semántico para integrar solamente información pertinente y sobre todo bien enfocada a las necesidades del usuario que la solicita, en el momento que la solicita.
- Enseguida un servidor será el encargado de ofrecer toda una lista de servicios y aplicaciones asociados a los elementos y componentes de la red de Internet de las Cosas y del perfil del usuario.
- El usuario debe seleccionar uno de los servicios y aplicaciones que tiene disponibles; para ello se establece la conexión con el o los servidores donde se encuentra la información filtrada y definida para así procesarla y entregárselo al usuario.
- Un software se encargara del monitoreo y control del estado de trabajo e interacción entre nodos basándose en el modelo de trabajo antes citado.

La implementación del modelo en un caso de estudio se desarrolló en la Escuela Superior de Computo la cual es una unidad académica del Instituto Politécnico



Nacional que forma profesionales en sistemas computacionales a nivel licenciatura y posgrado. Actualmente cuenta con un aproximado de 5000 alumnos en la licenciatura y alrededor de 70 alumnos de posgrado. La oferta educativa en el área de posgrado es una Maestría en Ciencias en Sistemas Computacionales Móviles.

En la unidad de aprendizaje “Desarrollo de Aplicaciones para Dispositivos Móviles” con la participación de 400 Alumnos de Licenciatura y en el área de laboratorios de la Maestría donde se implementó el caso de estudio del Modelo y donde se realizaron las pruebas sobre la implementación.

Las pruebas se realizaron para medir el grado de participación y de uso de información, recursos y servicios por parte de los alumnos. Con el uso de los sistemas y de la implementación la red de conocimiento se buscó generar un mayor grado de desarrollo de competencias en servicios para dispositivos móviles.

Se le dio servicio a los alumnos de acuerdo a su perfil y compartiendo los servicios de:

1. Consulta de Evaluaciones
2. Consulta de Materiales y Documentación
3. Control de Asistencia

A partir de estos resultados se le genero una cuenta para ingresar al sistema de Red de Conocimiento Académico (Figura 6) a los alumnos para tener la información y los servicios de Aprendizaje al alcance de sus requerimientos en el momento que lo necesitaran, por medio de cualquier dispositivo portátil con acceso a la red de Internet de las cosas.

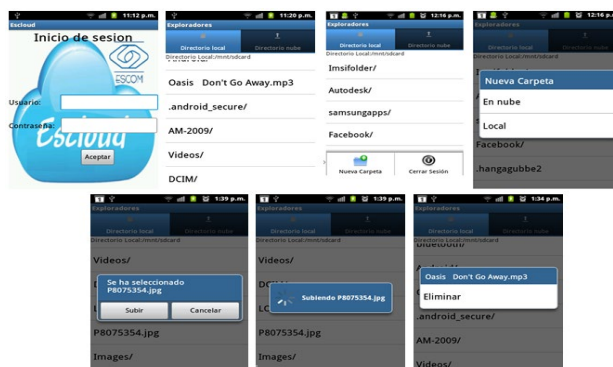


Figura. 5. Interfaz de Sistema para la implementación del modelo.

Los resultados generados permitieron observar como los alumnos generaban una serie de planteamientos entre si basándose en las librerías que el sistema les definía como la documentación de base y en la información actualizada que el mismo sistema regresaba debido a la interacción de los usuarios y su colaboración dentro del sistema.

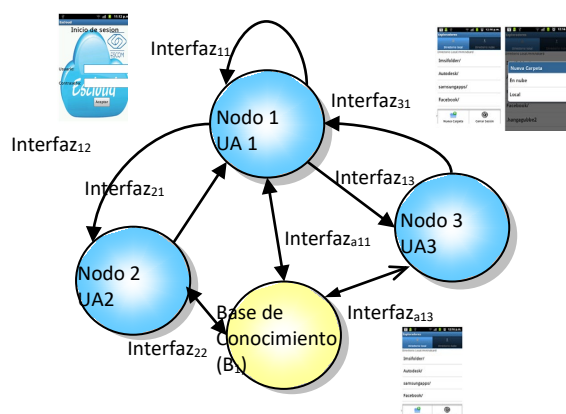
El sistema aplicado a esta experiencia permitió ser probado en diferentes plataformas móviles ya que se desarrollaron dos versiones móviles en APPs para sistemas Android y sistemas IOs pero también se contaba con una interfaz estándar y configurable desarrollada en HTML5 que podía ser consultada desde cualquier navegador y equipo de cómputo.

El modelo se probó también con diferentes redes de conocimiento integradas por un grupo de entes y sus dispositivos, en estas pruebas se dividieron los dominós de servicio de una red y se definió una red en cada dominio de comunicación, la comunicación entre entidades resultaba de compartir sus bases de conocimiento pero

sobre todo generando comunicación e intercambio de experiencias, información e interacción entre grupos y entidades.

La principal prueba definida para trabajar con diferentes redes se planteó interconectando entidades de diferentes áreas del Instituto Politécnico Nacional logrando que se pudieran compartir información y servicios en una red de conocimiento de 3 Unidades Académicas.

Cada Unidad Académica contaba con un grupo de usuarios y cada usuario con uno o más dispositivos de interconexión. Cada usuario con su dispositivo se registró en el sistema y pudo acceder al mismo formando un grupo de acuerdo a su ubicación móvil y por servicios de acuerdo al componente de Interconexión (sensores, actuadores, etc), cada uno de estos usuarios formo un nodo que se agrupó y compartió información y servicios generando una base de conocimiento.



**Figura 6.** Interconexión entre Nodos de la Red IoT de Prueba.

Una vez definidos estos grupos se logró establecer comunicación entre los grupos y compartir entre todos la base de conocimiento que se generó de forma comunitaria.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se planea que este proyecto pueda ser aplicado a muchos más nodos y a diferentes redes, de acuerdo a los estudios y evaluaciones tecnológicas, con una infraestructura tecnológica básica de Internet de las Cosas se puede atender a un promedio de 600 a 1000 nodos simultáneamente en línea, fuera de línea se puede atender a una cantidad muchísimo más grande que oscila entre los 1000 a 5000.

Esto se logra gracias a que los requerimientos de equipo son mínimos y la comunicación es sencilla, los entes no requieren invertir en gran cantidad de recursos y cada día son más económicos los recursos necesarios y dispositivos que generan información por medio de IoT.

## 5 Conclusiones y Trabajo a Futuro

La principal aportación del Modelo propuesto es la de permitir actuar con más movilidad ahorrando tiempo y esfuerzo en la generación de redes de conocimiento. El

modelo por sí mismo es otra forma de ayudar a las personas a llevar a cabo sus funciones en cualquier área que se desarrollen, no solo porque facilita el trabajo sino porque nos abre una puerta a tener acceso a información explícita bien definida y pertinente en el momento que se requiera y de los dispositivos que la generan.

Recabar información, sintetizarla, reflexionar sobre ella, discutirla, eso es lo esencial en la administración del conocimiento; la tecnología tiene que apoyar los cuatro tipos de actividad y al automatizar la adquisición de la información por medio de Internet de las cosas se facilitan muchísimos aspectos.

El conocimiento jamás será definitivo. Se incuba y crece sin cesar. Es importante realizar pruebas con múltiples usuarios para identificar el grado de conocimiento adquirido por medio del uso del modelo propuesto.

El presente modelo resulta de un proyecto de investigación que engloba dos aspectos importantes de las tecnologías de la información; por un lado las redes de conocimiento y por el otro, las redes de Internet de las Cosas.

En un entorno así, los usuarios pueden estar en constante interacción lo que brinda retroalimentación, fomenta discusiones y agiliza el cumplimiento de un mismo fin. Las tecnologías de Internet de las Cosas, por su parte, nos brindan la capacidad de trasladar el ambiente a cualquier lugar y en cualquier momento lo que desaparece la limitante de encontrarse frente a una computadora para poder ingresar al sistema.

El tipo de arquitectura desarrollada puede ser útil a varios propósitos. Así, una conclusión importante a la que se ha llegado es que la arquitectura es totalmente flexible y aplicable a múltiples áreas y diferentes necesidades de usuarios. La aplicabilidad, entonces, podrá cambiar de manera sencilla.

Una mejora sustancial en el diseño de la arquitectura de implementación del modelo sería crear un esquema de Big Data que permitirá guardar y compartir la base de conocimiento con servicios asociados a todos los usuarios.

Como trabajo a Futuro es importante resaltar que esta propuesta por su flexibilidad modular puede implementarse sobre diversos campos de investigación y educación pero no se descarta que también pueda implementarse en áreas de distribución de información a grupos de diversas áreas que van desde lo económico, lo político, lo social y hasta lo cultural.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto Politécnico Nacional, en particular a SEPI-ESCOM, CIC, SIP, COFFA, ESIME y CICE, así como a la Academia de Ingeniera México por el apoyo para la realización de este trabajo.

## Referencias

1. Adell, J. (2009). Sobre Entornos Personales de Aprendizaje. 2010, de Universitat Jaume I Sitio web: <http://files.competenciasbasicas.webnode.es/200000168-105691150b/>
2. Andreoli, S. (2010). Gestión Personal de Información. Diciembre 2012, de WorldPress, Sitio web: <http://www.slideshare.net/saandreoli/gestin-personal-de-la-informacin>
3. Attwell, G. (2007). "Personal Learning Environments - the future of eLearning?". In eLearning Papers, 2(1). Barcelona: elearningeuropa.info. Retrieved December 18, 2008 Sitio web: [http://www.elearningeuropa.info/out/?doc\\_id=9758&rsr\\_id=11561](http://www.elearningeuropa.info/out/?doc_id=9758&rsr_id=11561)
4. Dutta S., y De Meyer A. (1997). Building Assets in Real Time and in Virtual Space. Denmark: Knowledge Management INSEAD.

5. Kalz, M. (2005). Building Eclectic Personal Learning Landscapes with Open Source Tools. Conference proceedings for the Open Source for Education in Europe, Research & Practise conference. Heerlen: Open University of the Netherlands. Retrieved December 18, 2008  
Sitio web: <http://www.openconference.net/viewpaper.php?id=16&cf=3>

## **SESIÓN NUBES ACADÉMICAS**



## Movilizando el aprendizaje a través de la virtualización en la nube

Javier Sebastian Apat<sup>a</sup>, Mauricio Javier Sanjurjo<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Director de Tecnología de la Información, Instituto Tecnológico de Buenos Aires,  
Av. Eduardo Madero 399,  
Buenos Aires, Argentina  
[japat@itba.edu.ar](mailto:japat@itba.edu.ar)

<sup>b</sup> Líder de User Experience, Instituto Tecnológico de Buenos Aires,  
Av. Eduardo Madero 399,  
Buenos Aires, Argentina  
[msanjurj@itba.edu.ar](mailto:msanjurj@itba.edu.ar)

**Resumen.** En los últimos 10 años la totalidad de las industrias fueron impactadas fuertemente por la “tercera revolución industrial”. Aunque puede parecer que en la industria de la educación superior el impacto de la “Transformación Digital” es menor, muchos de estos avances están cambiando la forma de aprender de los estudiantes universitarios. El incremento en el uso de dispositivos móviles, la adopción de BYOD, la necesidad de uso de software específico y el aprendizaje fuera de clase, son tendencias que plantean un cambio en la concepción de los laboratorios de computadoras tradicionales presentes en las universidades. Con el objetivo de poder abordar los cambios tecnológicos y educativos, el ITBA decidió generar una serie de iniciativas para estudiantes y profesores, donde los softwares utilizados en los laboratorios de computadoras puedan ser utilizados en cualquier dispositivo y en cualquier lugar. La virtualización de aplicaciones y escritorios implementada en la nube pública fue la respuesta a este desafío.

**Palabras Clave:** virtualización, nube pública, laboratorios virtuales, movilidad, blend learning aplicaciones virtuales, VDI, escritorios virtuales, transformación digital.

**Eje temático:** Personalización. Infraestructura y seguridad.

### Abstract

During the last 10 years, all industries were affected by the “third industrial revolution”. Although the impact of the “Digital Transformation” on the higher education industry may seem of little consequence, many of these advances are changing the way university students learn. The increase in the use of mobile devices, the implementation of BYOD, the need of use of a specific software, and outside-class learning are trends that present a change in the notion the traditional computing laboratories which are in universities. With the purpose of approaching educational and technological changes, ITBA has decided to generate a series of measures for both students and professors, by which software used in the computing laboratories may be used in any device and in any place. The virtualization of applications and desktops implemented in a public cloud was the answer to this challenge.

## 1 Introducción

El Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA) fue fundado el 20 de noviembre de 1959, convirtiéndose en una de las primeras universidades privadas creadas en la Argentina.

Con el objetivo de crear una universidad especialmente dedicada a la enseñanza de la Ingeniería y las tecnologías, las actividades académicas se iniciaron en 1960, cuando la primera promoción comenzó a cursar sus estudios. Con el correr de los años la cantidad de alumnos fue incrementándose de manera significativa y también fueron sumándose diversas especialidades.

### 1.1 Misión, Visión y Valores

**Misión.** Formar y desarrollar profesionales en las áreas de Ingeniería, Tecnología y Gestión, a través de carreras de grado, posgrado y programas de Educación Ejecutiva, con una alta exigencia académica, con contenidos permanentemente actualizados, respondiendo a las necesidades de la sociedad y los avances tecnológicos, mediante técnicas educativas de avanzada.

**Visión.** Nuestra visión es la de ser la universidad de tecnología y gestión más reconocida en el país por la excelencia y calidad de sus egresados, por la calidad de su cuerpo de profesores, y por la innovación de sus planes, programas y metodologías, con una alta complementación con las empresas del país, investigación aplicada y vinculación con las mejores universidades de la región y del mundo.

#### Valores.

- La búsqueda de la excelencia académica en la enseñanza, investigación y desarrollo tecnológico.
- El trabajo en equipo, apoyado en el desarrollo personal y profesional de los individuos, y en la integración de todos los miembros de la universidad (autoridades, colaboradores, docentes, estudiantes y graduados).
- Una gestión transparente y de comunicación abierta.
- Compromiso con el desarrollo del país, manteniendo una visión global y de fomento de la diversidad.

### 1.2 Departamento de Tecnología de la Información del ITBA (TI)

El departamento de TI del ITBA atravesó una fuerte reestructuración en el 2015 con el objetivo de implementar un plan estratégico denominado “Reboot de TI”. El equipo se organizó por capacidades: Nuevas Soluciones, Entrega & Soporte y Planificación & Administración.

Junto con la creación del plan se definieron una serie de lineamientos estratégicos<sup>21</sup>:

- Posicionamiento de TI dentro de la organización

---

<sup>21</sup> Los lineamientos estratégicos ofician de principios de arquitectura que son disparadores y guías de los nuevos proyectos como el de virtualización de servidores.



- Tender a un área de TI ágil, enfocada en los objetivos de la organización y con una fuerte cultura de orientación al cliente
- Propiciar la innovación, acompañar las últimas tendencias y tomar riesgos
- Preferir productos de mercado reconocidos a nivel mundial
- Desarrollar soluciones multiplataforma, disponibles en cualquier momento o lugar
- Foco en la conectividad, la red es lo más importante
- Soluciones en la nube
- Propiciar la tercerización de servicios que no generan ventajas competitivas.

### 1.3 Tendencias en la industria de educación en el ITBA

El ITBA se encuentra trabajando en una transformación de su modelo educativo alineándose a las nuevas tendencias en educación. Existen materias que trabajan conceptos de Blend learning<sup>22</sup>, Clases virtuales, el uso oficial de MOOCs<sup>23</sup> de otras universidades, el desarrollo de laboratorios virtuales, el cambio en aulas que van del aula tradicional a espacios de aprendizaje, acciones de “Gamification”<sup>24</sup> y un uso intensivo de analíticos, persiguiendo el objetivo final de mejorar la excelencia académica de nuestros estudiantes.

## 2 Laboratorios tradicionales de computadoras

El uso de laboratorios de computadoras se inició en nuestra universidad en la década del 90 básicamente con fines de utilización de Internet,

Inicialmente la primera carrera que hizo uso intensivo de los laboratorios fue la carrera de Ingeniería Electrónica. Después del año 2000, el uso de los laboratorios se masificó, llegando a finales del 2016 a contar con más de 450 equipos distribuidos en los distintos laboratorios de la universidad

En inicios del segundo cuatrimestre de 2016, el 42% de las materias que se dictaban en dicho cuatrimestre para las carreras de grado, tenían asignadas horas de laboratorio de computadoras.

**Tabla 1.** Listado de laboratorios de computadoras tradicionales del ITBA en sus tres sedes a julio de 2016.

Nombre	Ubicación	Cantidad
A	Sede Central	47
B	Sede Central	15
C	Sede Central	49
UNIVERSIA	Sede Central	36
L-9	Sede Central	33
QUIMICA	Sede Central	10
ELECTRONICA A	Sede Central	14

<sup>22</sup> Aprendizaje que combina actividades presenciales y fuera del aula

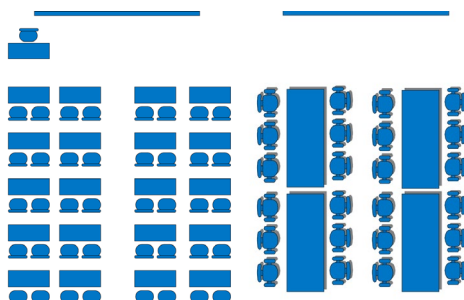
<sup>23</sup> Massive Open Online Courses, cursos a realizar en línea donde participan un gran número de personas

<sup>24</sup> Uso de técnicas propias de los juegos para motivar el aprendizaje

ELECTRONICA B	Sede Central	21
CEITBA	Sede Central	20
INDUSTRIAL	Sede Central	10
MATEMATICA	Sede Central	10
NAVAL	Sede Central	4
PETROLEO	Sede Posgrado	16
BIG DATA	Sede Posgrado	14
LAB 1	Sede Distrito Tecnológico	24
LAB 2	Sede Distrito Tecnológico	24
LAB 3	Sede Distrito Tecnológico	24
LAB 4	Sede Distrito Tecnológico	24
VIDEOJUEGOS	Sede Distrito Tecnológico	24
CIDIM	Sede Distrito Tecnológico	14

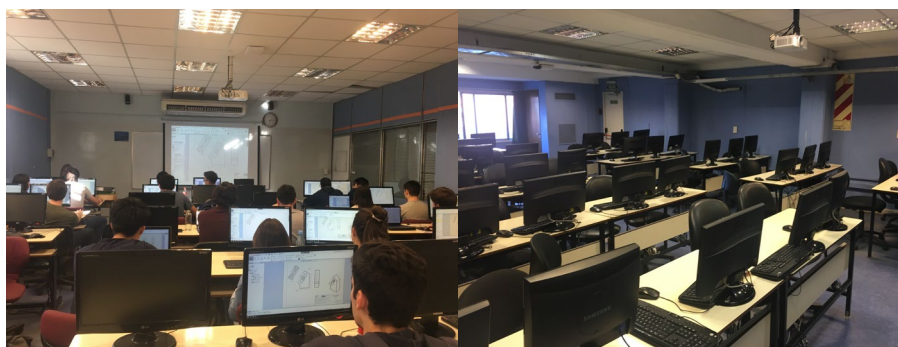
## 2.1 Principales características de los laboratorios

**Layout.** La mayoría de los laboratorios de computadoras de la universidad siguen dos tipos de layout (A y B) (Fig. 1). Este tipo de layout está basado en tipos de clases magistrales, donde se ubica un docente en el frontal del aula sobre una tarima, donde tiene acceso al pizarrón y a recursos audiovisuales. Seguidamente se ubican filas con mesas y sillas donde se sientan los estudiantes.



**Fig. 1.** Layout A y Layout B, este tipo de organización de laboratorios de computadoras es la más frecuente dentro de la universidad.

**Equipamiento.** El equipamiento estándar de los laboratorios para cada estudiante y profesor consisten en PCs con un procesador: i3-4150 CPU @ 3.50GHz Memoria: 4gb DDR3 Disco: 1tb Monitor: led 22'', teclado y mouse cableado. El sistema operativo es Windows 10 64bits versión 1709. (Fig. 2) Este tipo de equipos cuenta con más de sesenta aplicaciones instaladas. En algunos laboratorios, existe equipamiento de mejor performance dado que algunas aplicaciones a ejecutar tienen mayores requerimientos. (Laboratorio BIG DATA, Petróleo, entre otros). Adicionalmente cuentan con un proyector conectado al equipo docente.



**Fig. 2.** Fotos de los laboratorios Universia y A presentes en la sede central donde se puede visualizar el equipo con el que cuentan.

**Conectividad.** Cada uno de los puestos de trabajo se encuentra conectado por red a un switch presente en el laboratorio a través de una interfaz Ethernet de 100Mbps (en algunos laboratorios la conexión es de 1 Gbps). Los switches de laboratorios se conectan con los distribuidores de piso, estos a su vez a los distribuidores de edificio, desde donde se conectan a la MAN<sup>25</sup> privada del ITBA. La conectividad se complementa con una solución Wifi en la norma 802.11 ac Wave2.

**Refrigeración.** La cantidad de personas que utilizan simultáneamente los laboratorios junto con el calor que disipa el equipamiento hace que en periodos estivales la refrigeración sea clave para asegurar el buen funcionamiento del mismo. Se suelen utilizar equipos redundantes de no menos de 7000 frigorías.

**Nivel de uso.** El horario de clases estándar en el ITBA es de lunes a viernes de 8 a 22hs durante el periodo lectivo que va de marzo-junio, primer cuatrimestre y agosto-noviembre, segundo cuatrimestre. La ocupación de los laboratorios llega al 90%, pudiéndose considerar plena.

**Software.** La cantidad de aplicaciones instaladas varía en cada uno de los laboratorios, en los laboratorios de uso general se encuentran instaladas más de 60 aplicaciones.

## 2.2 Problemática con los laboratorios de computadoras tradicionales

En la presente sección, analizaremos los principales problemas que ocasionan los laboratorios de computadoras tradicionales en el entorno de la Universidad.

**Layout.** El ITBA se encuentra en un proceso de transformación de su modelo educativo, dentro de los cambios que propone el modelo, se encuentra el alineamiento a las tendencias en educación citadas en la sección 1.4. La reorientación de muchas de las clases magistrales a clases prácticas, de trabajo en grupo, de generación de pensamiento crítico y debate, conlleva a la necesidad de modificar los layouts de trabajo, en pos de favorecer la colaboración entre pares. El modelo de layout de los laboratorios tradicionales, dificulta la implementación de este cambio de paradigma, sumado a la poca flexibilidad que brinda para generar equipos de trabajo dentro del mismo.

**Demanda incremental en el uso.** Cada vez con mayor frecuencia las distintas materias de la universidad recurren a desarrollar el aprendizaje apoyándose en software específico. En un primer momento, el uso primario de los laboratorios tradicionales de computadoras era llevado adelante por materias de Ingeniería

---

<sup>25</sup> Red privada del ITBA que comunica todas las sedes, a través de enlaces MPLS

Informática. Hoy en día, todas las carreras tienen asignaturas que requieren utilización de software en clase. Para poder satisfacer la demanda, la universidad debería crear no menos de dos laboratorios nuevos por año. Una importante consecuencia adicional en el uso intensivo de los laboratorios, es las pocas posibilidades que tienen los estudiantes para practicar fuera de clase, tal es así, que muchas veces visitan los campus fuera del periodo lectivo.

**Escasas ventanas de mantenimiento preventivo.** La ocupación casi plena que tienen los laboratorios durante los días dentro del periodo lectivo, conlleva a contar con escasas ventanas de soporte para realizar tareas de mantenimiento preventivo, reduciendo las capacidades del equipo de TI a realizar solamente mantenimiento correctivo. Como consecuencia se produce un deterioro mayor en el equipamiento del mismo.

**Equipamiento inadecuado.** La necesidad de contar con software de requerimientos completamente heterogéneos entre sí, dificulta la posibilidad de estandarizar el equipamiento, produciendo que las computadoras, en algunos casos, estén por debajo de los requerimientos mínimos indicados por los proveedores de las aplicaciones, poniendo en riesgo el normal funcionamiento del mismo y por consiguiente de las clases.

**Tasa alta de fallos.** El AFR (Annual Failure Rate)<sup>26</sup> para las computadoras de los laboratorios se encuentra en aproximadamente 25%, producto de los daños que se ocasionan en las fuentes de alimentación debido a la cantidad de horas de uso por día.

**Costos de mantenimiento incrementales.** El incremento en el número de equipos, la creciente complejidad en la instalación y administración de las aplicaciones, las necesidades de mayores prestaciones y servicio, disparo los costos de mantenimiento de TI en HH<sup>27</sup> necesarias dedicadas exclusivamente a mantener la operación de los servidores, llegando en muchos casos a no satisfacer la demanda generando un deterioro en la calidad de servicio y la queja de profesores y estudiantes. Cada año se requiere asignar entre un 10% y 12% de HH adicionales, junto con un 10% de insumos para reparación.

**Dificultades para la implementación de nuevo software durante periodo lectivo.** Para asegurar que los laboratorios cuentan con el software necesario para el desarrollo de las clases, el equipo de TI abre dos ventanas de tiempo previas al inicio del periodo lectivo, donde recibe las solicitudes sobre el software necesario para el próximo semestre. Una vez cerrada la ventana de implementación, no se modifica la imagen que tiene cada equipo, debido a la ausencia de ventanas de mantenimiento y para no introducir un nuevo software sin el periodo de prueba necesario que ocasione un mal funcionamiento en las computadoras. Frecuentemente, los profesores que participan en congresos y sesiones, quieren introducirles a sus estudiantes nuevas aplicaciones durante el semestre en curso y se ven imposibilitados de hacerlo.

**Ciclos de inversión CaPex<sup>28</sup>.** Implementar un nuevo laboratorio tradicional de computadoras tiene un TCO<sup>29</sup> en 3 años superior a los 200.000 U\$. Debiendo renovar dicha inversión cada 3 años, produciendo ciclos de inversión en TI periódicos, que dificultan la planificación financiera y debiendo competir en el portfolio de inversiones con otros proyectos.

**Dificultad para la compra de equipamiento.** Por razones estructurales y coyunturales la Argentina atraviesa distintas etapas donde el acceso a tecnología se dificulta debido a políticas de importaciones. La provisión de equipamiento

---

<sup>26</sup> Indicador común para medir fallos de dispositivos, representa la cantidad de fallas físicas anualizadas

<sup>27</sup> Horas Hombre

<sup>28</sup> Capital Expenditure, inversiones amortizables

<sup>29</sup> Total Cost Ownership, costo total de adquirir una solución, incluye HH, licencias, hardware, mantenimiento, etc.

frecuentemente supera los 90 días de plazo y no se suele contar con el mismo equipamiento durante todo el año.

**Incremento en el BYOD.**<sup>30</sup> Las nuevas cohortes de estudiantes pertenecientes a las nuevas generaciones tienen muy adoptado el uso de sus propios dispositivos como soporte al aprendizaje. Generalmente, un estudiante adopta una plataforma de preferencia, en un dispositivo elegido y quiere poder utilizarla en el entorno universitario.

### 3 Virtualización de los laboratorios

En la sección anterior describimos los principales problemas que tiene el uso de los laboratorios tradicionales en la universidad. Para poder hacer frente al desafío, el equipo de TI resolvió que la mejor solución es la virtualización de los laboratorios sobre una infraestructura de nube pública.

#### 3.1 Virtualización

El concepto de virtualización tuvo su origen al final de la década de 1960 y principios de los 70s. Una vez más fue IBM, la empresa que en ese momento invirtió esfuerzo en el desarrollo de soluciones “time-sharing”, donde se buscaba compartir los recursos físicos de una computadora entre grupos de usuarios. El objetivo final de la búsqueda de estas soluciones era bajar los costos de la informatización de las organizaciones. La solución fue un sistema operativo llamado CP/CMS<sup>31</sup> y estuvo disponible al público en 1968, pero pudiendo ser estable recién en 1972. Durante dicha época se empezó a acuñar el término virtualización para este tipo de soluciones que posibilitó el incremento en la utilización de “mainframes”.

Podemos definir como virtualización, a la creación a través de software de una versión virtual de algún recurso tecnológico, como puede ser una plataforma de hardware, un sistema operativo, un dispositivo de almacenamiento u otros recursos de red. Hoy en día hablamos frecuentemente de virtualización de escritorios, virtualización de aplicaciones, virtualización de plataforma y virtualización de infraestructura.

#### 3.2 Virtualización de aplicaciones

La virtualización de las aplicaciones consiste en encapsular los programas donde se encuentra la lógica de la aplicación, del componente sistema operativo. El objetivo de esta virtualización es conseguir que las aplicaciones puedan funcionar con independencia de las características concretas del entorno en que se ejecutan.

El inicio de la virtualización de aplicaciones se debe a los esfuerzos de Sun Microsystems<sup>32</sup> que en la década del 90 desarrolló un lenguaje de programación denominado Java, que permitió desarrollar una aplicación una única vez y ejecutarla en cualquier computadora que contara con Java Run-Time Environment instalado. Las empresas que dieron el impulso definitivo a la virtualización de aplicaciones fueron VMware y Citrix. Citrix en el año 1995 creó un producto denominado WinFrame que

---

<sup>30</sup> Bring Your Own Devices, el usuario utiliza su propio dispositivo

<sup>31</sup> Control Program/Cambridge Monitor System

<sup>32</sup> Empresa comprada por Oracle a fines de la década del 2000

permitió la virtualización de aplicaciones sobre la plataforma Windows NT 3.5, dado que era una plataforma popular, su uso se masificó, dando origen a Terminal Services a partir de Windows NT 4.0. Hoy en día Citrix, con su producto XenApp y VMware con su producto Horizon dominan el mercado global de virtualización de aplicaciones,

### 3.3 Virtualización de escritorios

La virtualización de escritorios describe el proceso de separación entre el escritorio, que engloba los datos y programas que utilizan los usuarios para trabajar, de la máquina física. El escritorio "virtualizado" es almacenado remotamente en un servidor central en lugar de en el disco duro de la computadora personal. Esto significa que cuando los usuarios trabajan en su escritorio desde su dispositivo, los programas, aplicaciones, procesos y datos se almacenan y ejecutan centralmente.

El desarrollo de esta tecnología, llamada VDI<sup>33</sup>, crece año a año. Las empresas corporativas fueron impulsoras de este tipo de implementaciones, con el objetivo de bajar costos, aumentar la seguridad y ser más ágiles en el despliegue de aplicaciones. Gartner estima que el mercado de VDI se incrementará un 27% para el año 2020. VMware, Citrix y Oracle se reparte en el mercado de la virtualización de escritorios.

Es una necesidad que la industria de educación superior se adapte a un mercado que cambia rápidamente para mantenerse al ritmo de la demanda en el aprendizaje digital a través de plataformas virtualizadas.

## 4 Virtualización en el ITBA

El proyecto de virtualización de los laboratorios tradicionales de computadoras fue la respuesta que tuvo TI para hacer frente a los desafíos planteados en la sección 2. Es así como nace Workspace.

Workspace es un servicio que permite usar todas las aplicaciones disponibles en los laboratorios tradicionales de computadoras desde cualquier dispositivo, en cualquier momento y en cualquier lugar.

Es utilizado por profesores y estudiantes para todos los tipos de curso que brinda la universidad, pregrado, grado, posgrado, intercambio y extensión.

El principal objetivo del proyecto era convertir a todas las aulas del ITBA en un potencial "laboratorio de computadoras" dado que los estudiantes podrían usar las aplicaciones en sus propios dispositivos. Adicionalmente buscamos que este laboratorio virtual esté disponible 24x7 los 365 días del año, permitiendo a los estudiantes aprender y desarrollarse desde ubicaciones externas a la universidad, en cualquier momento del día.

Workspace permite ejecutar aplicaciones sin tenerlas instaladas, Abrir un escritorio con todas las aplicaciones listas para usar, guardar archivos en la nube o localmente e incluso en un pendrive, imprimir en el CIR34 (Centros de Impresión Responsable) o navegar en Internet.

---

<sup>33</sup> Virtual Desktop Infrastructure

<sup>34</sup> Espacios públicos en las sedes del ITBA, donde estudiantes y profesores pueden imprimir

#### **4.1 Beneficios esperados**

Entre los beneficios esperados en el proyecto se cuentan los siguientes:

- Mayor disponibilidad del software que utilizan los estudiantes sin requerir que una determinada aula esté disponible
- Mejora en la administración del laboratorio por parte del equipo de TI
- Posibilidad de virtualizar las aplicaciones que necesiten los profesores durante el cuatrimestre en curso
- Disminución de los costos de mantenimiento de hardware
- Posibilidad de que los estudiantes y profesores accedan al software desde fuera de la Universidad
- Posibilidad de que los estudiantes y profesores utilicen distintos dispositivos
- Posibilidad de que los estudiantes accedan en cualquier momento del día
- Disminución de activos físicos (CaPex inmovilizado)
- Esquema de licenciamiento y costos adaptable a la demanda

#### **4.2 Solución elegida**

El principal desafío técnico que tenía la implementación del proyecto de virtualización fue el requerimiento de no comprar arquitectura física para poder llevarlo adelante, es decir que la solución tenía que poder operar en la nube pública. En Argentina, al momento de realizar el proyecto no había antecedentes de virtualización en la nube pública, por lo cual requiero realizar diferentes pruebas de concepto para poder verificar la viabilidad de la solución.

##### **4.2.1 Solución de virtualización**

Se decidió trabajar con las soluciones de Citrix XenDesktop, XenApp y NetScaler. La elección obedeció a los siguientes factores, la posibilidad de contar con escritorios Windows y Linux, experiencias de los partners locales, implementaciones en la nube existentes en otras regiones y posicionamiento en el mercado.

##### **4.2.2 Solución de nube pública**

Se eligió como nube pública, la versión OpenCloud de Huawei-Telefonica. El principal factor que se tuvo en cuenta en la elección, fue la necesidad de que la latencia con la ubicación de la nube sea menor a 10ms. Uno de los datacenter de OpenCloud en la región, se encuentra en Argentina, por lo cual, la latencia suele ser siempre menor a los 5ms. Otro factor a tener en cuenta, fue el marco regulatorio, dado que, al estar en la Argentina, cumple con las leyes de nuestro país, en caso de estar en el exterior, se deben realizar acuerdos especiales para garantizar el cumplimiento. A nivel estratégico, Telefónica tiene un acuerdo asociativo con la universidad, lo que también influyó para contar con un precio preferencial.

#### **4.3 Arquitectura de solución**

#### 4.3.1 Cliente

La arquitectura del lado del cliente tiene pocos requerimientos y es muy sencilla, básicamente tiene dos necesidades, una conexión a Internet con un mínimo deseable de 1Mbps y contar con un cliente Citrix Receiver instalado específico para la plataforma (existen clientes para Windows, IOS, Linux, Android) o en su defecto con un navegador con soporte HTML5.

#### 4.3.2 Servicio

En cuanto a la arquitectura de servicio se tienen en cuenta dos variantes de conexión, una si los usuarios se conectan desde alguna de las locaciones del ITBA y la otra si los usuarios se conectan desde cualquier otra ubicación. (*Fig. 3*)

**Conexiones externas al ITBA.** Para las conexiones que se realizan fuera de los campus del ITBA se implementaron dos ADC (Application Delivery Controller) de la firma Citrix denominados NetScaler, con el objetivo de balancear la carga entre los servidores, monitorear la red, mejorar la experiencia a través del cache y la compresión. Los NetScalers, se encuentran desplegados en servidores Windows dentro de un servicio por fuera de OpenCloud, denominado Hosting 2.0. Esta forma de implementación se debió a que, por el momento, OpenCloud no brinda los NetScalers como servicio. Los NetScalers permiten que, ante la caída de un servidor, el usuario no perciba una caída del servicio, dado que sus peticiones son ruteadas a otro servidor minimizando el impacto.

**Conexiones desde el ITBA.** Los usuarios que se conectan dentro de nuestro campus, se encuentran en la misma red y acceden de forma directa a los servidores que prestan servicios, sin pasar por los balanceadores de carga.

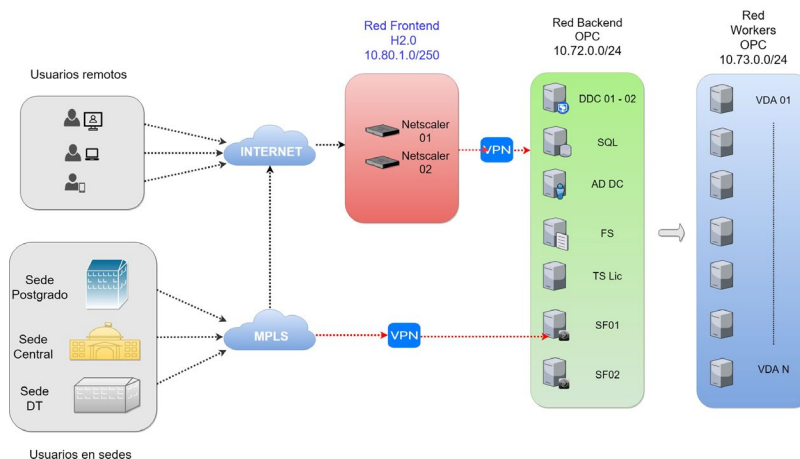
**Red Backend.** En esta capa del servicio se encuentran los servidores que ponen a disposición el servicio. Hay dos implementaciones redundantes de StoreFront, el catálogo de aplicaciones empresariales que pueden acceder los usuarios. Desde StoreFront, también se acceden a los distintos escritorios. En nuestra implementación se encuentran categorizados por carreras, es decir que un estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, al ingresar al StoreFront, visualizara las aplicaciones que tiene disponible por estar enrolado en dicha carrera, a su vez puede acceder a un set a de aplicaciones de uso común. La autenticación se realiza por grupos de Active Directory<sup>35</sup>, también existen otros servidores denominados de Infraestructura, como son servidores de archivos, de base de datos y de licencia

**Red Workers.** Los Workers son servidores dedicados que tienen el rol de publicar las aplicaciones y escritorios. Las aplicaciones que se ponen a disposición de los usuarios se instalan en este tipo de servidores, las aplicaciones que necesitan más recursos y mayor cantidad de usuarios, suelen “servirse” desde varios Workers. Este tipo de servidores, también permite balancear su uso, al tener la infraestructura implementada en la nube, en horarios nocturnos, donde el uso baja considerablemente, se reducen la cantidad de workers disponibles, en el caso contrario, al momento de exámenes, se amplía la cantidad de workers para asegurar la performance y por consiguiente a la experiencia de estudiantes y profesores.

---

<sup>35</sup> Directorio Activo de Microsoft, que permite la autenticación de usuarios por el protocolo LDAP





**Fig. 3.** Arquitectura del servicio, cada uno de los workers cuenta con 8CPU virtuales, 32 GB de RAM, la cantidad de workers activos puede variar desde 8 hasta 24, buscando siempre optimizar los costos sin poner en riesgo el servicio.

## 5 Lanzamiento y recepción

El lanzamiento de Workspace se realizó con un evento institucional. El modo de comunicación elegido, surgió de la necesidad de comunicar de forma masiva a todos los estudiantes y profesores del ITBA del nuevo concepto de virtualización que cambia el paradigma de laboratorios de computadoras tradicionales.

### 5.1 Evento de lanzamiento

**Material audiovisual.** El desarrollo del materia audiovisual<sup>36</sup> se hizo siguiendo una temática “vintage”, en el que se mostraba una serie de computadoras de las décadas del 80’ haciendo referencia a que el uso de los laboratorios tradicionales de computadoras es algo del pasado. Durante la comunicación se utilizó un tono humorístico porque necesitábamos hacerle llegar a los estudiantes de una manera familiar el contenido del nuevo servicio Workspace y contrastarlo con el uso regular de los laboratorios tradicionales de computadoras.

<sup>36</sup> El video puede ser consultado en <https://www.youtube.com/watch?v=-DrWCUPqprM>



Fig. 4. Capturas del video de difusión del nuevo servicio

**Material de realidad virtual interactivo.** Con tecnología de realidad virtual se representó el concepto “ITBA donde sea”. Se eligió esta tecnología porque es el estudiante el protagonista al momento de colocarse los Cardboard. Se generó un mundo VR<sup>37</sup> y en cada escena se propuso una situación en la que era necesario utilizar algún software en lugares inhóspitos o insólitos, de esta manera se buscaba reforzar la idea de poder utilizar Workspace todo el tiempo en cualquier lugar.

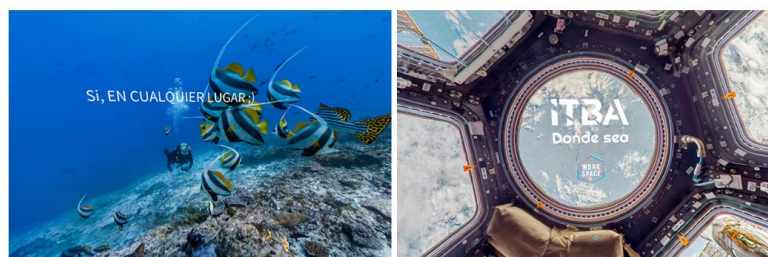


Fig. 5. Muestra del ambiente virtual desarrollado para difundir el uso de Workspace

**Folletería.** Se regalaron mas de 200 Cardboard VR<sup>38</sup> que se repartieron para estudiantes y profesores como souvenirs para que puedan disfrutar de la experiencia VR, se incluyeron folletos donde informamos a los estudiantes como hacer los primeros pasos en Workspace.

**Desarrollo del evento.** Se instaló una pantalla de 65 pulgadas táctil donde los estudiantes podían utilizar Workspace en el mismo momento, donde eran guiados por staff de TI en cómo utilizarlo en sus dispositivos y que aplicaciones podían utilizar.

---

<sup>37</sup> Versión PC: <https://patches.vizor.io/itbati/workspace>

<sup>38</sup> Es una plataforma de realidad virtual desarrollada por Google sobre la base de cartón plegable, de allí su nombre, que funciona a partir de montar un teléfono móvil inteligente con Android o IOS



Fig. 6. Banners, tutoriales, material informativo para redes sociales y gacetillas institucionales,

**Sitio web**<sup>39</sup>. Contiene material informativo que contribuye al uso y las buenas prácticas de Workspace. Si bien Workspace es muy sencillo utilizarlo es necesario explicar algunos detalles como por ejemplo la diferencia de usarlo mediante un explorador con HTML5 o desde un dispositivo móvil. Este el material está apuntado no solo a estudiantes sino también a profesores

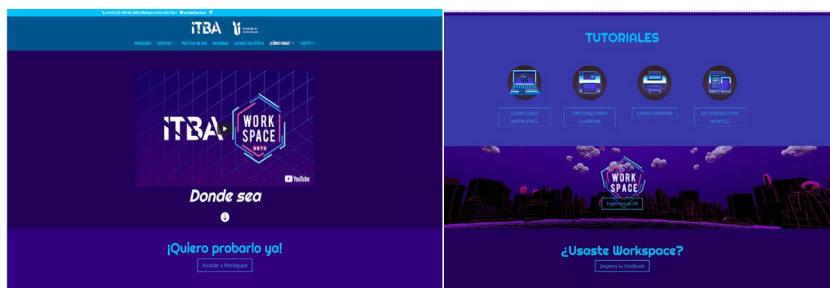


Fig.

7. Banners, tutoriales, material informativo para redes sociales y gacetillas institucionales.

**Tutoriales.** Se realizaron videos tutoriales básicos para los primeros pasos en Workspace, como utilizarlo en distintos dispositivos, como imprimir, entre otros. Los videos duran menos de 1 minuto. Se desarrolló una sección de Preguntas frecuentes, que surgieron de las primeras pruebas con usuarios.

**Intervención en espacio comunes.** En segunda instancia se realizaron una serie de presentaciones y charlas a profesores de las distintas materias, departamento por departamento. Al principio obtuvimos alguna resistencia comprensible teniendo en cuenta el impacto del cambio de paradigma.

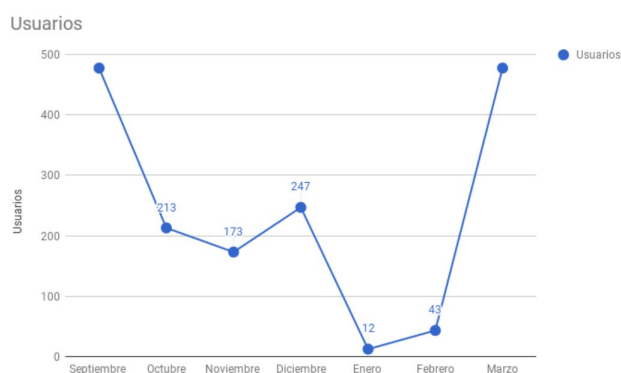
<sup>39</sup> Puede consultarse el sitio web en <https://www.itba.edu.ar/intranet/ti/workspace/>



**Fig. 8.** Era tradición en el ITBA contar con computadoras en lugares públicos para uso de estudiantes y profesores, se realizó una intervención donde se retiraron las computadoras y se hizo difusión de reemplazar las computadoras por Workspace,

## 5.2 Recepción

En las primeras 2 semanas accedieron 413 usuarios únicos, hoy en día cuenta con más de 1650 usuarios. Tanto docentes como estudiantes adoptaron Workspace desde el primer momento ya que convirtió cada espacio de la universidad en un potencial laboratorio y a su vez les permitió un “ITBA donde sea”, usar el software desde fuera de la universidad y desde cualquier dispositivo ya no solo desde una computadora con altos requerimientos técnicos.



**Fig. 9.** El descenso en los meses de enero y febrero obedece al receso estival.

En el mes de abril, la materia Sistemas de Representación realizó un examen a 240 alumnos en dos grupos de 120 de forma simultánea, utilizando software de modelado 3D SolidWorks<sup>40</sup> y Catia<sup>41</sup>, que requieren altas prestaciones. La experiencia no tuvo ningún inconveniente.

**Encuestas.** Se realizaron una serie de encuestas destinadas a obtener información referente a la satisfacción de los estudiantes respecto al nuevo servicio, pero también entender “Cómo” lo utilizan, en “Donde” y “Cuando”.

<sup>40</sup> Aplicación CAD que permite el modelado mecánico en 2D y 3D

<sup>41</sup> Aplicación CAD de Dassault Systems que permite modelado

La primera encuesta que realizamos a través de la aplicación móvil (ITBA app)<sup>42</sup> reveló que el 32% de los estudiantes le parece ¡Muy buena! la experiencia con Workspace, siendo “Buena” 25 %, “Excelente” un 9%, “Regular” 18%, “Mala” solo un 3% y 13% los que nunca lo usaron.



**Fig. 10.** Gráfico de torta referente a la pregunta: ¿Qué te parece la experiencia Workspace?

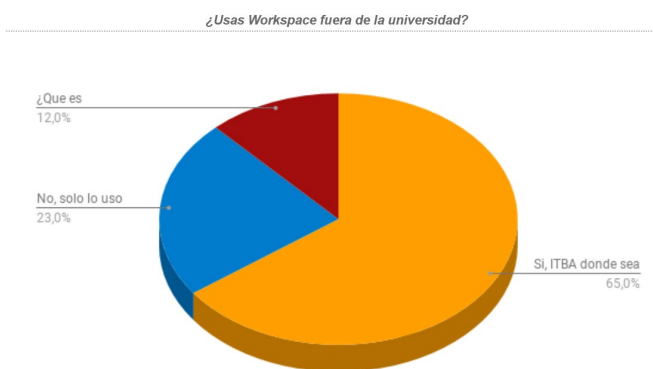
Otros datos interesantes para tener en cuenta es que el 48% de un total de 803 alumnos, utiliza Workspace en su propia laptop, mientras que en las aulas equipadas con computadoras lo utiliza un 30%, 7% en celulares y el 15 % nunca usó Workspace.



**Fig. 11.** Gráfico de torta referente a la pregunta: ¿En qué dispositivo usas Workspace?

Fuera de la universidad lo utiliza 65%, 23% solo lo usa cuando hace falta y 12% desconoce que es Workspace sobre un total de 627 estudiantes encuestados.

<sup>42</sup> Aplicación móvil desarrollada por el ITBA que tiene una funcionalidad de encuestas que permite un feedback inmediato



**Fig. 12.** Gráfico de torta referente a la pregunta: ¿Usas Workspace fuera de la universidad?

Al preguntar sobre el momento en el que necesitan una plataforma que se pueda acceder desde cualquier lugar un 34% de los estudiantes contestó que lo utilizan todo el tiempo que pueden! mientras que el 28% solo lo utilizan los días de semana cuando cursan sus materias. 19% antes de los exámenes y un 5% durante los fines de semana. Esta encuesta fue realizada sobre un total de 753 estudiantes.



**Fig. 13.** Gráfico de torta referente a la pregunta: ¿Cuándo necesitas usar más Workspace?

La inmediata respuesta satisfactoria de los estudiantes revela que el aprendizaje no está dado solo dentro de los límites de la universidad, si no que un gran porcentaje de la población de los estudiantes requieren utilizarlo donde sea, necesitan llevar al ITBA con ellos, incluso los fines de semana, en cualquier horario y en cualquier lugar.

## 6. Próximos pasos y Conclusiones Finales

La industria de la educación superior se encuentra en un momento de profunda transformación. A criterio de algunos expertos, en los últimos 100 años las universidades experimentaron pocos cambios en los modelos educativos que suscitan el aprendizaje de nuestros estudiantes. Sin lugar a dudas, la tecnología es el principal catalizador de la transformación digital.

En el ITBA, las aulas se están convirtiendo en espacios de aprendizajes, donde la experiencia de intercambio entre profesores y estudiantes, no ocurre únicamente dentro de un cuarto cerrado y en un horario determinado, sino que el aprendizaje se puede dar en cualquier momento y en cualquier lugar.

El desafío tecnológico que produce este nuevo concepto, no es menor, pero es deber de las áreas de Tecnología de la Información, ponerse a la vanguardia de estos temas, pensando en cómo alinear la estrategia tecnológica en pos de la transformación de los modelos educativos.

Es por eso que consideramos que el nuevo servicio Workspace que explicamos en este documento, es un paso más en la dirección de la transformación digital.

Los siguientes pasos que daremos están alentados por el feedback de profesores y estudiantes, donde nos alientan a seguir desarrollando este tipo de plataformas. En los próximos meses, cada vez más estudiantes necesitarán utilizar Workspace, con distintos y nuevos requerimientos. Como ejemplo, la materia “Simulación de reservorios” de la carrera de Ingeniería en Petróleo, utiliza para el dictado de clases el software Petrel (Schulenberg), este software tiene altos requerimientos de hardware que siempre fueron difíciles de satisfacer. Creemos que a través de la computación en la nube podremos cubrir la demanda. La nube nos permite mayor capacidad de procesamiento de video mejorando todos los softwares de simulación y modelado 3D o CAD<sup>43</sup>. Otra iniciativa en curso, es el reemplazo de todas las computadoras instaladas en las aulas de la universidad por “clientes delgados”. Esta implementación nos permitirá incentivar el uso de Workspace en toda la universidad reduciendo costos de mantenimiento.

Dijimos previamente que el aprendizaje se puede dar en cualquier momento y en cualquier, es por eso que “movilizar el aprendizaje” a través de la tecnología se torna esencial para continuar estando a la vanguardia de la excelencia académica.

## 7 Sección de Referencias

### Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al Equipo del Departamento de Tecnología de la Información del ITBA y al Director de Finanzas e Infraestructura de la universidad, Lic. Rodrigo Fernández.

### Referencias

1. Tanenbaum Andrews S., Sistemas Operativos Modernos, 3ra Edición, Pearson, (2009)
2. Oracle VM User's Guide, Oracle, (2012)

---

<sup>43</sup> Computer-Aided Design, diseño asistido por computadora

3. DuCharme Bob, The Operating System Handbook or, Fake your way through Minis and Mainframes VM/CMS, McGrawHill, (2001)
4. Conroy Sean, History of Virtualization, <https://www.idkrtm.com/history-of-virtualization> (2018)
5. Jones Tin, Application Virtualization, past and future, IBM developerWorks (2011)
6. Microsoft Application Virtualization Technical Overview, <http://microsoft.com>
7. VMware, <http://www.vmware.com>
8. Citrix, <http://www.citrix.com>
9. inLab, Virtualización de aplicaciones, Facultad de Informática de Barcelona, <https://inlab.fib.upc.edu/es/virtualizacion-de-aplicaciones>
10. Timeline of virtualization development, <https://en.wikipedia.org/>
11. Kusnetzky Dan, The First Application Virtualization Company, Virtualization & Cloud Review (2017)
12. The History of VDI, <https://mobilityjourney.com/2011/06/27/the-history-of-vdi-view-vmware/>
13. Escritorios Virtuales: Ventajas e Información, <http://www.flexxibledesktop.com/escriptorios-virtuales/escriptorios-virtuales>
14. Ellrod Craig, XenApp Deployment Strategies, Citrix Blog, (2014)



## **Plataformas virtuales como herramienta transversal en el aprendizaje – Universidad Distrital Francisco José Caldas**

Mary Ann Dousdebes Chía<sup>a</sup>, Pamela Melissa Eberle Gaitán<sup>a</sup>, José Ignacio Palacios Osma<sup>a</sup>, David Antonio Millán Orduz<sup>a</sup>, Jhoan Eduardo Villa Lombana<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Planestic-UD, Avenida Ciudad de Quito  
Nro. 64-81 Oficina 408, Bogotá D.C., Colombia  
madousdebesc@correo.udistrital.edu.co, pamelaeberle@gmail.com,  
jpalacios@udistrital.edu.co, damillano93@gmail.com, jvplanesticud@gmail.com

**Resumen.** Actualmente, la educación virtual —y en general las plataformas virtuales— en búsqueda de una mejora, precisan de tres grandes pilares: accesibilidad, usabilidad y navegabilidad. La pérdida de recursos y la dificultad en el acceso, han sido recurrentes en las diferentes plataformas de aprendizaje, por lo que se desarrolló una interfaz que permite acceder rápidamente a zonas de interés; se busca que, en una sola página, sea posible encontrar la información necesaria para acceder a los recursos y contenidos. La implementación de una nueva arquitectura e infraestructura tecnológica, junto con servicios en la nube, han representado avances importantes en beneficio de la comunidad universitaria; han posibilitado una mayor confiabilidad en el servicio al facilitar el acceso y optimizar costos de funcionamiento. Estas implementaciones vienen acompañadas de otras importantes: copias de seguridad, autenticación única y protocolos generados, para evitar pérdidas de la información, haciendo de la integración de servicios de las TIC un nuevo aporte para la educación y para todos los entes que componen la comunidad universitaria. Es así como la Universidad Distrital emprende acciones por fortalecer las tecnologías como un criterio más para la calidad y acreditación institucional.

**Palabras claves:** Aulas Virtuales, Almacenamiento, Infraestructura, Servicios Nube, Repositorio.

**Eje temático:** Infraestructura y seguridad, repositorios institucionales, procesamiento de alto desempeño.

### **Abstract**

Within the framework of the Development Plan of the Universidad Distrital Francisco José de Caldas and with the purpose of strengthening the processes of virtual education -and in general virtual platforms- in the University and in the search for continuous improvement, it is necessary that platforms respond to three main pillars: accessibility, usability and navigability. The loss of resources and the difficulty in access have been recurrent in the different learning platforms, so an interface was developed that allows quick access to areas of interest; it is sought that, in a single page, it is possible to find the necessary information to access the resources and contents. The implementation of a new architecture and technological

infrastructure, together with services in the cloud and the novelties brought by continuous integration and high availability, have represented important advances for the benefit of the university community; they have enabled greater reliability in the service by facilitating access and optimizing operating costs. These implementations are accompanied by other important ones: backup copies, storage areas, unique authentication and generated protocols, to avoid loss of information, making the integration of ICT services a new contribution for education and for all entities that they make up the university community. This is how the Universidad Distrital Francisco José de Caldas undertakes actions to strengthen technologies as a criterion for quality and institutional accreditation.

## 1 Introducción

La implementación y el desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicaciones (TIC) constituye un reto y un esfuerzo importante para la educación superior y sobre todo en las Universidades Públicas. La integración de las TIC brinda un valor agregado y elementos de mejora para la educación; nuevas formas y herramientas en el aprendizaje como formas de guiar al estudiante en la construcción de su propio conocimiento, sirve como apoyo a la presencialidad e igualmente fortalece la implementación de la educación virtual en la educación superior, cumpliendo, así como los retos y desafíos de la educación en términos inclusión social a la educación superior [1].

Las TIC conlleva el manejo de grandes volúmenes de información, y la integración de servicios virtuales para la comunidad educativa. Vivimos en una sociedad de la información, en la que hay exceso de ella, lo que implica su organización, un rápido procesamiento, capacidad de almacenamiento de datos y la necesidad de tenerla al alcance de manera inmediata. Toda esta información debe estar digitalizada para un fácil acceso, y así brindar canales de comunicación eficaces, debido al ingreso masivo de estudiantes en las diferentes plataformas.

En tal sentido el presente documento en su primera parte identifica las problemáticas que desde lo técnico afectan el desempeño del uso de tecnologías como apoyo a los proceso de aprendizaje, posteriormente, se presenta la evolución y ajustes que se han realizado a la arquitectura y diseño de las plataforma utilizadas en la Universidad Distrital, las cuales en forma permanente son objeto de mejoras, con el fin de ofrecer un oportuno servicio a la comunidad académica, y que estos proceso de cambio sean transparentes para los usuarios finales.

Por último, se presenta las experiencias adquiridas y el impacto alcanzado con el desarrollo de esta propuesta tecnológica para la Universidad, la cual actualmente se encuentra en funcionamiento.

## 2 Entornos Virtuales de Aprendizaje

### 2.1 Problemática del contexto en que se propuso el proyecto

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas cuenta con espacios virtuales de posgrado y pregrado que han crecido de manera exponencial durante los últimos años. Se reporta un crecimiento del 891% en el 2018 con respecto al año anterior. Para finales del año 2017, la Universidad contaba con 785 usuarios y según el reporte para el mes de corte abril del 2018, se contaba con un total de 7005 usuarios, dicha situación refleja por un lado la implementación y puesta en marcha del Plan Estratégico PlanEsTIC- UD [2] que en sus funciones está precisamente la incorporación TIC a los procesos académicos.

Por otro lado y como consecuencia de los cursos habilitados en las plataforma de la Universidad, se ha incrementado el número de usuarios, por lo cual se debe hacer una mayor gestión y control en el almacenamiento de la información, publicación, accesibilidad a los recursos, así como garantizar la continuidad del servicio de plataformas y la capacidad de respuesta ante los posibles inconvenientes que se presente [3].

Debido a este crecimiento acelerado, los servidores con los que cuenta la Universidad se quedaron limitados en cuanto a recursos y conectividad. Es por ello que se decidió llevar las plataformas de educación a una infraestructura de servicios en la nube, la cual brinda una mayor facilidad, rapidez, flexibilidad y escalabilidad [4]. Además, la experiencia en educación virtual y administrando aulas virtuales para pregrados y postgrados, ha demostrado que la ubicación de la información, su organización, la velocidad de procesamiento y el diseño, hace que el usuario tenga otro tipo de experiencia en lo virtual y en el aprendizaje, como también la oportunidad de indagar más en los contenidos de los cursos y con ello ocupe un mayor tiempo y dedicación [5].

El usuario de las TIC es una persona que toma decisiones ágiles que se ven reflejadas en su proceso de aprendizaje y la dedicación en el espacio-tiempo. Lo que permiten las TIC es la eliminación de barreras espaciales y temporales, por ello la información debe estar presentada en forma de instrucciones claras y de manera concisa [6]. Además, estos usuarios suelen ser muy visibles, y tienen periodos cortos de atención, lo cual le da relieve a la forma de comunicar y el acceso a estos espacios, donde la clave es el sentido común, la simplicidad y la integración de servicios, sin sobrecargas que generen distracción, dispersión o la pérdida de la atención, de manera tal que las plataformas desarrolladas por parte del equipo de ingenieros de PlanEsTIC, se han propuesto ofrecer dichos servicios de manera eficiente y eficaz,

Se han presentado situaciones en las que, por pérdida de información, es necesario recuperar la totalidad del curso junto con el material y las actividades que estos contienen, además de revisar notas de estudiantes y las actividades registradas en los *logs* del sistema. Por este motivo, se decidió realizar copias de seguridad de todos los cursos que componen las aulas virtuales, como también de las bases de datos relacionadas. Este proceso se efectúa de manera regular cumpliendo las normas estipuladas por la Universidad y recomendaciones del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones [7]. En consecuencia, se creó un repositorio institucional en el que también son almacenados los videos, scorms y diferentes tipos de archivos y recursos, que han de ser compartidos con la comunidad universitaria.

Otra de la problemática que se ha presentado con relativa frecuencia tiene que ver con la obligación que tiene los usuarios de manejar varias cuentas para acceder a las diferentes plataformas en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas: el sistema de gestión académica, campus virtual, aulas virtuales de cada facultad, sistema de bibliotecas, entre otros servicios. Lo que ocasiona descentralización de la información y así mismo dificultad en su acceso por sus multiplicidad de autenticación, y ante cualquier reclamo o requerimiento no se puede tener una atención inmediata y oportuna, además de que se tiene redundancia en los datos de los usuarios de la comunidad universitaria.

## **2.2 Descripción de la solución tecnológica implementada**

Como estrategia para ofrecer un servicio oportuno y confiable para el desarrollo de los cursos y programas apoyados en TIC, se presenta a continuación, la arquitectura de aplicaciones que se implementaron en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

### 2.2.1 Infraestructura tecnológica en la nube

Para resolver la problemática de recursos limitados y la capacidad de los servidores, se trasladaron las aulas virtuales a AWS (Amazon Web Services) [8], esta decisión se tomó al considerar el uso de una nueva infraestructura que soportara las condiciones necesarias, lo cual incurriría en costos con sólo en la gran adquisición de hardware (servidores, discos de almacenamiento, SAN, switches, etc) sino además de los costos de adecuación de las instalaciones en cuanto a espacio, electricidad, refrigeración, red, requisitos de almacenamiento, licencias de software, mantenimiento sin agregar el recurso humano requerido para las labores en mención.

Al comparar los costos de la infraestructura física frente a la infraestructura y los servicios en nube, se observa que los aspectos se reducen en gran parte al uso de infraestructura, almacenamiento, licencias, monitoreo y administración de los recursos (Tabla 1). Actualmente la solución en la nube pública tiene un costo mensual de 1000 dólares.

**Tabla 1.** Aspectos de comparación para adquisición de servicios de cloud computing. Fuente: Elaboración Propia.

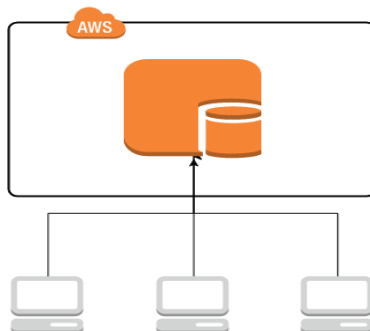
Aspecto	On-premise	Cloud computing
Servidores	Hardware, instalaciones, eléctricas, espacio, enfriamiento, software, licencias, administración.	Administración, software licenciado
Almacenamiento	Hardware, administración, instalaciones, eléctricas, espacio, enfriamiento, software, licencias.	Administración, capacidad usada
Red	Hardware para balanceo de carga	Administración y monitoreo

Entre los proveedores de este tipo de infraestructura, se escoge AWS al tener aspectos significativos en:

- Optimización de costos y recursos.
- Seguridad: brinda la apropiada seguridad de la infraestructura y la prevención a fallos físicos.
- Impacto en el mercado: en los últimos años múltiples empresas de todo tipo han decidido usar sus servicios.
- Disponibilidad: en los contratos de adquisición del servicio, se establece una disponibilidad del servicio de al menos un 95%.
- Variedad de soluciones implementadas: Actualmente AWS ofrece alrededor de 140 servicios de infraestructura.
- Documentación y mejora continua: A medida que avanza a tecnología, se va generando nuevas soluciones y con ellas nueva documentación sobre su apropiado uso.
- Disponibilidad y variedad de zonas a nivel mundial.

- Modelo de responsabilidad y garantía compartida en el tema de seguridad.

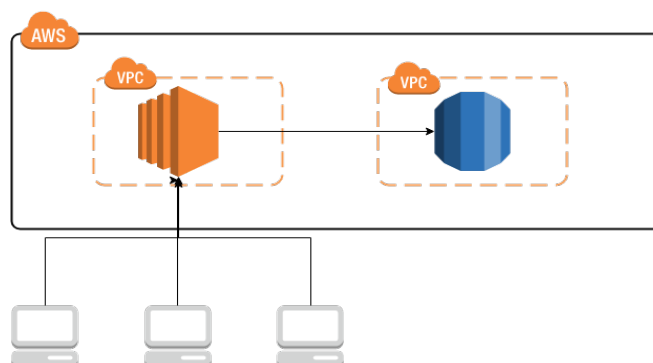
La migración fue realizada sobre una arquitectura similar a la que se tenía en el servidor en tierra con la base de datos dentro de la misma instancia en un servidor ubicado dentro de las instalaciones de la Universidad, como se muestra en la siguiente fig. 1:



**Fig. 1.** Arquitectura del servicio de aulas virtuales con la base de datos en la misma instancia.  
Fuente: Elaboración propia.

Esta arquitectura no brinda muchas facultades y presenta los mismos problemas que la arquitectura que se usaba en el servidor en tierra, debido a que utiliza recursos de la instancia para la base de datos y si falla alguno de estos, la información correría riesgo y se podría dar el caso de pérdida de la información.

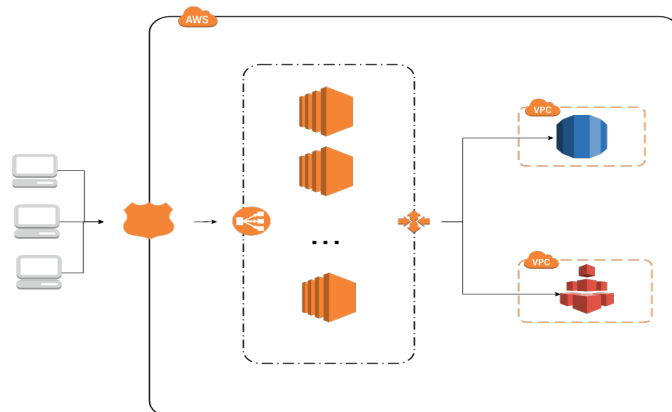
Posteriormente y con el propósito de garantizar la integridad de los datos, se implementa una nueva arquitectura Fig. 2, que tiene como virtud el aprovechamiento de los recursos de la base de datos y la instancia, además de que implica menores costos; igualmente, esta arquitectura posibilita la modificación de las especificaciones de la instancia o de la base de datos de acuerdo con la demanda que tenga el servidor; sin embargo, este último cambio debe realizarse de manera manual.



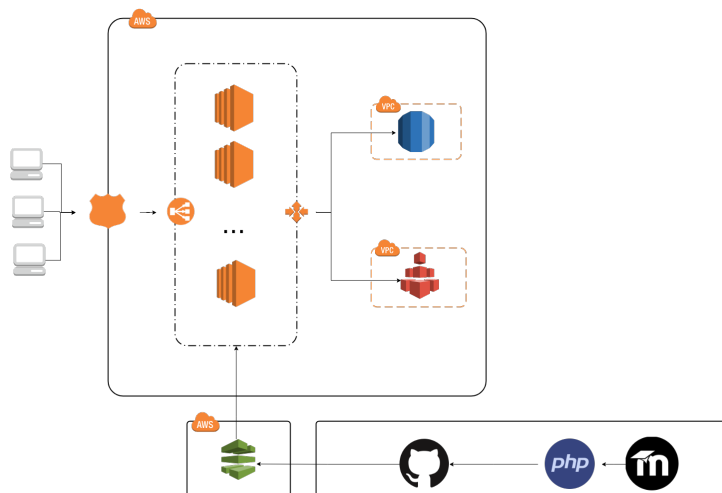
**Fig. 2.** Arquitectura del servicio de aulas virtuales con la base de datos independiente. Fuente: Elaboración Propia.

Como plan de mejoramiento se ha iniciado un nuevo modelo de optimización en marcha de las aulas virtuales con una arquitectura como la esquematiza en la Fig. 3. Este tipo de arquitectura contempla la función de auto-escalamiento, DNS y

almacenamiento en storage. El auto-escalamiento brinda la facultad, de acuerdo con la demanda presentada, de que el servidor se replique y no tenga inconvenientes ante la gran concurrencia de usuarios. Por otra parte, el almacenamiento en *storage* permite separar los datos que son persistentes y así se facilita la generación de copias de seguridad. El DNS Route 53 tiene como función enmascarar todas las anteriores funciones nombradas, por consiguiente el usuario no notará cambio alguno.



**Fig. 3.** Arquitectura del servicio de aulas virtuales con auto-escalamiento y alta disponibilidad.  
Fuente: Elaboración propia.



**Fig. 4.** Arquitectura del servicio de aulas virtuales basada en contenedores. Fuente: Elaboración propia.

Por último, como una propuesta en la cual se está trabajando enfocado a la infraestructura en nube, es la implementación de la integración continua en las aulas virtuales, la función ayudará en las actualizaciones del aula virtual, debido a que brinda un versionamiento y una actualización de manera casi inmediata y automática.

## 2.2.2 Seguridad y autenticación

La realización periódica de copias de seguridad solucionan en gran parte lo que respecta a la preservación de la información; para ello, se creó el siguiente protocolo de almacenamiento:

- Copia de seguridad automática de los espacios virtuales cada viernes; esta es almacenada en el repositorio institucional - en la NAS de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- El almacenamiento que se realiza cada viernes tiene un respaldo en un disco de estado sólido externo.
- Se almacena una copia de seguridad en la nube eliminada cada 8 días.
- El nombre de las copias se compone del nombre corto del curso y de la fecha de creación de la copia.

Dado que para el correcto funcionamiento de las aulas virtuales no solo se requieren las copias de los cursos, es indispensable un respaldo de la base de datos y el directorio de archivos encriptado por la misma plataforma. Estas copias manejan un intervalo distinto de generación dado su complejidad, tamaño y frecuencia de cambio. Las bases de datos son aseguradas diariamente y almacenadas bajo las mismas especificaciones de los contenidos virtuales; por otro lado, el directorio de archivos encriptado o “filedir” (nombre entregado por la plataforma) se compila gracias a un proceso de sincronización cada fin de semana, con el fin de enviar al repositorio únicamente los archivos que han sido creados o actualizados, debido a los grandes tamaños y al prolongado intervalo de tiempo que costaría el respaldo si se considerara a completitud (Fig. 5).



Fig. 5. Esquema de respaldo de seguridad para aulas virtuales. Fuente: Elaboración Propia.

Igualmente, se procedió a instalar una aplicación de *software* libre para gestionar los archivos, llamada Owncloud, en un servidor de la universidad [9]. El *software* permite compartir los archivos creados para los espacios virtuales. Estos archivos pueden ser de texto, multimedia, entre otros. De la misma manera como se almacenan las copias de seguridad (Fig 6).

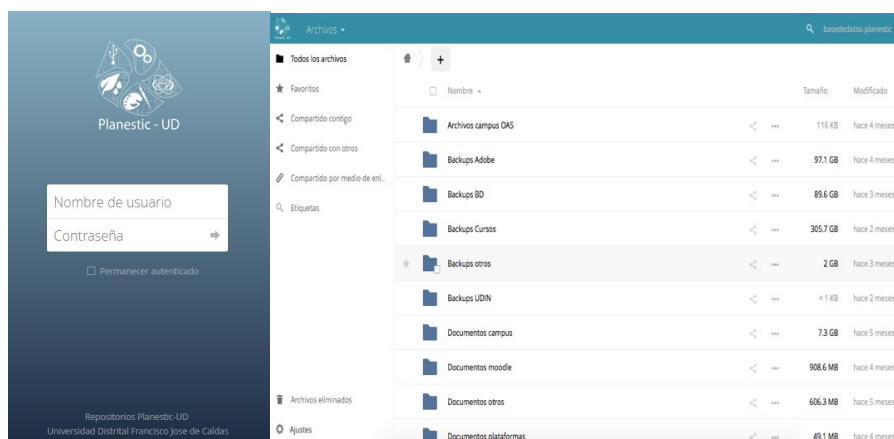


Fig. 6. Repositorios de contenidos Owncloud.

La elección por esta herramienta se determinó con las características de seguridad, como por ejemplo, la opción de asignación de clave para compartir un archivo o carpeta independientemente si es a través de un enlace o mediante la selección de usuarios de la misma plataforma. También se consideró los criterios establecidos por el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio de las TIC para la gestión documental sobre la asignación de metadatos.

Sumados a la facilidad de instalación y configuración para ser compatible con los demás servicios e infraestructura usada. Owncloud se asignó como el repositorio Open Source más estable para las necesidades del proyecto.

Así mismo, se implementó el Single Sign On (SSO) que es un procedimiento de autenticación vía contraseña única, para facilitar el uso de las plataformas y su integración. De esta forma, se hace más sencillo el control de la base de datos por parte de la universidad y con ello se logra disminuir en cierta manera la redundancia de los datos.

### 2.2.3 Interfaz de LMS – Moodle V3.0

Igualmente, que las demás plataforma, el LMS usado ha sido ajustado conforme las necesidades de la comunidad académica y los requerimientos del equipo técnico de PlanEsTIC.

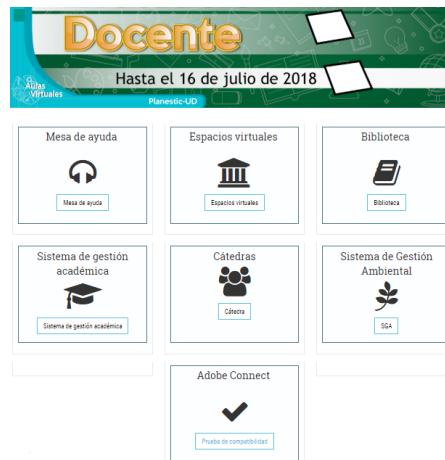
El diseño de las aulas virtuales pretende combinar lo llamativo, la simplicidad, lo fácil —lo que ofrece una hoja de papel—, con los beneficios de la manipulación de los datos digitales.

¿Por qué nos inspiramos en una hoja de papel? El papel sigue estando presente en la vida cotidiana y es un componente fundamental en la gestión de la información. La comodidad y la facilidad en el uso son dos de sus características; hacen que, incluso hoy en día, el papel no pierda vigencia. Para el caso de una plataforma *e-learning*, como la del aula virtual de la Universidad Distrital, se adaptó y modificó una plantilla gratuita para responder a las necesidades de la comunidad educativa. Partimos de las preguntas que llegan a diario a nuestro centro de soporte y al correo de la Mesa de Ayuda, con la finalidad que las aulas que administramos sean accesibles, usables, y que el usuario pueda navegar por ella de manera intuitiva y fluida.

En la Fig. 7 se tiene la página implementada por Planestic-UD, en la que se tienen colores planos, saturación de la página, desorden en cuanto al manejo de información y poca practicidad al momento de ser visualizada en otro dispositivo, no se cuenta con



una información clara respecto a los servicios que se debe tener acceso en la página principal dificultando así su navegación.



**Fig. 7.** Aulas virtuales de la Universidad Francisco José de Caldas, versión 2017.

En la Fig 8, se presenta el diseño que permite la exposición de los servicios ofrecidos por Planestic-UD de manera sencilla: salas de videoconferencias, *software* antiplagio, mesa de ayuda, FAQ, publicaciones y materiales didácticos. Desde lo multimedia, estos servicios soportan el contenido de los cursos y facilitan al estudiante el proceso de aprendizaje, al brindarle herramientas complementarias para mejorar su experiencia, sin la necesidad de grandes recursos encuanto a *hardware*. Necesariamente debe existir mejor adaptabilidad de las diferentes pantallas, equilibrio entre distintos elementos y una jerarquía visual estructurada para una fácil distribución de elementos y un fácil acceso del usuario.

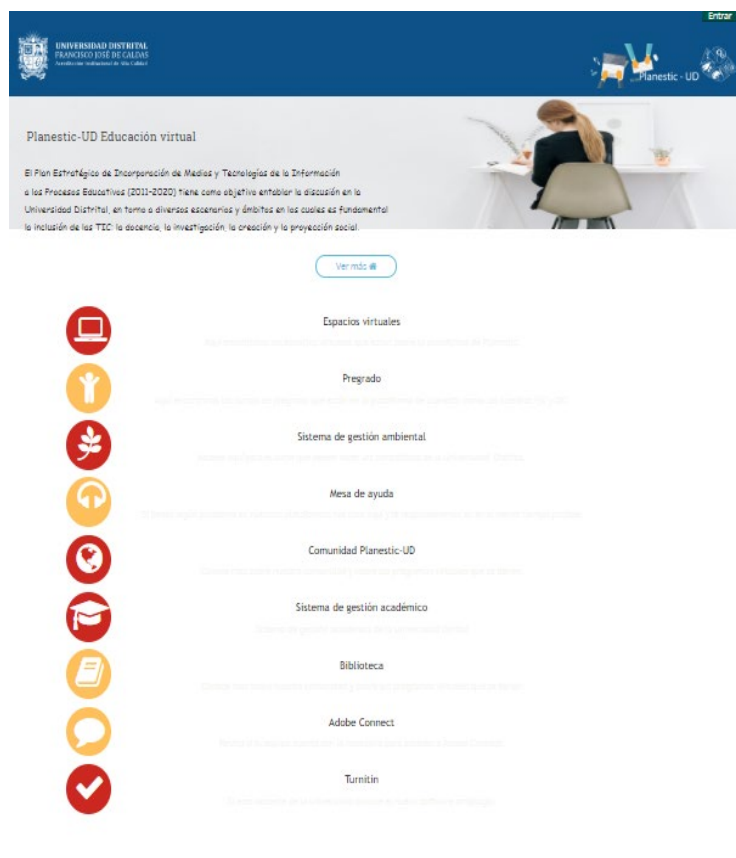


Fig. 8. Aulas virtuales versión junio de 2018. Fuente: Planestic [10]

La jerarquía visual de aula virtual tiene en cuenta factores como el tamaño y la forma en la que se encuentran expuestos los contenidos y otro tipo de elementos, así como también la tipografía y los colores; estos últimos elementos son importantes a la hora de captar la atención de los usuarios en zonas particulares del aula. El número de clics de un usuario debe tender al mínimo; así, el acceso a la información de mayor importancia se optimiza. Cualquier usuario que visite nuestro Moodle debería acceder a la información más crítica en menos de tres clics, si la información se encuentra de manera organizada, lógica e intuitiva.

### 2.3 Aspectos críticos y relevantes a resaltar y detallar

Fue necesario implementar el protocolo de las copias de seguridad debido a la falta de conocimiento de algunos gestores de cursos, a los cuales se les da autonomía en las aulas que administran. Para no saturar el servidor y ralentizar el servicio prestado, las copias de seguridad se realizan durante los periodos de tiempos indicados anteriormente.

La implementación del repositorio institucional se desarrolló de acuerdo con las normativas exigidas por el Ministerio de Educación Nacional, que recomiendan el almacenamiento de todo el contenido de las aulas virtuales en un repositorio institucional para evitar así cualquier inconveniente en cuanto al consumo de recursos de manera externos o por terceros.

El uso de una contraseña única para todos los servicios de la universidad facilita el empleo de recursos, debido a que todo el sistema se encuentra centralizado e integrado vía a una única autenticación. Para el usuario, la contraseña única representa un manejo de las plataformas, debido a que solo tiene un solo medio de autenticación. Esta implementación conlleva mayor seguridad porque se usa una sola base de datos y por tanto se minimiza la redundancia de la información y el consumo de almacenamiento, optimizando así los recursos.

La migración de información a la nube ha derivado en una mayor velocidad de conexión para acceder a los recursos brindados en cada plataforma, y así evitar caídas de enlaces, intermitencia en la red y problemas con el fluido eléctrico. Adicionalmente, no existe una arquitectura implementada de este tipo. En su gran mayoría, los servidores de las aulas virtuales son administrados por terceros, quienes además proveen el servicio de *hosting*. Mientras, que la arquitectura propuesta e implementada en la nube permite un total control sobre el servidor de las aulas virtuales, una disponibilidad de las veinticuatro horas, siete días a la semana y una disminución notable de las tareas de mantenimiento.

#### **2.4 Resultados obtenidos y su impacto**

La realización periódica de copias de seguridad ha sido de gran ayuda para disminuir el tiempo de las actualizaciones de la plataforma y optimizar la revisión de recursos a causa de algún requerimiento. Actualmente, los cursos virtuales que administramos cuentan con copias actualizadas que posibilitan el acceso de manera ágil y sencilla por parte del docente. Además, se cuenta con copias de todas las actividades de los estudiantes para futuros accesos.

En cuanto a la contraseña única se han presentado algunos inconvenientes al momento del ingreso, debido a que algunos usuarios no se conocen el método de ingreso. Se presenta así un error del 0.04% de los usuarios. El 74% de los estudiantes del aula virtual actualmente se encuentran usando este medio de autenticación.

Con respecto a la nueva arquitectura del servidor, esta mejoró de manera notable la conectividad y la disponibilidad del servicio; los usuarios manifiestan que la plataforma tiene un mejor tiempo de respuesta, y hay una mejora en la confiabilidad de los servicios. También se obtuvieron buenos resultados en cuanto a la parte financiera; con una arquitectura en la nube solo se recauda por los recursos que se usaron; así mismo, la implementación de autoescalamiento reduce el desperdicio de recursos, pues estos se almacenan para momentos de mayor demanda. Por último, se obtiene una disminución notable en tiempo, cuando se realiza una actualización del aula virtual. Esta mejora tiene su razón de ser en que esta arquitectura, además de disminuir riesgos, automatiza las actualizaciones.

#### **2.5 Aprendizaje (aciertos y errores)**

En un principio las copias de seguridad eran realizadas de forma manual, lo que ocasionan frecuentemente mayores tiempos en la generación, debido a que las copias se producen curso por curso; además, es posible errar al momento de nombrar las copias.

Para el uso del repositorio institucional se debe tener en cuenta la utilización de metadatos para poder acceder de manera sencilla a la información allí almacenada, y así evitar redundancias.

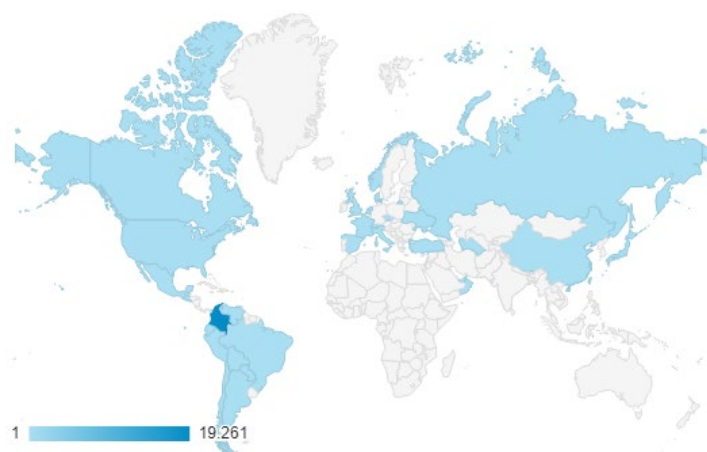
La implementación de la contraseña única presenta inconvenientes sobre todo para los usuarios nuevos, y en especial en la población universitaria que corresponde a los primeros semestres; esto debido a que el usuario debe ingresar primero al Sistema de

Gestión Académica y validar el registro con el cambio de contraseña que se requiere por primera vez. De esta manera puede autenticar sin problemas sus identidad en las demás plataformas; el inconveniente es que muchos en el primer ingreso de muchos de esos usuarios es a los cursos virtuales. Es en ese punto que se generan inconvenientes.

La clave de los resultados obtenidos radica en la comprensión de cómo las TIC se adecúan a las necesidades y a las capacidades reales de la población universitaria que se encuentra vinculada con el un tejido social característico de la universidad pública.

## 2.6 Impactos no esperados

Con la implementación de los servicios en la nube se ha abierto el acceso de la plataforma al ámbito internacional. Varios países consultan e indagan las distintas plataformas y han presentado su interés en los servicios prestados por Planestic-UD cumpliendo con uno de los objetivos de la educación virtual, que es estar al alcance de todos en cualquier lugar del mundo.



**Fig. 9.** Indicadores de acceso a la plataforma a nivel mundial, obtenido de Google Analytics.

En cuanto a la nueva arquitectura del servidor, el mayor aprendizaje se concentró en el trabajo de soporte, debido a que este tipo de cambios desemboca en inconvenientes. Por ejemplo, en principio no se tenía una buena comunicación con los usuarios del aula, y además no existía un protocolo para realizar las solicitudes de soporte. Este asunto se solucionó con la implementación de un sistema automatizado de soporte a los usuarios.

## 3 Referencias

- [1] Ministerio de Educación Nacional, "Plan Decenal de Educación 2006 - 2016," ed. Colombia - Bogotá, 2006.
- [2] Comité PlanesTIC-UD. (2012, Plan Estratégico de Incorporación de Medios y Tecnologías de la Información en los Procesos Educativos 2011 - 2020 - Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

- [3] D. Castillo-Merino and E. Serradell-López, "An analysis of the determinants of students' performance in e-learning," *Computers in Human Behavior*, vol. 30, pp. 476-484, 2014.
- [4] M. A. H. Masud and X. Huang, "A Cloud Based M-learning Architecture for Higher Education," *Archives Des Sciences*, vol. 66, 2013.
- [5] H. Ma, Z. Zheng, F. Ye, and S. Tong, "The applied research of cloud computing in the construction of collaborative learning platform under e-learning environment," in *System Science, Engineering Design and Manufacturing Informatization (ICSEM), 2010 International Conference on*, 2010, pp. 190-192.
- [6] B. O. Ogange, J. O. Agak, K. O. Okelo, and P. Kiprotich, "Student Perceptions of the Effectiveness of Formative Assessment in an Online Learning Environment," *Open Praxis*, vol. 10, pp. 29-39, Jan-Mar 2018.
- [7] Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, "Plan Vive Digital Colombia - Propuesta," ed. Bogota, 2010.
- [8] AWS. (2018). *Amazon Web Services Cloud*. Available: <https://aws.amazon.com>
- [9] R. Planestic-UD. (2018). Available: <https://planestic.udistrital.edu.co/repositorios>
- [10] Aulas Virtuales PlanEstIC UD. (2018). *Aulas virtuales de la Universidad Francisco José de Caldas* Available: <https://moodleprueba.planesticud.com>

## **Infraestructura tecnológica de nube privada virtual como solución para la gestión eficiente de servicios en línea**

Mario Rafael Ruiz Vargas<sup>44,a</sup>, Leopoldo Alberto Navarrete Campos,  
José Wilfredo Alemán Espinoza, Ernesto Alexander Aguilar Juárez,

<sup>a</sup> Universidad Francisco Gavidia, Dirección de Tecnología y Sistemas, Avenida Francisco Gavidia, Edificio de Bibliotecas y Laboratorios Especializados, EBLE, Nivel 4, San Salvador, El Salvador  
marior@ufg.edu.sv, lnavarrete@ufg.edu.sv,  
jaleman@ufg.edu.sv, eaguijarj@ufg.edu.sv

**Resumen.** La Universidad Francisco Gavidia de El Salvador desarrolló entre finales de 2015 y principios de 2016 su proyecto de "Infraestructura tecnológica de nube privada como solución para la gestión eficiente de servicios en línea" que consistió en la evaluación de un contexto descentralizado de servidores locales, con respecto a una solución de nube privada, requiriendo la evaluación de alternativas. Para lo cual, se creó un instrumento de evaluación que permitiera identificar la solución que satisficaría las necesidades en materia de infraestructura, versatilidad, flexibilidad, resistencia a fallos y facilidad de administración, entre otros elementos considerados. Finalmente, se seleccionó una opción de infraestructura utilizando una Nube Privada Virtual. Este documento presenta nuestra experiencia con el objetivo de proveer a otras instituciones de educación superior en la región, un marco de referencia para la toma de decisiones en cuanto a la gestión tecnológica. A su vez, presenta los resultados y beneficios obtenidos como consecuencia de la ejecución del proyecto.

**Palabras Clave:** Nube, Cloud, Nube privada, Nube pública, Infraestructura, Servidores, Máquinas Virtuales, VMs, Data Center, Servicios en Línea, Web Services, Nube Privada Virtual, Virtual Private Cloud, IaaS.

**Eje temático:** Infraestructura y Seguridad.

### **Abstract.**

Francisco Gavidia University of El Salvador developed between the end of 2015 and the beginning of 2016 its project "Technological infrastructure of private cloud as a solution for the efficient management of online services" which consisted in the evaluation of a decentralized context of local servers, with regarding a private cloud solution, requiring the evaluation of alternatives. To this end, an evaluation instrument was created to identify the solution that would satisfy the needs in terms of infrastructure, versatility, flexibility, failure resistance and ease of administration, among other elements considered. Finally, an infrastructure option was

---

<sup>44</sup> Director de Tecnología y Sistemas de la Universidad Francisco Gavidia de El Salvador.

selected using a Virtual Private Cloud. This document presents our experience with the objective of providing other institutions of higher education in the region, a framework for decision making in terms of technology management. In turn, it presents the results and benefits obtained as a consequence of the execution of the project.

## 1 Introducción

La Universidad Francisco Gavidia, UFG, de El Salvador, es una universidad con 37 años de trayectoria académica y cuenta actualmente con dos sedes: una en San Salvador y un Centro Regional de Occidente en Santa Ana.

Nuestra institución se ha caracterizado por apostarle a convertirse en un referente en educación no presencial, brindando carreras completamente virtuales y asignaturas en línea desde 2011. Adicional a su oferta en educación presencial que se caracteriza por el uso de herramientas tecnológicas que sirven de apoyo al Proceso de Enseñanza Aprendizaje, entre las que destacan los centros de prácticas de diversas disciplinas, uso de aulas multimedia, laboratorios y centros de cómputo especializados. A la vez, que se provee a todos los estudiantes con servicios en línea que les permiten realizar sus procesos académicos, administrativos y financieros a cualquier hora y desde cualquier lugar.

La educación virtual requiere de un esfuerzo especial en materia de infraestructura ya que proveer servicios en línea como: plataforma de e-learning, biblioteca virtual, laboratorios en línea, sistemas de asesoría permanente, servicio social, sistema de notas, inscripción de asignaturas en línea y la recepción de pagos por diversos medios electrónicos, entre otros servicios, sistemas y aplicaciones; requiere una infraestructura robusta y siempre disponible.

Inicialmente la UFG, utilizaba servidores locales centralizados y descentralizados, para proveer servicios en línea a toda su comunidad educativa. Esto presentaba aparentes beneficios en materia de seguridad y facilidad para el mantenimiento de los mismos; asociados al sentimiento de proximidad, propiedad, resguardo físico de la información e inmediatez para acceder a los recursos.

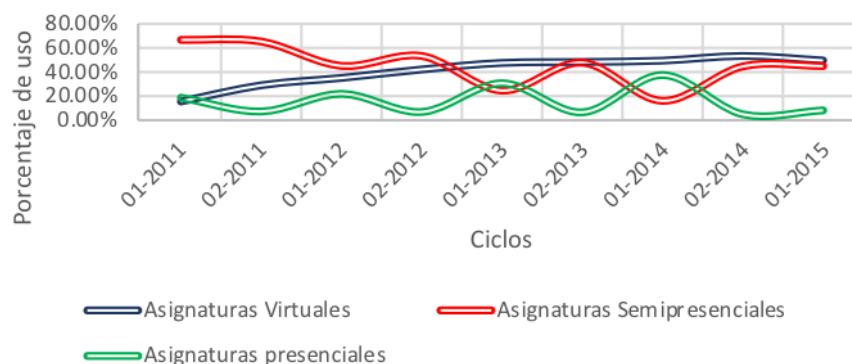
En 2015, sin embargo, surgió la necesidad de fortalecer la infraestructura tecnológica para asegurar la disponibilidad de los servicios informáticos de apoyo al Proceso de Enseñanza Aprendizaje, PEA. Mejorar la experiencia al utilizar los servicios en línea que se proveen a la comunidad universitaria y lograr transformar la administración de la infraestructura en materia de distribución de recursos, realización de respaldos, aplicación de políticas de seguridad, ejecución de mantenimientos periódicos, escalabilidad de los recursos y gestión del talento humano.

Por lo tanto, a finales de 2015 se desarrolló el proyecto “Infraestructura tecnológica de nube privada como solución para la gestión eficiente de servicios en línea”, el cual consistió en reestructurar las aplicaciones a una arquitectura de clúster que garantice la alta disponibilidad de los servicios en línea, y contar con un socio estratégico, proveedor de servicios de nube privada TIER 3[1].

Se realizó un proceso de evaluación de alternativas mediante la creación y aplicación de un instrumento de evaluación que permitiera determinar qué solución respondería a las necesidades en materia de infraestructura, versatilidad, flexibilidad, resistencia a fallos y facilidad de administración, entre otros. Se determinó finalmente la implementación de una nube privada virtual. A continuación, compartimos nuestra experiencia y los resultados que hemos obtenido.

## 2 Problemática y contexto del proyecto

A inicios de 2015, se identificó que la cantidad de estudiantes que optaba por cursar sus asignaturas de forma virtual, se había incrementado sobrepasando la demanda con respecto a las asignaturas servidas en formato presencial. Tomando en cuenta esta tendencia (ver Figura 1) la cantidad de estudiantes que hacen uso de los servicios virtuales mostraba una tendencia al alza. Se puede apreciar en color azul las asignaturas completamente en línea; en color rojo las asignaturas semipresenciales que desarrollan parte de su contenido en línea y otra parte de forma presencial; en color verde se tiene las asignaturas presenciales, que, sin embargo, también hacen uso de los servicios en línea pero que requiere que el estudiante asista al salón de clases regularmente.



**Fig. 1.** Tendencias en la inscripción de asignaturas de los estudiantes. Se observa una tendencia al alza en la inscripción de asignaturas virtuales o completamente en línea.

### 2.1 Alta disponibilidad

La tecnología disponible en la infraestructura local de la UFG, en aquel momento dificultaba ejecutar los procesos de la comunidad universitaria de forma eficiente en periodos de alta demanda, cómo en la inscripción de asignaturas, época de evaluaciones, procesos de egreso y trámite de egreso en línea, usos concurrentes de recursos bibliotecarios, revisión de notas, entre otros; mientras que el resto del tiempo la infraestructura se mantenía subutilizada.

Durante los periodos de evaluación e inscripción los estudiantes percibían demora en el acceso a los servicios, debido a que, cómo se observa en la Figura 2, se utilizaban todos los recursos de los servidores locales. En color rojo se aprecia el uso de recursos del sistema mientras en color azul se observan las solicitudes concurrentes realizadas por los usuarios en periodos de alta demanda, cabe resaltar que la cantidad de peticiones realizadas por los usuarios no podían ser atendidas con tiempos de respuesta aceptables pues desde la perspectiva del usuario, aparentemente el servidor no brindaba ninguna respuesta, aunque en realidad, debido a la saturación del mismo las respuestas tenían mucho retraso llegando a tomar hasta cuatro minutos para realizar una acción que normalmente debería tomar unos segundos.



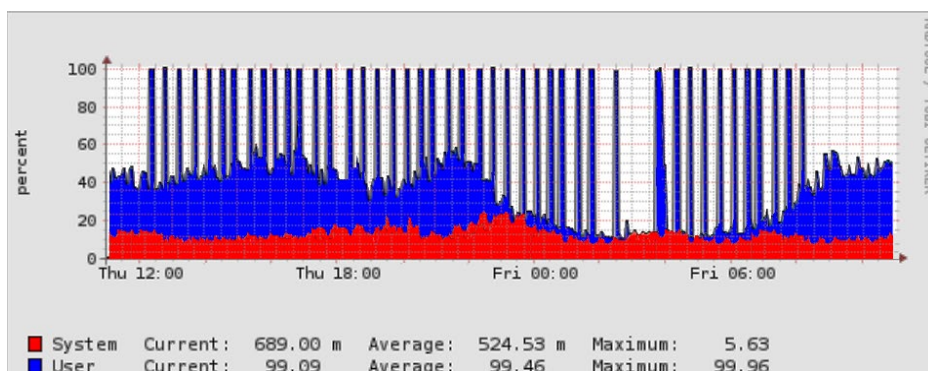


Fig. 2. Comportamiento de uso de los recursos de los servidores durante periodos de alta demanda.

Durante el período de inscripción, la mayoría de estudiantes se avocaban a nuestro equipo de soporte manifestando la tardanza en la respuesta de los servicios y la demora para realizar el proceso de inscripción.

## 2.2 Almacenamiento

Con respecto al almacenamiento, el espacio utilizado por el proceso Enseñanza Aprendizaje para el ciclo 01-2011, alcanzó el máximo disponible al final del ciclo y fue necesario tomar medidas para incrementar la capacidad de almacenamiento y reducir el almacenamiento utilizado por los de archivos de las asignaturas y así evitar el colapso.

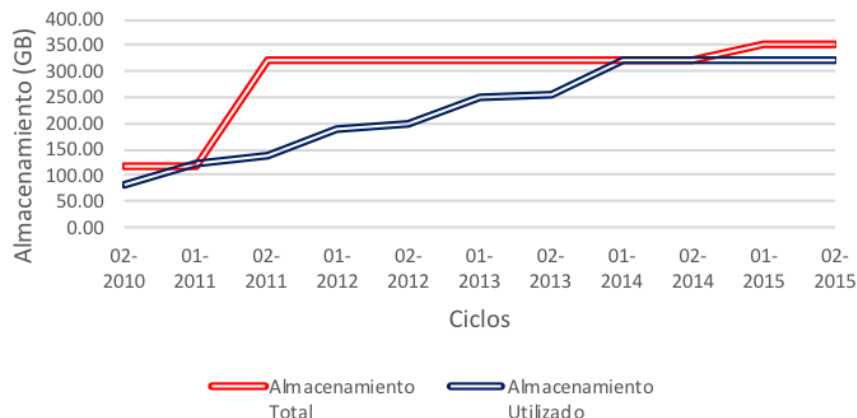


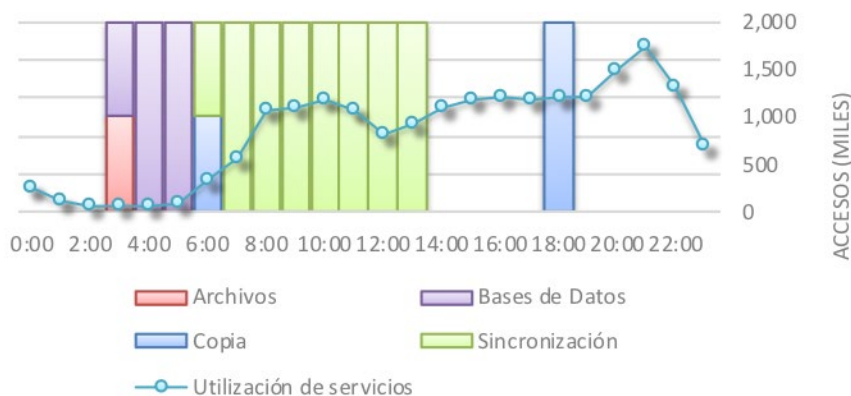
Fig. 3. Utilización de almacenamiento por los cursos en la plataforma de e-learning.

El incremento de almacenamiento físico en los servidores locales permitió evitar el colapso y operar con normalidad por unos años, hasta que a finales del ciclo 02-2014 se presentó nuevamente una situación crítica en la que se requería incrementar el almacenamiento, se evaluaron diferentes alternativas y de momento se incrementó nuevamente la capacidad local, pero se comenzó a buscar una solución más adecuada a la escalabilidad requerida.

Durante el segundo ciclo del 2015 las proyecciones del comportamiento esperado para el ciclo revelaban un incremento, como se aprecia en la Figura 3, en color rojo el almacenamiento disponible y en azul el almacenamiento utilizado, que en un

momento llego a estar al 100% de su capacidad, corriendo el riesgo de un colapso al cuál no podíamos hacer frente con los recursos disponibles en ese momento.

El tiempo necesario para hacer un respaldo del servidor que alojaba nuestra plataforma de e-learning se incrementó a más de 24 horas, lo que impedía que los respaldos de información pudieran llevarse a cabo en horas de menor demanda y baja utilización del servidor, Figura 4.



**Fig. 4.** Tiempos requeridos para realizar respaldos, versus utilización del servidor a diversas horas del día.

Para finales de 2015, todos los servidores gestionados por la Dirección de Tecnología y Sistemas habían sufrido algún tipo de incidente, provocado inestabilidad en los servicios. Por ejemplo, el servidor que aloja a la plataforma de e-learning permitía configurar un mecanismo de prevención de fallas en disco duro, aun así, este generaba incidencias en periodos críticos, como la realización de evaluaciones en línea.

El resto de servidores, no contaba con este mecanismo de prevención, pues no contaban con la tecnología necesaria para ser resistente a fallos de almacenamiento, en caso de falla se debía realizar el proceso de recuperación completo: instalar un nuevo disco, instalar y actualizar el Sistema Operativo, restaurar la información a partir de los respaldos y habilitar el servicio, lo que dejaba sin acceso a los usuarios del servicio, por lo menos durante veinticuatro horas.

### 2.3 Objetivos del proyecto:

En vista de la situación se determinó que para prevenir la interrupción de los servicios y evitar la pérdida de información se requería de los siguientes elementos:

- Consolidar el hardware y virtualizar los servicios en una infraestructura tecnológica que nos permitiera hacer un uso dinámico de los recursos.
- Minimizar los riesgos por fallas en un componente de hardware.
- Soportar la alta demanda en periodos de inscripción y pruebas objetivas, sin que se degradara la calidad del servicio.
- Contar con la infraestructura que nos permitiera la portabilidad de nuestros servicios entre proveedores.
- Mejorar la disponibilidad de los servicios, reduciendo los tiempos de restauración ante una falla.

- Contar con mecanismos para asegurar el respaldo de la información.
- Herramientas de monitoreo del estado de los servicios y analítica de eventos

Se consideró una Nube Privada Virtual (Virtual Private Cloud) como la infraestructura tecnológica que potencialmente solventaría nuestras las necesidades, ya que combina un ambiente consolidado de hardware, la virtualización de servicios, la provisión de almacenamiento resistente a fallos, la posibilidad de monitorear el estado de los recursos de forma centralizada, balanceo de carga, mejoras de seguridad y gestión dinámica de recursos.

Ahora bien, seleccionar la solución apropiada requería una evaluación más profunda de las necesidades de la institución y las alternativas de solución.

### **3 Descripción de la solución tecnológica implementada**

Se concluyó que los servicios informáticos de apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje debían estar disponibles en todo momento y adaptarse a las necesidades de los estudiantes. Se buscaba reducir el tiempo de respuesta en horas de alta demanda, y mejorar la ejecución de procesos de respaldo. Además, de implementar herramientas de monitoreo de la infraestructura tecnológica y el estado de los servicios para mejorar la administración y recibir alertas ante la ocurrencia de eventos que pudieran afectar el servicio. Se determinó que dicha capacidad de adaptación era ofrecida por la combinación de tecnologías robustas como los servicios que brinda la nube.

En términos generales, en 2015 se estimó que la infraestructura de nube provee los siguientes beneficios a las instituciones:

- Mejor velocidad de acceso a los servicios por parte de los estudiantes, al distribuir dinámicamente los recursos a las aplicaciones, reducción de la lentitud ocasionada por gran número de consultas en las horas de alta demanda y/o ejecución de procesos de respaldos.
- El proveedor se encarga de proveer una infraestructura de hardware con alta disponibilidad, tolerante a fallos y la posibilidad de realizar balanceo de carga.
- Existe un centro de monitoreo de la infraestructura tecnológica de la nube (NOC).
- Capacidad de almacenamiento de datos para las necesidades actuales y proyecciones futuras de carreras virtuales.
- Respaldos de información crítica, en base a las necesidades de la institución y no de la disponibilidad de tiempo “ocioso” de los servidores.
- Se puede prescindir de la inversión periódica en acondicionamiento de espacios físicos, mantenimiento y soporte.
- La obsolescencia y depreciación de los equipos deja de ser un problema para la institución.
- El licenciamiento de software requerido para la administración de los recursos de la nube es provisto por el proveedor del servicio.
- Si un sistema necesita mayores recursos de procesamiento o memoria, estos se asignan de forma transparente y automática.
- Las fallas en los Proveedores de Servicio de Internet o de los enlaces a Internet de la institución, no afectan el acceso de los usuarios a los servicios desde el exterior.

### 3.1 Instrumento de evaluación de nube pública:

Se construyó un instrumento que nos permitiera evaluar a los proveedores de nube pública disponibles y evaluar si una nube pública supliría nuestras necesidades. Se establecieron criterios y pesos que reflejaran las necesidades de la institución con respecto a la oferta como se observa en la Tabla 1.

Características	Proveedor 1	Proveedor 2	Proveedor 3
Modalidad (5%)	Virtual Data Center 3	Virtual Data Center 3	Virtual Data Center 3
Alcance de la solución (5%)	Internacional 5	Internacional 5	Internacional 5
IP's públicas (5%)	Cobrado según demanda 1	Cobrado según demanda 2	Cobrado según demanda 1
Herramientas de gestión (5%)	Herramienta propia del proveedor. 3	Herramienta propia del proveedor. 3	Herramienta propia del proveedor. 3
Elasticidad (10%)	Si 4	Máquinas preconfiguradas 3	Máquinas preconfiguradas 3
Alojamiento (5%)	Compartido con otros clientes 2	Compartido con otros clientes 2	Compartido con otros clientes 2
Flexibilidad en el aprovisionamiento de recursos (10%)	Inmediatamente desde el portal de administración 5	Inmediatamente desde el portal de administración 5	Inmediatamente desde el portal de administración 5
Tiempos de respuesta en el aprovisionamiento de ancho de banda (5%)	Automático 5	Automático 5	Automático 5
Calidad del enlace (5%)	Relación 1:1 1	Relación 1:1 1	Relación 1:1 1
Auditoría de bases de datos (5%)	Como Servicio 2	Como Servicio 2	Solo para SQL Server 3
Redundancia en el enlace de datos (5%)	Internet y entidades financieras 5	Internet y entidades financieras 5	Internet y entidades financieras 5
VPN Exclusiva a Bancos (5%)	Como servicio 1	Como servicio 1	Como servicio 1
Herramientas de Monitoreo (5%)	Herramientas de proveedor 2	Herramientas de proveedor 2	Herramientas de proveedor 2
Capacitaciones, training (5%)	N/A 1	N/A 1	N/A 1
Seguridad de múltiples llaves (5%)	Por medio de usuario, clave, VPN y tokens proporcionados por Hardware 5	Por medio de usuario, clave, VPN y tokens proporcionados por Hardware 5	Por medio de usuario, clave, VPN y tokens proporcionados por Hardware 5
Redundancia de Datacenter (5%)	Se puede trasladar la información a cualquier datacenter del proveedor a nivel internacional 5	Se puede trasladar la información a cualquier datacenter del proveedor a nivel internacional 5	Se puede trasladar la información a cualquier datacenter del proveedor a nivel internacional 5
Gestión de Respaldos (10%)	Respaldo en solución como servicio adicional 2	Respaldo en solución como servicio adicional 2	Respaldo en solución como servicio adicional 2
<b>PUNTAJE</b>	<b>64</b>	<b>62</b>	<b>63</b>

Tabla 1. Instrumento de evaluación técnica de las opciones de Nube Pública.

Después de realizar la evaluación, se identificó que, en base a nuestras necesidades, las opciones de nube pública resultaron bastante similares y no había un elemento determinante para favorecer una u otra solución. Se consideró necesario reevaluar otro tipo de soluciones.

### 3.2 Instrumento de evaluación de nube privada:

Se construyó un instrumento para evaluar a los proveedores de nube privada disponibles y evaluar si alguna de sus propuestas supliría nuestras necesidades.

Además de establecer criterios y pesos que reflejaran las necesidades de la institución con respecto a la oferta, se deseaba establecer un punto de comparación con respecto a las opciones de nube pública, como se observa en la Tabla 2, se incluyó elementos adicionales al instrumento de la Tabla 1.

A continuación, se comparten algunos elementos que pueden ayudar a otras instituciones a valorar este tipo de soluciones.

Características	Proveedor 1	Proveedor 2	Proveedor 3	Proveedor 4	Proveedor 5
Modalidad (3%)	Virtual Private Cloud	Virtual Data Center	Virtual Data Center	Single tenance	Virtual Private Cloud
	5	4	4	3	5
Alcance (5%)	Internacional	Local	Local	Local	Regional
	5	3	2	3	4
IP's públicas (3%)	Red de 16 IP's	10 IP's	10 IP's	12 IP's	10 IP's
	5	3	3	4	3
Herramientas de gestión (3%)	VMWare VSphere Enterprise Plus	VMWare VSphere	VMWare VSphere	VMWare VSphere	Herramienta propia del proveedor.
	5	5	5	5	3
Infraestructura física del Datacenter (3%)	Certificación TIER 3	Certificación TIER 1	Sin certificación pero con estándares	Certificación TIER 2	Certificación TIER 2
	5	3	2	4	4
Balanceador de enlaces (4%)	NetScaler	Balanceador de software	Balanceador de software	Balanceador Citrix	Fortinet
	5	3	3	5	4
Flexibilidad en el aprovisionamiento de recursos (10%)	Se hace inmediatamente desde el portal de gestión de administración	Se hace desde el portal de administración con un tiempo de espera de 12 horas	Se hace desde el portal de administración con un tiempo de espera máximo de 48 horas	Se debe solicitar la adición de un nuevo nodo (servidor) puede tardar hasta 3 días en aplicarse	Se hace desde el portal de administración con un tiempo máximo de 4 horas
	5	3	2	2	4
Tiempos de respuesta en el aprovisionamiento de ancho de banda (5%)	1 hora	72 horas	16 horas	12 horas	4 horas
	5	1	2	3	4
Personal de soporte al datacenter (8%)	NOC internacional especializado en monitoreo arquitectura y seguridad	NOC local que reporta a la institución	NOC local que reporta a la institución	NOC local que reporta al proveedor	NOC regional
	5	3	2	3	3
Auditoría de bases de datos (10%)	Solución Propietaria (McAfee)	DataBase Firewall	LogRhythm	Auditoría como servicio	Solución Propietaria
	4	3	4	1	3
Redundancia en el enlace de datos (5%)	Internacional enlaces MPLS e Internet	Enlace Internet	Enlace Internet	Enlace Internet	Regional enlace MPLS e Internet
	5	3	3	3	5
VPN Exclusiva a Bancos (3%)	Se proporciona hardware para conectividad	Hardware propio de la UFG	Hardware propio de la UFG	Hardware propio de la UFG	Hardware propio de la UFG
	5	3	2	3	3

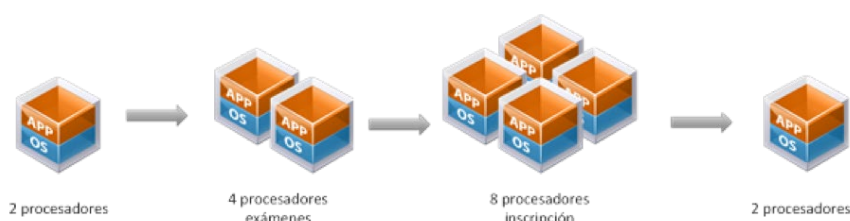
Características	Proveedor 1	Proveedor 2	Proveedor 3	Proveedor 4	Proveedor 5
Herramientas de Monitoreo (5%)	El NOC realiza el monitoreo con niveles para la gestión de incidencias 5	Herramientas de VMWare gestionadas por personal de la UFG 4	Herramientas de VMWare gestionadas por personal de la UFG 4	Herramientas de VMWare gestionadas por personal de la UFG 4	El NOC realiza el monitoreo 3
Capacitaciones (3%)	Gestión del Portal de administración 2	Gestión del Portal de administración 2	24 horas efectivas en herramientas de hardware/software que integran la solución 3	Capacitación en el uso de las herramientas de hardware/software que integran la solución 5	Gestión del Portal de administración 2
MFA (Seguridad Multifactor) (5%)	Por medio de usuario, clave y VPN 4	Por medio de usuario y clave 3	Por medio de usuario, clave, VPN y tokens proporcionados por Hardware 5	Por medio de usuario, clave, VPN y tokens proporcionados por Hardware 5	Por medio de usuario, clave y VPN 4
Redundancia de Datacenter (5%)	Se puede trasladar la información a cualquier datacenter del proveedor a nivel internacional 4	No hay redundancia 1	No hay redundancia 1	No hay redundancia 1	Se puede trasladar la información a cualquier datacenter del proveedor en el mismo país 2
Gestión de Respaldos (10%)	(+) Respaldo en Solución (+) Respaldos en appliance (-) Descarga desde el MPLS 4	(+) Respaldo en Solución (-) Respaldos en cinta (-) Descarga desde el MPLS 2	(+) Respaldo en Solución (-) No hay appliance adicional (+) Descarga en el datacenter 3	(+) Respaldo en Solución (-) No hay appliance adicional (+) Descarga en el datacenter 3	(+) Respaldo en Solución (+) Respaldos en appliance (-) Descarga desde el MPLS 4
Seguridad en la nube (10%)	Aseguramiento de cada ítem que compone la solución 5	Seguridad Basada en firewall 3	Seguridad Basada en firewall 3	Aseguramiento de la mayoría de ítems que componen la solución 4	Seguridad Basada en firewall 3
<b>PUNTAJE</b>	<b>92.2</b>	<b>56.2</b>	<b>58</b>	<b>62.2</b>	<b>70</b>

**Tabla 2.** Instrumento de evaluación técnica de las opciones de Nube Privada.

Después de realizar la evaluación, se identificó que, en base a nuestras necesidades, las opciones de nube privada virtual (VPC) resultaron bastante similares en general, pero logrando un puntaje con un margen bastante mayor el proveedor 1.

#### 4 Arquitectura de clúster

Debido al número creciente de usuarios, se necesitaba una solución escalable en el tiempo que optimizará los recursos disponibles. Se optó por una arquitectura de clúster, donde varias máquinas virtuales funcionan como una sola para brindar un servicio sin interrupciones. Al incrementarse la demanda, se agregan nuevas máquinas virtuales, las cuales se reutilizan cuando dejan de ser necesarias, Figura 5.



**Fig. 5.** Arquitectura de clúster para servicios en línea, el aprovisionamiento se hace de acuerdo a las necesidades específicas que se dan en un momento del semestre académico como en la inscripción y procesamiento de pagos en línea.

Además de permitir el escalamiento horizontal, una arquitectura de clúster es tolerante a fallos. Mediante la aplicación de los dos instrumentos, uno para evaluar a proveedores de nube pública y otro para evaluar a los proveedores de nube privada, con base en los objetivos planteados y los requisitos de la institución se optó por una solución de Nube Privada Virtual, que la Universidad denominó “UFG Cloud”.

#### 4.1 Desarrollo y ejecución

Para la reconversión de las aplicaciones a una arquitectura de clúster se utilizó como referencia el modelo de doce factores para el desarrollo de software [2] como servicio, con el objetivo de cambiar el paradigma de servidores monolíticos a un esquema de recursos compartidos entre servicios.

Los doce factores comprenden el uso de formatos declarativos que permitan la incorporación de nuevos desarrolladores, declarar claramente los requisitos en cuanto a sistema operativo de forma que se fomente la portabilidad, preparar las aplicaciones para pasar de un contexto de servidores locales a un contexto de nube, homologar los entornos de desarrollo para permitir la mejora continua de forma ágil y la escalabilidad o crecimiento sostenido en el tiempo. Metodología alineada al Sistema de Gestión de la Calidad adoptado por la Institución y a sus Procedimientos de Servicios Informáticos, PSI, en especial el PSI-04, Procedimiento para Análisis y Desarrollo de Software.

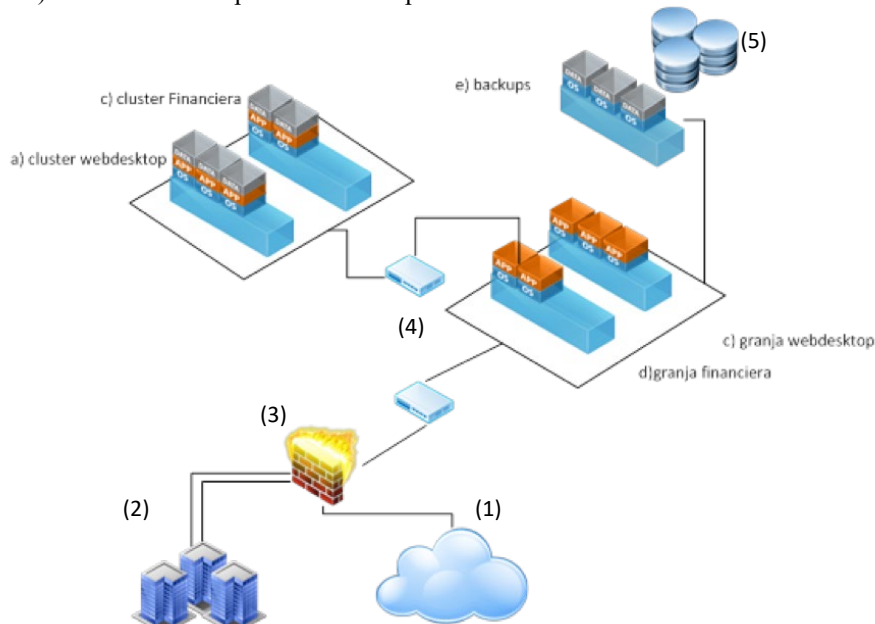
En la implementación de la UFG, se separan las tareas que realiza una aplicación y se asigna cada una de ellas a un clúster o grupo de máquinas virtuales. Por ejemplo, un clúster se encarga del almacenamiento en la base de datos, otro exclusivamente para la autenticación y validación de datos, etc. En la Figura 6 se muestra la infraestructura utilizada para el proceso de inscripciones.

Se modificaron los elementos que originalmente utilizaban varios servidores, para permitir el crecimiento horizontal, distribuyendo los servicios entre los recursos disponibles en clústeres o granjas. En el contexto particular de la UFG los clústeres se enfocan en el uso de bases de datos con nodos interdependientes. Por otra parte, para aplicaciones web, generalmente se habla de granjas. Ambos términos implican la idea de varias máquinas interactuando entre sí para presentarse al usuario como si se tratase de un único servidor, utilizando un balanceador de carga como intermediario para distribuir el trabajo entre las diferentes máquinas virtuales.

Por tanto, fue necesaria la consolidación de diversos servicios y aplicaciones dentro de una misma infraestructura de servidores, pasando del esquema anterior en el que se tenía servidores separados para cada servicio, hacia un esquema de servicios agrupados, compartiendo dependencias y recursos de forma inteligente y segura.

Por ejemplo, para el proceso de inscripción (Figura 6), la nueva infraestructura consistiría en:

- a) Un clúster de base de datos para autenticación y validación de datos
- b) Una granja de servidores para soportar el acceso de hasta 15,000 usuarios simultáneos
- c) Un clúster de base de datos para la consulta, creación y pago de aranceles
- d) Una granja de servidores para crear y visualizar talonarios de pago
- e) Una estructura para realizar respaldos de datos cada 30 minutos.



**Fig. 6.** Arquitectura de clúster para proceso de inscripciones. (1) Conexión a usuarios en Internet, (2) Conexiones desde la red local de la Universidad, (3) Firewall en el Core de interconexión con Internet, la red interna y la Nube Privada Virtual, (4) Equipos de red virtuales para la conmutación de paquetes e interconexión de clúster y granjas de servidores, (5) bases de datos, respaldos y almacenamiento histórico.

#### 4.2 Equipo de trabajo y beneficios para la gestión del talento humano

La migración de los servicios a una nube privada utilizando la nueva infraestructura contó con la participación de empleados del Centro de Desarrollo de Software de la Universidad Francisco Gavidia y personal del proveedor de nube seleccionado.

El equipo que compone el Centro de Desarrollo de Software de la Universidad Francisco Gavidia incluye, Administrador de proyecto, Arquitectos de infraestructura, DevOps, Ingenieros de confiabilidad y Expertos en Seguridad.

En nuestra Nube Privada Virtual, se han implementado herramientas estándar en la industria para la gestión de máquinas virtuales, balanceo de carga, monitoreo, auditoría de bases de datos, entre otras tareas requeridas por el nuevo diseño. Además, se cuenta con un portal de administración para el aprovisionamiento de recursos.

Aunque es técnicamente posible instalar las herramientas de software para la gestión y el hardware en un centro de datos local, la adopción de un modelo de Infraestructura como Servicio (IaaS) de Nube Privada Virtual, simplificó las tareas asociadas al centro de datos, con lo que se redujo el tiempo dedicado a tareas de



mantenimiento por parte del personal técnico de la universidad y, gracias a las herramientas de monitoreo, ahora es posible ajustar los recursos asignados a los servicios de la universidad de acuerdo con el nivel de demanda esperado en períodos pre-identificados.

## **5 Resultados obtenidos y su impacto.**

La implementación de los servicios en la nube nos ha ayudado a mejorar la experiencia de uso de nuestros estudiantes, minimizando el número de reclamos.

Además, se ha podido automatizar procesos que necesitan un alto costo de recursos en hardware tradicional tal como las validaciones de solvencia en tiempo real al momento de realizar exámenes.

Mejorar la calidad de los servicios en línea de la universidad, incluso durante períodos de alta demanda.

Facilitar la administración de los recursos tecnológicos reduciendo la cantidad de horas que los responsables necesitan para mantener los servicios funcionando.

Proveer una infraestructura de primer nivel en la categoría TIER 3 (99.982% de disponibilidad).

También, ha ayudado a preparar el camino para desarrollar aplicaciones, en los ámbitos de Minería de Datos, Inteligencia de Negocios, Gestión de contenido corporativo y Real-time Social Media Analytics, entre otros.

Mejorar la experiencia de uso de los servicios en línea de la universidad, al poder acceder a ellos de forma inmediata, estable y siempre disponible; creando una percepción de servicio de primer nivel acorde con las expectativas de los usuarios.

### **5.1 Impacto a otras áreas de la institución**

La reestructuración de la infraestructura se comunicó, primero, a las áreas técnicas para modificaran las aplicaciones y forma de trabajo para aprovechar la nueva arquitectura de clúster.

Posteriormente, a los usuarios, para prepararlos para el cambio y se solicitó a algunos de ellos la realización de pruebas durante el despliegue de la nueva infraestructura.

Finalmente se publicó en periódicos locales, redes sociales, sitio web institucional, etc., invitando a los usuarios a acceder a los servicios con confianza y evidenciar la robustez de la solución.

Previo al diseño e implantación de la solución, el incremento de peticiones ralentizaba el proceso de inscripción, tardando el estudiante en promedio 30 minutos para completar su inscripción.

La cantidad de estudiantes que se conectan por segundo a los servicios en periodos de clase es de 150 estudiantes/segundo, durante el receso entre ciclos este disminuye a 88 estudiantes/segundo. Como se observa en la Figura 7, el primer día de inscripción este número aumenta a un máximo de 350 estudiantes/segundo.

Luego del diseño e implementación de la solución, en el próximo proceso de inscripción se brindó una experiencia de usuario satisfactoria supliendo el acceso y entrada a la inscripción a 3,500 estudiantes en el primero minuto de proceso e inscribiendo 6,500 estudiantes en la primera hora del proceso de inscripción.

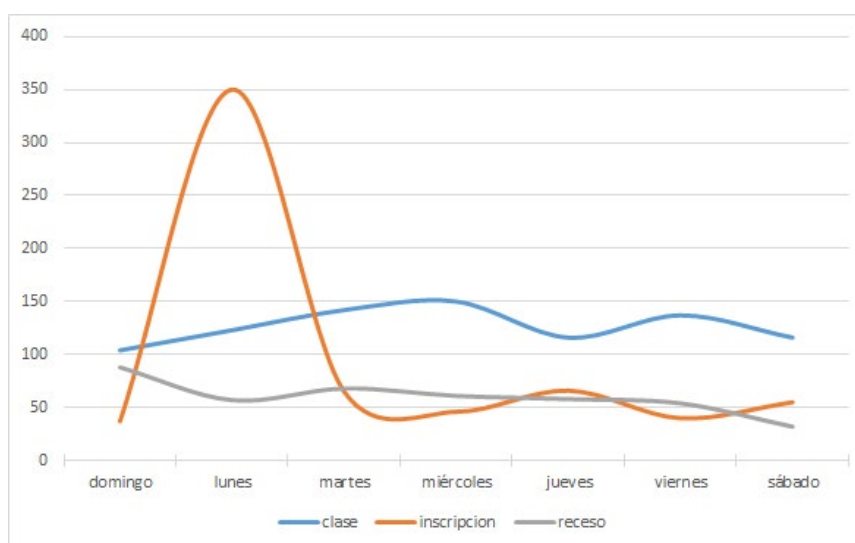


Fig. 7. Demanda promedio de recursos por día de la semana UFG, años 2015 – 2017

Durante el proceso de inscripción los estudiantes mostraron su satisfacción con el proceso a través de redes sociales, con mensajes positivos para los tópicos: velocidad de acceso, facilidad del proceso, disponibilidad, fluidez y estabilidad.

Cómo se puede apreciar en la Figura 8, se analizaron 34 comentarios relacionados al proceso en línea, de los cuales el 100% correspondía a opiniones positivas respecto a su experiencia.

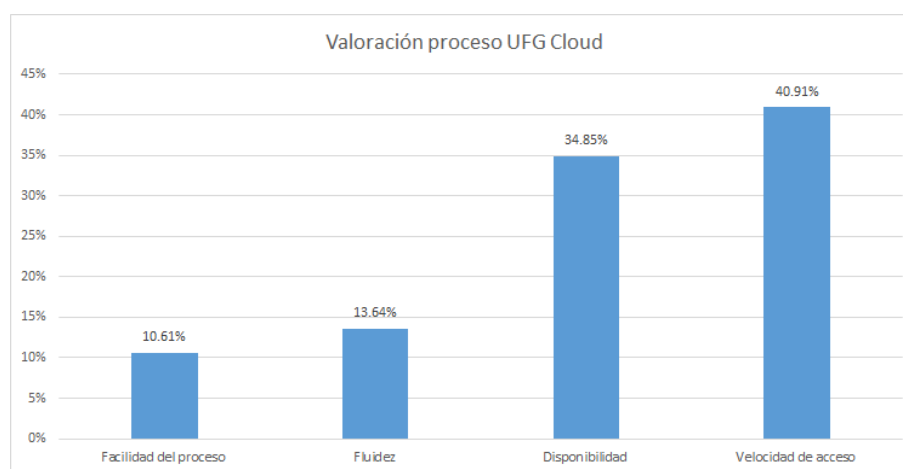
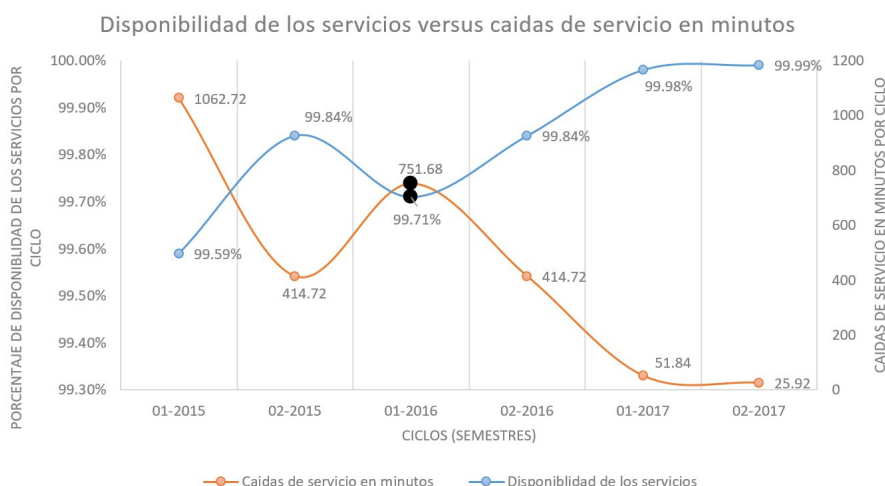


Fig. 8. Valoración de comentarios en redes sociales al primer proceso de inscripción con el modelo UFG Cloud.

El indicador “Disponibilidad de Aplicaciones en línea”, Figura 9, muestra que el servicio ha incrementado su disponibilidad de un 99.59%, 17.71 horas de baja semestrales el ciclo 01-2015, a un 99.99%, 25.92 minutos de baja semestrales en el ciclo 02-2017.



**Fig. 9.** Porcentaje de disponibilidad de los servicios, con respecto al tiempo en minutos sin servicio, en negro el ciclo (semestre) en el que se implementó la solución.

El número de incidencias de lentitud o fallas en el servicio de nuestra plataforma de acceso (WebDesktop) y el sistema de aula virtual (U-virtual) que los estudiantes reportaban a través del Sistema para la medición de la satisfacción del estudiante disminuyó en un 92.1%, 3 casos en el ciclo 02-2017 versus 38 casos en el ciclo 01-2015.

Por medio del monitoreo de servicios es posible determinar el incremento o disminución de recursos de acuerdo a las necesidades de los estudiantes. Por ejemplo, para el 10 de septiembre de 2017 se añadió un nuevo nodo de proceso, ya que para esa fecha se puso a disposición de los estudiantes un nuevo servicio en la plataforma U-Virtual.

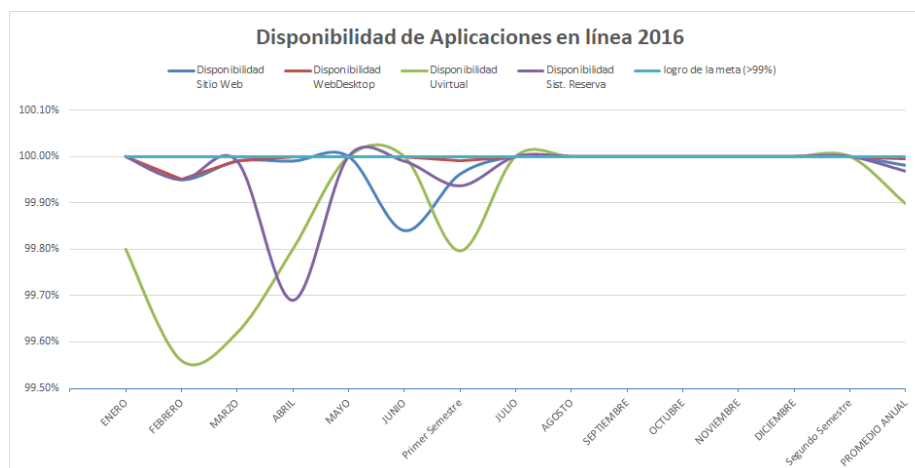
## 5.2 Evaluación y monitoreo

La evaluación de eficiencia en el uso de los recursos se realizó por medio de dos herramientas:

- La medición del desempeño de los servicios por medio de herramientas de monitoreo, que a su vez hace posible la toma de decisiones en cuanto a priorizar un servicio y los recursos asignados a este al determinar la combinación óptima de recursos para los periodos más críticos. Por ejemplo, el periodo de exámenes y la inscripción de asignaturas.
- Recolección de estadísticas que sirven como insumo para el indicador mensual Disponibilidad de Aplicaciones en línea, Figura 10. Con el cual se puede evidenciar que disminuyó el tiempo de baja en los servicios número de incidencias y con ello las incidencias reportadas en el sistema de consultas, quejas y sugerencias.

Por medio del monitoreo y la recolección de estadísticas, se planificaron acciones de optimización en el corto y mediano plazo, para mantener un acceso a los servicios en cinco segundos o menos para un estudiante conectado con un ancho de banda de 1Mbps desde su casa u otra locación. Las herramientas de evaluación de satisfacción de los estudiantes sirvieron como insumo al Procedimiento para brindar soporte a los servicios virtuales, con el que se generó un diagrama de Pareto en el cual se priorizan las necesidades externadas por los estudiantes. Producto de todos estos análisis, se

programaron ventanas de mantenimiento en las que se readecuan los recursos de acuerdo a las necesidades detectadas.



**Fig. 10.** Resultados del indicador de Disponibilidad de Aplicaciones en línea por aplicación.

## 6 Carácter innovador de la solución

Contar con una Infraestructura tecnológica de nube privada virtual como solución para la gestión eficiente de servicios en línea, tiene como carácter innovador la integración de un conjunto de tecnologías que permiten el acceso remoto a los servicios online ofrecidos de la Universidad, almacenamiento de archivos y procesamiento de datos por medio de Internet.

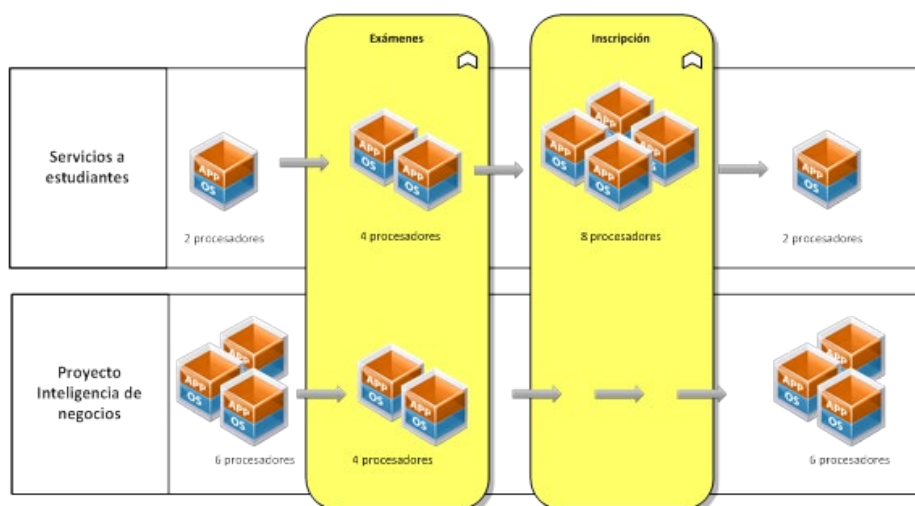
La nube privada le proporciona a la Universidad una mayor flexibilidad en relación a la gestión de los datos e información, dando lugar a que la población estudiantil tenga los servicios disponibles siempre y en todo lugar.

En la actualidad, nuestra institución se apoya en una plataforma de infraestructura en la nube (IaaS) que soporta un modelo de integración de servidores virtualizados y servicios dedicados a los estudiantes a través de una arquitectura avanzada y en capas, gestionado por medio de un único punto de control (Portal web, API de gestión y VDI'S dedicadas).

Los cambios realizados es la infraestructura tecnológica de la Universidad, representa una mejora significativa, ya que para el año 2017 se observó una reducción 92.1% en las incidencias relacionadas a los procesos académicos-financieros los cuales se les brindan a los estudiantes, estas acciones a provocado al mismo tiempo un crecimiento en la satisfacción de los estudiantes y mejor aceptación de los servicios.

El potencial innovador de esta infraestructura es la capacidad de automatización y control que se tiene en todo el proceso académico-financiero en el que cada uno de los estudiantes es parte. La arquitectura de UFG Cloud ha sido diseñada con la capacidad para desarrollar e implementar proyectos que tiene como objetivo principal mejorar la experiencia educativa a nivel superior, sirviendo como modelo no solo para las Universidades locales sino también para las universidades en la región.

Adicionalmente contribuye a la eficiencia de los servicios, manteniendo una escalabilidad de los recursos y proporcionando una reducción de costos por mantener una operatividad siempre (Ver Figura 11).



**Fig. 11.** Automatización en el traslado de recursos inteligentes, priorizando las actividades orientadas al alumno en época de exámenes e inscripción.

## 7 Impactos no esperados

Originalmente, se buscaba principalmente fortalecer la infraestructura tecnológica para asegurar la disponibilidad de los servicios informáticos de apoyo al Proceso de Enseñanza Aprendizaje, PEA. A la vez que se mejoraba tanto la experiencia al utilizar los servicios que se proveen a la comunidad universitaria cómo al transformar la administración de la infraestructura a un ambiente consolidado de hardware, la virtualización de servicios, la provisión de almacenamiento resistente a fallos, la posibilidad de monitorear el estado de los recursos de forma centralizada, balanceo de carga, mejoras de seguridad, gestión dinámica de recursos, reducción en el esfuerzo requerido para realizar mantenimientos y escalabilidad en la solución.

Como valor agregado se ha mejorado la imagen institucional mediante la divulgación del cambio en nuestra infraestructura tecnológica.

Por ejemplo, se realizó el lanzamiento oficial de “UFG Cloud”, al evento se invitaron diferentes medios de comunicación y prensa escrita, esto con el fin de realizar una divulgación a nivel nacional, dando a conocer todos los beneficios que UFG Cloud ha traído para la Universidad.

Como parte de la campaña de divulgación se lanzó un video<sup>45</sup> donde se da a conocer los resultados obtenidos desde que UFG Cloud comenzó a operar.

<sup>45</sup> El video está disponible en el siguiente enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=vKFSi9QeVH8>



Fig. 12. Volantes UFG Cloud, parte frontal.

Adicionalmente se repartieron volantes describiendo algunos de los beneficios que UFG Cloud ha traído a la Universidad, haciendo énfasis en el compromiso de la Universidad por mantener una cultura innovadora y de calidad, que contribuye a la mejora educativa a nivel nacional. (ver Figuras 12 y 13).

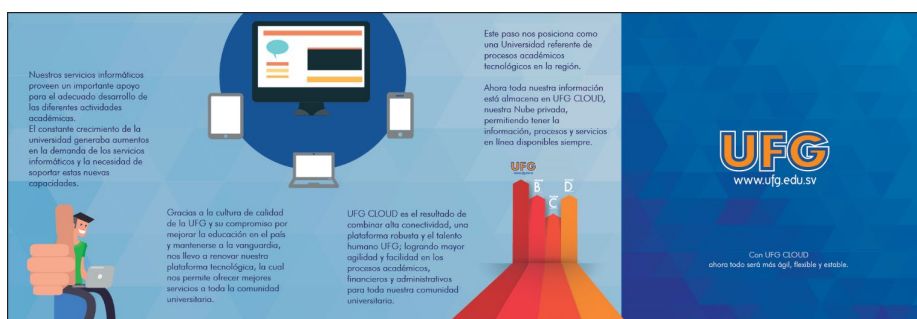


Fig. 13. Volantes UFG Cloud, parte posterior.

Se ha compartido la experiencia en la implementación de los servicios en la Nube privada UFG Cloud, como caso de éxito UFG, bajo ese marco se destaca la participación en ponencias en eventos que se ha llevado a cabo en diferentes países de la región, los que se mencionan a continuación:

- Educación Summit presentando el caso de éxito de esta solución en Honduras, República Dominicana, Guatemala, Panamá y Colombia.
- Presentación del caso de éxito como buenas prácticas para las Instituciones de Educación Superior en El Salvador ante el Observatorio de Buenas Prácticas de la Red Telescopi.
- En El Salvador, se realizó una ponencia en la Cámara Americana de Comercio de El Salvador (AMCHAM).

## Referencias

1. Turner IV, W. Pitt, JH PE, P. E. Seader, and K. J. Brill. "Tier classifications define site infrastructure performance." *Uptime Institute* 17 (2006).
2. Wiggins, Adam. 2018. "The Twelve-Factor App." *The Twelve-Factor App*. Accessed May 5. <https://12factor.net/>.
3. Song, Ying, et al. "Multi-tiered on-demand resource scheduling for VM-based data center." *Cluster Computing and the Grid, 2009. CCGRID'09. 9th IEEE/ACM International Symposium on*. IEEE, 2009.

4. Greenberg, Albert, et al. "The cost of a cloud: research problems in data center networks." *ACM SIGCOMM computer communication review* 39.1 (2008): 68-73.
5. Armbrust, Michael, et al. "A view of cloud computing." *Communications of the ACM* 53.4 (2010): 50-58.
6. Barroso, Luiz André, Jimmy Clidaras, and Urs Hölzle. "The datacenter as a computer: An introduction to the design of warehouse-scale machines." *Synthesis lectures on computer architecture* 8.3 (2013): 1-154.
7. Wood, Timothy, et al. "The Case for Enterprise-Ready Virtual Private Clouds." *HotCloud*. 2009.
8. Zhang, Qi, Lu Cheng, and Raouf Boutaba. "Cloud computing: state-of-the-art and research challenges." *Journal of internet services and applications* 1.1 (2010): 7-18.
9. Jadeja, Yashpalsinh, and Kirit Modi. "Cloud computing-concepts, architecture and challenges." *Computing, Electronics and Electrical Technologies (ICCEET), 2012 International Conference on*. IEEE, 2012.
10. Dillon, Tharam, Chen Wu, and Elizabeth Chang. "Cloud computing: issues and challenges." *Advanced Information Networking and Applications (AINA), 2010 24th IEEE International Conference on*. Ieee, 2010.





## **SESIÓN GOBERNANZA – EVALUACIÓN**



## Modelo de Gestión y Gobierno de Tecnologías de la Información en la Universidad Estatal Amazónica

Verónica Villarreal Morales <sup>46</sup>, Gustavo Fernández Sánchez <sup>2</sup>

Unidad de Tecnologías de la Información y Comunicación,  
Universidad Estatal Amazónica, Paso Lateral Km. 2 ½  
Campus Universitario, Puyo, Ecuador  
vvillarreal@uea.edu.ec, gfernandez@uea.edu.ec

**Resumen.** El presente proyecto de investigación tiene como objetivo principal la implementación de un Modelo de Gestión y Gobierno de Tecnologías de la Información en la Universidad Estatal Amazónica. Para lo cual se realiza un análisis bibliográfico y documental, seguido de la utilización del ciclo de vida y técnica de cascada de metas que contempla ISACA a través de su marco de referencia COBIT 5. Dichos parámetros también se alinean con los principios que se establecen en la norma internacional ISO 38500(2015), lo que garantiza que la Universidad Estatal Amazónica aplique buenas prácticas de TI que generan valor a los procesos y mitiguen riesgos. La implementación de un modelo de gestión y gobierno de TI basado en COBIT 5 e ISO 38500 permitió a la UEA, alinear los objetivos TI con los objetivos institucionales, para cubrir a la IES de extremo a extremo en el uso de tecnología que agregan valor y satisfacen las necesidades de cada dependencia a través de la administración de recursos, inversiones, aplicaciones e infraestructura de TI y la medición de desempeño de procesos relacionados con las tecnologías de la información.

**Palabras Clave:** Gobierno, gestión, TI, Universidad Estatal Amazónica, buenas prácticas, alineamiento de objetivos.

**Eje temático:** Gobernanza y Gestión TIC

### Abstract.

The main objective of this research project is the implementation of a Management Model and Governance of Information Technology for the Universidad Estatal Amazónica, with the use of the life cycle and technique of the cascade of goals developed by ISACA through COBIT 5 framework. These parameters are aligned with the principles established in the international standard ISO 38500 (2015), which guarantees that the Universidad Estatal Amazónica applies good IT practices that generate value to processes and mitigate IT risks. The implementation of a management model and IT governance based on COBIT 5 and ISO 38500(2015), allows the Universidad Estatal Amazónica to align IT objectives with enterprise goals which cover end-to-end the University for the use of technology to add value and meet the stakeholder needs, through the management of resources, investments, applications and IT infrastructure and the measurement of the performance of processes related to information technologies.

Keywords: Government, management, IT, Universidad Estatal Amazónica, good practices, alignment of objectives.

Theme: IT Governance and Management.

## 1 Introducción

El presente proyecto contempla un análisis y estudio de la situación inicial en cuanto a Gestión y Gobierno de Tecnologías de la Información en la Universidad Estatal Amazónica (UEA), la misma que durante los últimos años ha administrado sus recursos TI de manera empírica, basada en el conocimiento de quienes forman parte de la Unidad de Tecnologías de la Información (UTIC) y con una gran ausencia de un modelo de procesos, políticas o estrategias claras que fomenten el cumplimiento o el alcance de los objetivos institucionales de la UEA.

El crecimiento representativo de la comunidad académica ha permitido evidenciar las carencias en estrategias tecnológicas en la UEA, por lo que se realiza la implementación de un modelo de gestión y gobierno de Tecnologías de Información (TI) que integre y apoye la institucionalización de buenas prácticas de planificación, organización, y monitoreo del rendimiento de TI, proveyendo la estructura necesaria que una los procesos de TI, recursos de TI y los objetivos estratégicos institucionales a través del aseguramiento de la información administrada y las tecnologías empleadas, todo aquello implementado a través de marcos de referencia y estándar ISO para el gobierno de TI.

El ciclo de vida propuesto por ISACA en su marco de referencia COBIT 5 y utilizado en la Universidad Estatal Amazónica, permitió analizar los resultados después de implementado el modelo de gestión y gobierno, lo que encaminó hacia un monitoreo, evaluación y próxima orientación hacia un nuevo plan de mejoras que garanticen la continuidad del Gobierno de TI en la UEA.

## 2 Descripción del problema

La Universidad Estatal Amazónica, se ha destacado por su alto crecimiento en infraestructura, planta docente, administrativa y estudiantado en los últimos 5 años, en todo este proceso de crecimiento, las autoridades de la UEA, han puesto los ojos en el uso de tecnologías en la docencia, razón por la cual la Unidad de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, ha aplicado soluciones parciales como son: plataformas virtuales de educación, infraestructura tecnológica y el propio proceso de gestión de la UTIC, sin embargo estas soluciones carecen de una alineación con los objetivos institucionales de la UEA.

Es importante mencionar que la UTIC es considerada como un centro generador de costes y no como un eje de inversión y cambio para los procesos propios de la institución, la UTIC no ha logrado ningún tipo de diferenciación dentro de los procesos institucionales, ya que no existen métricas establecidas que evalúen la capacidad y madurez en la integración de las tecnologías con los objetivos institucionales de la UEA y permitan la mejora continua.

### 3 Desarrollo de solución implementada

Para la implementación de un modelo de Gestión y Gobierno de TI en la Universidad Estatal Amazónica, se toma en consideración el marco de referencia COBIT 5 integrado con la norma ISO 38500, los mismos que si bien son buenas prácticas para el gobierno y gestión de TI no deben ser tomados como una camisa de fuerza en su cumplimiento, sino más bien acoplar los parámetros al entorno en el cual se aplica.

Es importante crear un entorno apropiado para asegurar el éxito de la implementación o de la iniciativa de mejora, por lo que las siete fases de COBIT y la aceptación de los principios de la ISO 38500, son los utilizados para la implementación de un modelo de gobierno y gestión de TI en la Universidad Estatal Amazónica, dividiéndose de la siguiente manera:

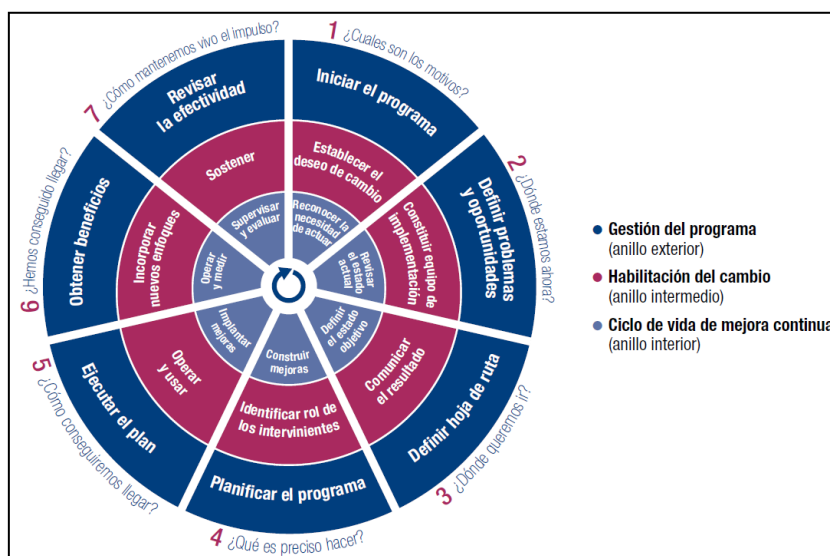


Fig. 1. Fases de la implementación de Ciclo de vida desarrollado por el marco de trabajo COBIT 5. ISACA (2012).

#### Fase 1.- Aceptación de la necesidad de cambio.

Ante la identificación de esta problemática el Jefe de la Unidad de Tecnologías en la persona del Ing. Elías Jachero, entendiendo la necesidad de cambio de la administración de TI en la Universidad Estatal Amazónica, comunica las ventajas y viabilidad de un Gobierno y Gestión de TI a la máxima autoridad de la UEA, contando con la aprobación del inicio del proceso de implementación del modelo de Gestión y Gobierno de TI en la Universidad Estatal Amazónica.

#### Fase 2.- Evaluación estado inicial

La técnica de observación; la entrevista previa dirigida al personal de TI y el análisis de las metas de TI correspondiente al año 2017, ha permitido identificar el estado preliminar de la Universidad Estatal Amazónica, la misma que al inicio de esta investigación, no cuenta con un Gobierno y Gestión de TI claramente definido, el cual

involucre a las autoridades como agentes partícipes de las decisiones y administración de tecnologías, dichas funciones se encuentran bajo la vigilancia de la Unidad de Tecnologías de la Información; las decisiones son tomadas de manera empírica, basadas en el conocimiento del personal de tecnologías, sin seguir lineamientos de estándares o basar las actividades de TI en proyectos que supervisen los resultados. Esta problemática se intensifica al no contar con una estructura organizacional de TI que defina los roles y responsabilidades de cada persona involucrada con las decisiones y gestión de TI que cubra la demanda de toda la comunidad universitaria.

Otra problemática evidente es el no alineamiento estratégico entre los objetivos institucionales y los de TI, esto se evidencia al analizar y contrarrestar las metas de TI en el año 2017 con los ejes de desarrollo que dirigen los objetivos de la UEA, como resultado se toma en cuenta únicamente el eje de Gestión Administrativa como un todo en las metas de TI. Es por ello que, a partir de los objetivos institucionales de la UEA, se aplica la técnica de cascada que establece las metas corporativas de COBIT 5 de ISACA (2012), realizando el mapeo con las metas de TI y los procesos catalizadores de COBIT 5. Como resultado se obtiene los siguientes procesos primarios, para alcanzar los objetivos de la UEA:

### **Procesos de Gobierno de TI**

Los procesos enmarcados dentro del gobierno de TI para alcanzar los objetivos institucionales de la UEA y obtenidos de la técnica de cascada de metas, se detallan a continuación en la tabla:

**Tabla 3.- Procesos de Gobierno de TI después de aplicada la técnica de cascada de metas.**

<b>EVALUAR, ORIENTAR Y SUPERVISAR</b>	
EDM01	Asegurar el establecimiento y mantenimiento de Marco de Gobierno
EDM02	Asegurar la entrega de beneficios
EDM03	Asegurar la Optimización del Riesgo

### **Procesos de Gestión de TI**

Los procesos de gestión de TI, aplicables a la Universidad Estatal Amazónica son los siguientes:

**Tabla 4.- Procesos de Gestión de TI después de aplicada la técnica de cascada de metas.**

<b>ALINEAR, PLANIFICAR Y ORGANIZAR</b>	
AP001	Gestionar el Marco de Gestión de TI
AP002	Gestionar la estrategia
AP003	Gestionar la arquitectura empresarial
AP007	Gestionar los recursos humanos
AP008	Gestionar las relaciones
AP009	Gestionar los acuerdos de servicios
<b>CONSTRUCCIÓN, ADQUISICIÓN E IMPLEMENTACIÓN</b>	
BAI02	Gestionar la definición de requisitos
BAI06	Gestionar los Cambios
<b>ENTREGAR, DAR SERVICIO Y SOPORTE</b>	
DSS04	Gestionar la Continuidad
DSS05	Gestionar los Servicios de Seguridad
<b>SUPERVISIÓN, EVALUACIÓN Y VERIFICACIÓN</b>	
MEA01	Supervisar, Evaluar y Valorar Rendimiento y Conformidad

COBIT 5 a través de sus procesos catalizadores permite identificar una guía de entradas y salidas de información, que agilizan la implementación del gobierno y gestión de TI, esto permitirá a la UTIC, plasmar cambios contundentes en sus áreas que garantice el uso de buenas prácticas para la implementación de un modelo de gestión y gobierno de TI.

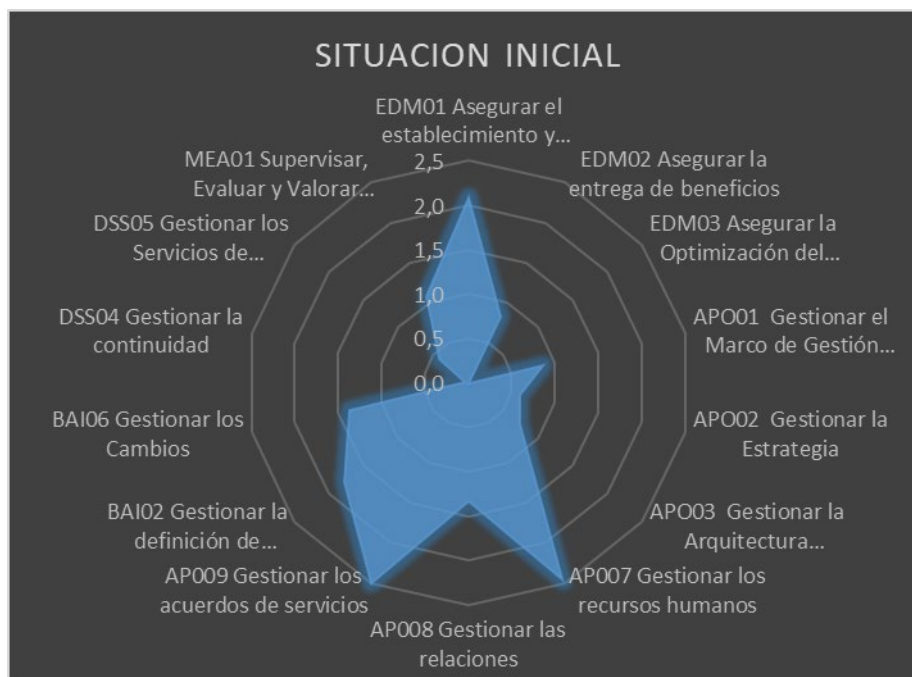
Tras definir los procesos que se alinean con los objetivos de la UEA, se puede realizar la valoración actual del Gobierno y Gestión de TI, tomando los siguientes parámetros considerados en COBIT 5 inspirados en la norma ISO 1554, que permite evaluar procesos, estableciendo y mejorando la capacidad en una organización, usando los siguientes niveles de madurez que establece ISACA (2012):

**Tabla 5.- Niveles de Capacidad basadas en COBIT 5.**

<b>NIVEL DE CAPACIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>0 Proceso incompleto</b>	El proceso no está implementado o no alcanza su propósito. A este nivel, hay muy poca o ninguna evidencia de ningún logro sistemático del propósito del proceso.
<b>1 Proceso ejecutado</b>	El proceso implementado alcanza su propósito.
<b>2 Proceso gestionado</b>	El proceso ejecutado descrito anteriormente está ya implementado de forma gestionada (planificado, supervisado y ajustado) y los resultados de su ejecución están establecidos, controlados y mantenidos apropiadamente.
<b>3 Proceso establecido</b>	El proceso gestionado descrito anteriormente está ahora implementado usando un proceso definido que es capaz de alcanzar sus resultados de proceso.
<b>4 Proceso predecible</b>	El proceso establecido descrito anteriormente ahora se ejecuta dentro de límites definidos para alcanzar sus resultados de proceso.
<b>5 Optimizado</b>	Los procesos han sido refinados a nivel de buena práctica, sobre la base de los resultados de mejora continua y de modelado de madurez con otras empresas. Las TI se usan de forma integrada para automatizar los flujos de trabajo, proporcionando herramientas para mejorar la calidad y la efectividad, haciendo a la empresa rápida para adaptarse.

La entrevista al personal de TI, quienes conocen de primera mano los procesos desempeñados en todas las áreas relacionadas con TI, permite evaluar el estado inicial del Gobierno y Gestión de TI, tomando en consideración los 14 procesos obtenidos de la cascada de metas de COBIT, como se muestra en la siguiente figura:





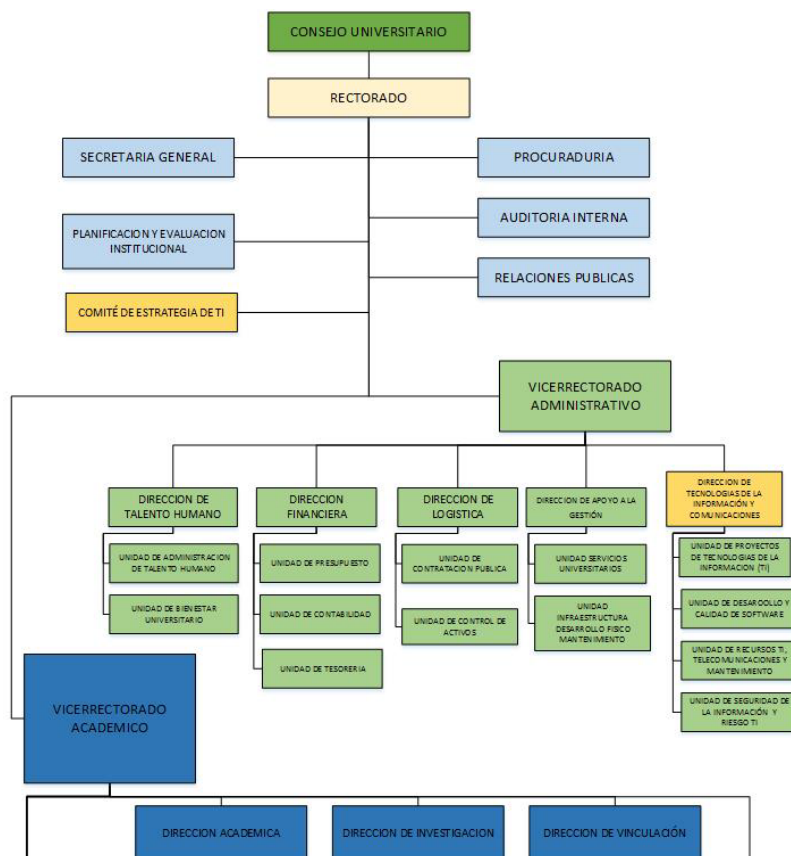
**Fig. 2. Situación inicial que evalúa los 14 procesos de Gobierno y Gestión de TI en la Universidad Estatal Amazónica**

En promedio la Universidad Estatal Amazónica cuenta con una madurez de 1.1, ubicado en el nivel 1: descrito como un proceso ejecutado. Hay evidencia de que el proceso implementado alcanza su propósito, sin embargo, los responsables de la gestión de TI reconocen que existe el problema y que hay que abordarlo al existir procesos que no se encuentran estandarizados. En su lugar hay enfoques empíricos que se aplican de forma individual o caso por caso con una gestión de TI desorganizada.

### **Fase 3.- Situación esperada**

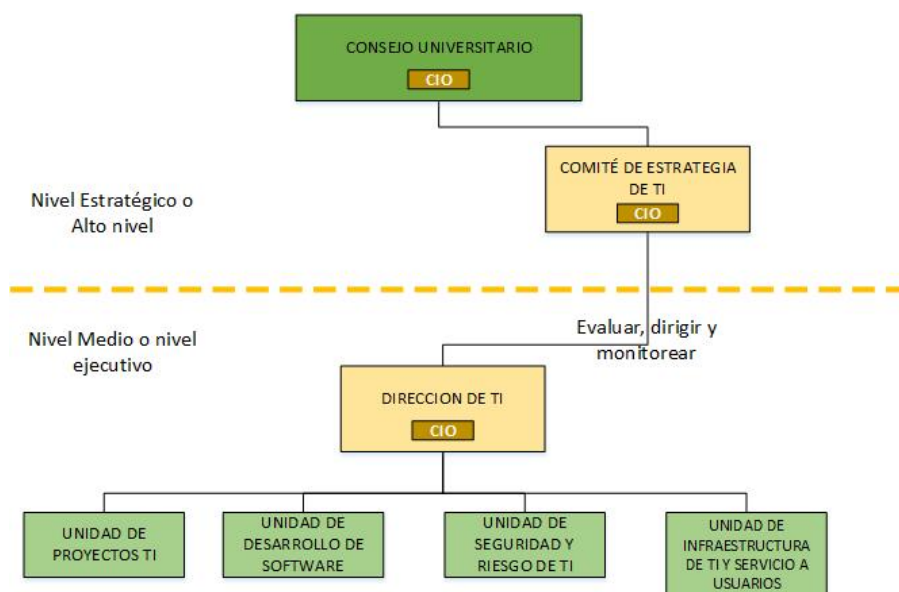
#### **Estructuras Organizativas de toma de decisiones**

La implementación de un modelo de gestión y gobierno de TI, contempla la división de las responsabilidades en la administración de las TI que separan el Gobierno de la Gestión de TI, el siguiente orgánico funcional detalla la implementación de un comité de estrategia de TI, que maneje el Gobierno de TI y el cambio de la Unidad de Tecnologías a un Departamento de TI, con unidades que permitan la efectividad de la gestión de TI.



**Fig. 3. Situación esperada referente al orgánico funcional de la Universidad Estatal Amazónica**

En las responsabilidades de gestión de TI, se identifican las siguientes unidades que apoyarán el cumplimiento de estrategias definidas: Unidad de proyectos de TI, Unidad de desarrollo de Software, Unidad de seguridad y riesgo de TI y la Unidad de Infraestructura de TI y servicio a usuarios, representadas en el siguiente orgánico funcional del Departamento de TI:



**Fig. 4. Situación esperada referente al orgánico funcional de la Universidad Estatal Amazónica adaptado de Fernández & Llorens (2011).**

**Enfoque de comunicación:**

La utilización de la página web; correo institucional; cartelera informativa y conferencias en la semana curricular son mecanismos del Gobierno de TI para comunicar a la colectividad universitaria sobre políticas relacionadas con TI, comunicar objetivos de TI, dar a conocer la importancia y criticidad de TI.

Además de la entrega de informes relacionados a riesgos y estado de Gobierno de TI dirigidas a consejo universitario, máxima autoridad de la UEA, para la toma de decisiones oportuna en conjunto con el análisis del comité de estrategia de TI.

**Fase 4.- Planificación**

El conocer los procesos de Gobierno y Gestión de TI, permite aplicar un amplio número de procesos de mejoras y buenas prácticas que permitan la implementación de un modelo de Gestión y Gobierno de TI en la Universidad Estatal Amazónica, dichos procesos y prácticas son detallados en la siguiente tabla en base a los procesos catalizadores de ISACA (2012):

**Tabla 6. Procesos definidos para la Universidad Estatal Amazónica**

N°	PROCESO	PRACTICA
1	<b>EDM01.-</b> Asegurar el establecimiento y mantenimiento de Marco de Gobierno	<b>EDM01.01</b> Evaluar el sistema de gobierno. <b>EDM01.02</b> Orientar el sistema de gobierno. <b>EDM01.03</b> Supervisar el sistema de gobierno.
2	<b>EDM02.-</b> Asegurar la entrega de beneficios	<b>EDM02.01</b> Evaluar la optimización del valor. <b>EDM02.02</b> Orientar la optimización del valor. <b>EDM02.03</b> Supervisar la optimización del valor.
3	<b>EDM03.-</b> Asegurar la Optimización del Riesgo	<b>EDM03.01</b> Evaluar la gestión de riesgos. <b>EDM03.02</b> Orientar la gestión de riesgos. <b>EDM03.03</b> Supervisar la gestión de riesgos.
4	<b>APO01.-</b> Gestionar el Marco de Gestión de TI	<b>APO01.01</b> Definir la estructura organizativa. <b>APO01.02</b> Establecer roles y responsabilidades. <b>APO01.03</b> Mantener los elementos catalizadores del sistema de gestión. <b>APO01.04</b> Comunicar los objetivos y la dirección de gestión. <b>APO01.05</b> Optimizar la ubicación de la función de TI. <b>APO01.06</b> Definir la propiedad de la información (datos) y del sistema. <b>APO01.07</b> Gestionar la mejora continua de los procesos. <b>APO01.08</b> Mantener el cumplimiento con las políticas y procedimientos.
5	<b>APO02.-</b> Gestionar la estrategia	<b>APO02.01</b> Comprender la dirección de la empresa. <b>APO02.02</b> Evaluar el entorno, capacidades y rendimiento actuales. <b>APO02.03</b> Definir el objetivo de las capacidades de TI. <b>APO02.04</b> Realizar un análisis de diferencias. <b>APO02.05</b> Definir el plan estratégico y la hoja de ruta. <b>APO02.06</b> Comunicar la estrategia y la dirección de TI.
6	<b>APO03.-</b> Gestionar la arquitectura empresarial	<b>APO03.01</b> Desarrollar la visión de la arquitectura de empresa. <b>APO03.02</b> Definir la arquitectura de referencia. <b>APO03.03</b> Seleccionar las oportunidades y las soluciones. <b>APO03.04</b> Definir la implantación de la arquitectura. <b>APO03.05</b> Proveer los servicios de arquitectura empresarial.
7	<b>APO07.-</b> Gestionar los recursos humanos	<b>APO07.01</b> Mantener la dotación de personal suficiente y adecuada. <b>APO07.02</b> Identificar personal clave de TI. <b>APO07.03</b> Mantener las habilidades y competencias del personal. <b>APO07.04</b> Evaluar el desempeño laboral de los empleados. <b>APO07.05</b> Planificar y realizar un seguimiento del uso de recursos humanos de TI y del negocio. <b>APO07.06</b> Gestionar el personal contratado.

8	<b>APO08.-</b> Gestionar las relaciones	<p><b>APO08.01</b> Entender las expectativas del negocio.  <b>APO08.02</b> Identificar oportunidades, riesgos y limitaciones de TI para mejorar el negocio.  <b>APO08.03</b> Gestionar las relaciones con el negocio.  <b>APO08.04</b> Coordinar y comunicar.  <b>APO08.05</b> Proveer datos de entrada para la mejora continua de los servicios.</p>
9	<b>APO09.-</b> Gestionar los acuerdos de servicios	<p><b>APO09.01</b> Identificar servicios TI.  <b>APO09.02</b> Catalogar servicios basados en TI.  <b>APO09.03</b> Definir y preparar acuerdos de servicio.  <b>APO09.04</b> Supervisar e informar de los niveles de servicio.  <b>APO09.05</b> Revisar acuerdos de servicio y contratos.</p>
10	<b>BAI02.-</b> Gestionar la definición de requisitos	<p><b>BAI02.01</b> Definir y mantener los requerimientos técnicos y funcionales de negocio.  <b>BAI02.02</b> Realizar un estudio de viabilidad y proponer soluciones alternativas.  <b>BAI02.03</b> Gestionar los riesgos de los requerimientos.  <b>BAI02.04</b> Obtener la aprobación de los requerimientos y soluciones.</p>
11	<b>BAI06.-</b> Gestionar los Cambios	<p><b>BAI06.01</b> Evaluar, priorizar y autorizar peticiones de cambio.  <b>BAI06.02</b> Gestionar cambios de emergencia.  <b>BAI06.03</b> Hacer seguimiento e informar de cambios de estado.  <b>BAI06.04</b> Cerrar y documentar los cambios.</p>
12	<b>DSS04.-</b> Gestionar la Continuidad	<p><b>DSS04.01</b> Definir la política de continuidad del negocio, objetivos y alcance.  <b>DSS04.02</b> Mantener una estrategia de continuidad.  <b>DSS04.03</b> Desarrollar e implementar una respuesta a la continuidad del negocio.  <b>DSS04.04</b> Ejercitar, probar y revisar el plan de continuidad.  <b>DSS04.05</b> Revisar, mantener y mejorar el plan de continuidad.  <b>DSS04.06</b> Proporcionar formación en el plan de continuidad.  <b>DSS04.07</b> Gestionar acuerdos de respaldo.  <b>DSS04.08</b> Ejecutar revisiones post-reanudación.</p>
13	<b>DSS05.-</b> Gestionar los Servicios de Seguridad	<p><b>DSS05.01</b> Proteger contra <i>software</i> malicioso (malware).  <b>DSS05.02</b> Gestionar la seguridad de la red y las conexiones.  <b>DSS05.03</b> Gestionar la seguridad de los puestos de usuario final.  <b>DSS05.04</b> Gestionar la identidad del usuario y el acceso lógico.  <b>DSS05.05</b> Gestionar el acceso físico a los activos de TI.  <b>DSS05.06</b> Gestionar documentos sensibles y dispositivos</p>

		de salida. <b>DSS05.07</b> Supervisar la infraestructura para detectar eventos relacionados con la seguridad.
14	<b>MEA01.-</b> Supervisar, Evaluar y Valorar Rendimiento y Conformidad	<b>MEA01.01</b> Establecer un enfoque de la supervisión. <b>MEA01.02</b> Establecer los objetivos de cumplimiento y rendimiento. <b>MEA01.03</b> Recopilar y procesar los datos de cumplimiento y rendimiento. <b>MEA01.04</b> Analizar e informar sobre el rendimiento. <b>MEA01.05</b> Asegurar la implantación de medidas correctivas.

#### Alineamiento entre COBIT 5 e ISO 38500

Los procesos delimitados a través de la técnica de cascada de metas de COBIT 5, se encuentran perfectamente alineados y complementados con los principios de la norma ISO 38500, como se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 7. Alineamiento COBIT 5 e ISO 38500**

PRINCIPIOS ISO 38500	PROCESO	CATALIZADORES COBIT 5
Responsabilidad	<b>EDM01.-</b> Asegurar el establecimiento y mantenimiento de Marco de Gobierno <b>APO01.-</b> Gestionar el Marco de Gestión de TI <b>MEA01.-</b> Supervisar, Evaluar y Valorar Rendimiento y Conformidad	Estructuras organizativas
Estrategia	<b>EDM02.-</b> Asegurar la entrega de beneficios <b>EDM03.-</b> Asegurar la Optimización del Riesgo <b>APO02.-</b> Gestionar la estrategia <b>APO08.-</b> Gestionar las relaciones <b>BAI02.-</b> Gestionar la definición de requisitos <b>BAI06.-</b> Gestionar los Cambios <b>DSS04.-</b> Gestionar la Continuidad	Proceso
Adquisición	<b>APO02.-</b> Gestionar la estrategia	Proceso; información; servicios, infraestructura y aplicaciones.
Desempeño	<b>APO03.-</b> Gestionar la arquitectura empresarial <b>APO09.-</b> Gestionar los acuerdos de servicios <b>DSS05.-</b> Gestionar los Servicios de Seguridad	Procesos; estructuras organizativas.
Cumplimiento	<b>APO02.-</b> Gestionar la estrategia <b>MEA01.-</b> Supervisar, Evaluar y Valorar Rendimiento y Conformidad	Información; estructuras organizativas; procesos; servicios, infraestructura y aplicaciones.
Comportamiento Humano	<b>APO07.-</b> Gestionar los recursos humanos <b>BAI02.-</b> Gestionar la definición de requisitos	Personas, habilidades y competencias; cultura, ética y comportamiento.

#### Fase 5.- Definición de métricas

Para evaluar los procesos realizados por el Gobierno de TI, se establecen métricas que permitan identificar, puntos conflictivos o críticos al momento de presentar los

servicios. Dichas métricas van en concordancia con los procesos definidos por la técnica de cascada.

**Tabla 8: Métricas de Gobierno de TI - UEA**

	PROCESO	METRICA
EDM01	Asegurar el establecimiento y mantenimiento de Marco de Gobierno	Nivel de satisfacción mediante encuestas de las personas interesadas
		Número de roles, responsabilidades y autoridades que están definidas, asignadas y aceptadas a gestores para una gestión del negocio y de las TI apropiados.
		Frecuencia del reporte del gobierno de TI al Consejo universitario y/o a Rectorado
EDM02	Asegurar la entrega de beneficios	Nivel de satisfacción de las partes interesadas con la habilidad de la empresa para obtener valor de las iniciativas TI
		Porcentaje de iniciativas TI en el portafolio general en las que el valor está siendo gestionado a través del ciclo de vida completo
		Porcentaje del valor TI esperado realizado
EDM03	Asegurar la Optimización del Riesgo	Número de potenciales riesgos TI identificados y gestionados
		Porcentaje de proyectos de la empresa que consideran el riesgo TI
		*Porcentaje de riesgos TI que exceden el riesgo empresarial tolerado
APO01	Gestionar el Marco de Gestión de TI	Porcentaje de políticas, estándares y otros elementos catalizadores activos documentados y actualizados
		Número de empleados que asistieron a sesiones de formación o de sensibilización
APO02	Gestionar la Estrategia	Porcentaje de los objetivos del negocio considerados en la estrategia de TI
		Porcentaje de iniciativas en la estrategia de TI autofinanciadas (los beneficios superan los costes)
		Porcentaje de proyectos en la cartera de proyectos de TI que pueden ser directamente trazables con la estrategia de TI
		Porcentaje de proyectos/iniciativas de TI respaldados directamente por los propietarios del negocio
		Porcentaje de iniciativas estratégicas con asignación de responsabilidades
APO03	Gestionar la Arquitectura Empresarial	Beneficios aportados por el proyecto que pueden ser trazados a la implicación de la arquitectura (por ejemplo, reducción de costes debido a la reutilización)
		Porcentaje de proyectos que usan los servicios de la arquitectura de empresa
		Fecha de la última actualización en el dominio y/o arquitecturas federadas.

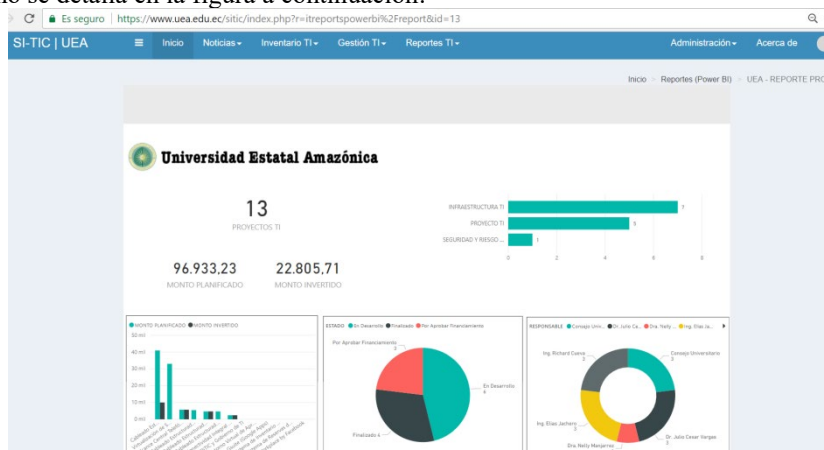
		Porcentaje de proyectos que utilizan el marco de trabajo y la metodología para reutilizar componentes ya definidos.
AP007	Gestionar los recursos humanos	Número de definiciones de servicio y catálogos de servicio
		Evaluación de desempeño
AP008	Gestionar las relaciones	Porcentaje de servicios TI alineados con los requisitos del negocio.
		Resultados de las encuestas de satisfacción de los usuarios y del personal de TI.
		Encuesta del nivel de concienciación tecnológica de las partes interesadas de negocio.
AP009	Gestionar los acuerdos de servicios	Número de procesos de negocio con acuerdos de servicio definidos
		Porcentaje de servicio TI activos cubiertos por acuerdos de servicio
		Porcentaje de servicios monitorizados para cumplir los acuerdos
BAI02	Gestionar la definición de requisitos	Nivel de satisfacción de las partes interesadas con los requerimientos
		Porcentaje de requerimientos satisfechos por la solución propuesta
		Porcentaje de riesgos no mitigado exitosamente
		Porcentaje de los objetivos del caso de negocio alcanzados por la solución propuesta
BAI06	Gestionar los Cambios	Reducción en el tiempo y esfuerzo necesarios para aplicar los cambios
		Porcentaje de cambios con éxito debidos a evaluaciones de impacto adecuadas
		Número de cambios de emergencia no autorizados una vez hecho el cambio identificados
		Porcentaje de satisfacción de las partes interesadas con las comunicaciones de los cambios
DSS04	Gestionar la continuidad	Porcentaje de medios de respaldo transferidos y almacenados de forma segura
		Frecuencia de las pruebas
		Porcentaje de mejoras acordadas que han sido reflejadas en el plan
		Porcentaje de interesados internos y externos que han recibido formación
DSS05	Gestionar los Servicios de Seguridad	Número de vulnerabilidades descubiertas Número de rupturas (breaches) de cortafuegos
		Porcentaje de individuos que reciben formación de concienciación relativa al uso de dispositivos de usuario final



		Número de cuentas (con respecto al número de usuarios/empleados autorizados)
		Porcentaje de pruebas periódicas de los dispositivos de seguridad del entorno
		Políticas de seguridad para evitar incidentes relacionados con accesos no autorizados a la información.
MEA01	Supervisar, Evaluar y Valorar Rendimiento y Conformidad	Porcentaje de informes de rendimiento entregados en plazo
		Porcentaje de procesos con objetivos y métricas definidas.
		Porcentaje de procesos críticos supervisados
		Porcentaje de objetivos y métricas alineadas al sistema de supervisión de la empresa
		Porcentaje de informes de rendimiento entregados en plazo

### Fase 6.- Supervisión de beneficios

Para el cumplimiento de la supervisión de beneficios a cargo de la Unidad de Tecnologías de la Información, se ha implementado el Sistema Integrado de Gestión de TI, para la evaluación y monitoreo de servicios; procesos; proyectos; entre otros recursos inherentes al área de TI, los mismos que permiten realizar analítica de datos que permita la toma de decisiones a las autoridades de la UEA y responsables de TI, como se detalla en la figura a continuación:



**Fig. 5. Sistema Integrado de Tecnologías de la Información –UEA**

### Fase 7.- Monitorear y evaluar procesos de TI

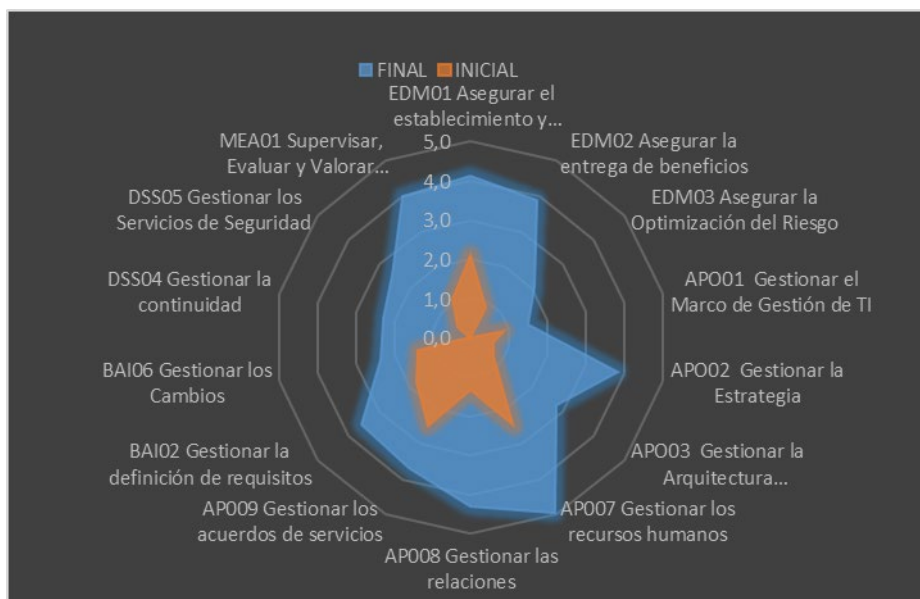
Después de evaluar, orientar y supervisar procesos aplicados en la Universidad Estatal Amazónica se identifica los procesos que no alcanzaron un alto rendimiento o no lograron el objetivo planteado, por lo que se requiere considerarlo en el próximo ciclo de vida como procesos de mejora continua, los mismos que se detallan a continuación:

**Tabla 9: Procesos de mejora 2018**

	PROCESO	METAS
EDM03	Asegurar la Optimización del Riesgo	Los umbrales de riesgo son definidos y comunicados y los riesgos clave relacionados con la TI son conocidos.
		La empresa gestiona el riesgo crítico empresarial relacionado con las TI eficaz y eficientemente.
		Los riesgos empresariales relacionados con las TI no exceden el apetito de riesgo y el impacto del riesgo TI en el valor de la empresa es identificado y gestionado.
APO01	Gestionar el Marco de Gestión de TI	Se ha definido y se mantiene un conjunto eficaz de políticas.
		Todos tienen conocimiento de las políticas y de cómo deberían implementarse.
BAI06	Gestionar los Cambios	Los cambios autorizados son realizados de acuerdo a sus cronogramas respectivos y con errores mínimos.
		Las evaluaciones de impacto revelan el efecto de los cambios sobre todos los componentes afectados.
		Todos los cambios de emergencia son revisados y autorizados una vez hecho el cambio.
		Las principales partes interesadas están informadas sobre todos los aspectos del cambio.
DSS04	Gestionar la continuidad	La información crítica para el negocio está disponible para el negocio en línea con los niveles de servicio mínimos requeridos
		Las pruebas de continuidad del servicio han verificado la efectividad del plan.
		Un plan de continuidad actualizado refleja los requisitos de negocio actuales.
		Las partes interesadas internas y externas han sido formadas en el plan de continuidad.

### 3 Resultados

Para realizar la valoración del Gobierno y Gestión de TI, se realiza nuevamente una entrevista al personal de TI, con el fin de conocer sobre el cumplimiento de las métricas establecidas en los procesos catalizadores. Además de la constatación y observación de resultados aplicados y monitoreados a través de Sistema Integrado de Tecnologías de la Información (SITIC). Dichas evidencias permiten conocer y sustentar los niveles de madurez en los cuales se encuentra la administración de TI de la UEA, evidenciando que del nivel de madurez inicial que comprendía el nivel 1 de la entrevista de situación inicial, la Universidad Estatal Amazónica incrementa a un nivel de madurez 3 “Proceso definido”, con un promedio obtenido de 3.3, el cual considera al gobierno y gestión de TI como un proceso estandarizado, documentado y comunicado mediante formación, sin embargo, es poco probable que se detecten desviaciones. Los procedimientos no son sofisticados en sí mismos, pero sí la formalización de las prácticas existentes, la figura a continuación indica el avance obtenido por la UEA:



**Fig. 6.** Situación inicial que evalúa los 14 procesos de Gobierno y Gestión de TI en la Universidad Estatal Amazónica

La implementación de un modelo de Gestión y Gobierno de TI, se describe como un cambio progresivo a través del tiempo, lo que asegura que las próximas metas y objetivos de TI de la UEA, busquen incrementar el nivel de madurez del Gobierno y Gestión de TI en la Universidad Estatal Amazónica.

### Aprendizajes

Un modelo de gestión y gobierno de las TI es un conjunto de buenas prácticas, que permite el alineamiento estratégico de las metas de TI con los objetivos de la institución en la cual se aplique, obteniendo beneficios, optimizando riesgos y recursos, por tal motivo para ser efectivo requiere que se defina los roles de responsabilidades y de toma de decisiones, en niveles de decisión gerencial y en las principales áreas de TI que posee la empresa o institución.

La implementación de un modelo de gestión y gobierno de TI dentro de las universidades es posible gracias a que el Gobierno de TI se adapta y es aplicable en cualquier entorno organizacional sea este público o privado, indistinto de su tamaño u objetivo comercial; lo que permite generar en las universidades valor en sus procesos gracias al uso de las tecnologías.

La eficiencia en la implementación de un modelo de gestión y gobierno de TI está basada en el talento humano, en el apoyo y necesidad de cambio por parte de las autoridades, que rigen la toma de decisiones en las empresas o instituciones y esencialmente en la participación, experticia y compromiso de los actores involucrados como es el equipo de tecnologías y los grupos de interés o beneficiarios.

#### Aciertos

- Alineamiento de objetivos institucionales con objetivos de TI.
- Plan de comunicación sobre la importancia de TI expuesta a la comunidad universitaria.
- Inventario de TI (Bienes, servicios, procesos).
- Categorización y documentación de procesos.

- Catálogo de proyectos que permite visualizar el avance de proyectos, recursos utilizados, cambios y acciones de mejora en cada uno de ellos.
- Políticas que establecen las directrices, y parámetros a seguir en la administración de recursos TI.
- Entendimiento de la separación entre el Gobierno TI con la Gestión de TI y cada una de sus responsabilidades.
- Implementación de un Sistema Integrado de Tecnologías de la Información que permiten realizar analítica de datos para la evaluación y monitoreo de servicios; procesos; proyectos; entre otros recursos inherentes al área de TI.

### **Errores**

En la implementación de un Modelo de Gestión y Gobierno de TI, se ha generado los errores a continuación detallados, que se han identificado como procesos de mejora continua para el año 2018:

- La no creación de un mapa de procesos para fomentar la gestión de cambios de manera formal.
- La no creación de mecanismos para la capacitación del personal en aplicación de políticas.
- La no capacitación formal al personal involucrado acerca de riesgos TI; seguridad informática y de la información.
- No se enfatizó en un plan de continuidad, ni en una aplicación constante de pruebas.

### **Limitantes**

- Responsable de riesgo y seguridad de TI no comprometido.
- La no comprensión total del concepto de Gobierno de TI en las autoridades, creyendo que el director de TI es quien tomaría las decisiones de inversión, sin embargo, a través del tiempo se logró que se entendiese que es el comité de estrategia de TI, quienes toma las decisiones de inversión y su aprobación.
- Proceso legal extenso para el cambio de estructura del orgánico funcional de la UEA.

### **Impactos no esperados**

El cambio de concepción acerca del rol de las Tecnologías de la Información, transformo a la UTIC, de ser un área de soporte técnico a un apoyo a los procesos de la Universidad Estatal Amazónica, un caso de éxito es el Departamento de Educación Continua que ha iniciado un proceso de apoyo en las tecnologías para la ejecución de sus actividades, minimizando procesos repetitivos que demandaban aumento de personal.

El poseer información detallada de servicios; inventario; metas y proyectos de TI, han permitido el tratamiento de datos confiables, que evidencien el estado de las Tecnologías de la Información en la Universidad Estatal Amazónica, evidenciando la importancia de la gestión de TI y la identificación de las necesidades, responsabilidades e inversiones de TI, que faciliten una mejor toma de decisiones a las autoridades de la UEA.

Autoridades comprometidas en priorizar presupuesto que permita la inversión en recursos e infraestructura de TI, con el objetivo de brindar continuidad y disponibilidad de servicios e información sensible de la UEA.

La importancia que las autoridades brindan al área de Tecnologías de la Información; el interés de inversión en TI y el estar atentos a las propuestas tecnológicas realizadas por la UTIC, ha fomentado la motivación laboral en el personal de TI, al verse involucrados en proyectos que contribuyan a mejorar la institución de educación superior a través de las Tecnologías de la Información.

## **Agradecimientos**

Este proyecto ha sido implementado gracias al apoyo institucional de las autoridades universitarias, y del jefe de la Unidad de Tecnologías de la Información de la Universidad Estatal Amazónica.

## **Referencias**

- Fernández, A., & Llorens, F. (2011). *Gobierno de las TI para las universidades*. Madrid: CRUE.
- Fernández, C., & Piattini, M. (2012). *Modelo para el gobierno de las TIC basado en las normas ISO*. España: AENOR.
- Flórez, J., & Lopez, M. V. (2014). El gobierno corporativo de las Universidades: Estudio de las 100 primeras Universidades del ranking de Shanghái. *Revista de Educación*, 170-187.
- Hamidovic, H. (2011). *Fundamentos del gobierno de TI basados en ISO/IEC*. International Standar. (2015). Governance of IT for the organization. ISO/IEC.
- ISACA. (2012). *Procesos Catalizadores*. Estados Unidos.
- ISACA. (2012). *Un marco de negocio para el gobierno y la gestión de las TI en las empresas*. Estados Unidos.
- López, R. (2017). *Plan Estratégico de Desarrollo Institucional*. Puyo.
- Razo, J. (2015). *Estudio analítico de la compatibilidad entre la norma ISO 38500 y COBIT 5 referente a gobernanza de TI*. Quito.
- Salazar, C. (2012). *Gobierno de TI en Colombia*. Cali.
- Universidad Estatal Amazónica. (2012). Estatuto orgánico de gestión organizacional por procesos de la Universidad Estatal Amazónica. Quito.

## **Evaluación para la gestión de servicios: experiencia de la Universidad de Guadalajara en la aplicación del estudio “Hábitos de uso de TIC en la Red Universitaria de la Universidad de Guadalajara”**

Beatriz Veliz Plascencia<sup>a</sup> Gloria Mayela García Alcalá<sup>b</sup>, Luis Alberto Gutiérrez Díaz de León<sup>c</sup>, Edna Minerva Barba Moreno<sup>c</sup>, José Guadalupe Morales Montelongo<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Secretario Técnico de la Coordinación General de Tecnologías de Información, Universidad de Guadalajara, Av. Juárez 976, 44100 Jalisco, México  
[beatrizv@redudg.udg.mx](mailto:beatrizv@redudg.udg.mx)

<sup>b</sup> Secretaría Técnica de la Coordinación General de Tecnologías de Información, Universidad de Guadalajara, Av. Juárez 976, 44100 Jalisco, México  
[gloria.garcia@redudg.udg.mx](mailto:gloria.garcia@redudg.udg.mx)

<sup>c</sup> Coordinador General de Tecnologías de Información, Universidad de Guadalajara, Av. Juárez 976, 44100 Jalisco, México  
[luis.gutierrez@redudg.udg.mx](mailto:luis.gutierrez@redudg.udg.mx)

<sup>d</sup> Secretario de la Coordinación General de Tecnologías de Información, Universidad de Guadalajara, Av. Juárez 976, 44100 Jalisco, México  
[edna.barba@redudg.udg.mx](mailto:edna.barba@redudg.udg.mx)

<sup>c</sup> Coordinador de Desarrollo de la Coordinación General de Tecnologías de Información, Universidad de Guadalajara, Av. Juárez 976, Guadalajara, Jalisco, México  
[jose.gpe.morales@redudg.udg.mx](mailto:jose.gpe.morales@redudg.udg.mx)

**Resumen.** El presente artículo da cuenta del diseño, ejecución, resultados e impacto del estudio de “Hábitos de uso de las TIC en los Centros Universitarios de la Universidad de Guadalajara”, dirigido y aplicado por la Coordinación General de Tecnologías de Información de dicha institución educativa. El estudio fue aplicado a la población universitaria de nivel superior: estudiantes, académicos y personal administrativo, con el fin de identificar las necesidades tecnológicas, y la medida en que están siendo satisfechas mediante los servicios ofrecidos por la Universidad a través de la Coordinación mencionada u otras entidades; además, específicamente, su análisis tiene por propósito resaltar las posibles diferencias existentes entre la diversidad que conforma la población universitaria por sus edades, ubicación geográfica, nivel socioeconómico, entre otros. Este trabajo es presentado como una experiencia que ha beneficiado a la Universidad de Guadalajara para la toma de decisiones y diseño de estrategias en la gestión de servicios y tecnologías, y a su vez, planteado como un posible modelo del que

otras instituciones puedan echar mano para generar autoevaluación e indicadores, tanto de necesidades como de satisfacción de las mismas en las áreas de tecnologías de la información.

**Palabras clave:** diagnóstico, hábitos, uso de tecnologías, comunidad universitaria, servicios, evaluación, indicadores, toma de decisiones.

**Eje temático:** Gobernanza y Gestión TIC.

#### **Abstract.**

This article describes the design, execution, results and impact of the study "Habits of use of ICT in the University Centers of the University of Guadalajara", directed and applied by the General Coordination of Information Technologies of that educational institution. The study was applied to the university population: students, academics and administrative staff, in order to identify the technological needs, and the extent to which they are being met through the services offered by the University through the aforementioned Coordination or other entities; moreover, specifically, its purpose is to highlight the possible differences between the diversity that makes up the university population by their ages, geographic location, socioeconomic level, among others. This work is presented as an experience that has benefited the University of Guadalajara for the decision making and design of strategies in the management of services and technologies, raised as a possible model for which other institutions can use it to generate self-evaluation and indicators, both of the users' needs and satisfaction in regard to information technology.

## **1 Introducción**

La incorporación de tecnologías se está manifestando de manera generalizada, con un crecimiento evidente en todos los ámbitos. Resulta incluso casi una obviedad en nuestro contexto mencionar la penetración del uso de dispositivos personales, el incremento y normalización de acceso a la web, la sustitución de modelos de negocio mediante la automatización de servicios, la sofisticación y simplificación de procesos en los campos económicos, médicos, etcétera; nos hemos familiarizado con la aparición de nuevos dispositivos y nuevas actividades, a partir de máquinas inteligentes, de robots, de software y aplicaciones con incontables funcionalidades.

Al mismo tiempo que se generan nuevas tecnologías, los servicios son modificados, y la adopción de la población es creciente; de la misma manera, el comportamiento, los hábitos en la forma de ejecutar las actividades y de resolver los problemas cotidianos son también modificados. Las expectativas de los usuarios para los prestadores de servicios en todos los ámbitos, por consiguiente, son altas: una demanda dinámica requiere una oferta dinámica.

Pero, así como es una verdad evidente la de que vivimos en una época de crecimiento a pasos agigantados de la tecnología, también es importante reconocer la de que su adopción no se da en la misma manera ni al mismo ritmo en todos los contextos, sino que es variable; primero, conforme con el entorno social de manera directa, y en mayor o menor medida, con el caso de cada una de las TIC y su relación con otras tecnologías.

Como caso inmediato, considérese la conexión mediante banda ancha móvil: ésta se ha convertido en el medio principal que la población global utiliza para conectarse mediante dispositivos portátiles como los *smartphone*. En el 2015, 69 % de la población mundial tenía cobertura de banda ancha móvil, incrementándose su uso significativamente en zonas rurales. Contrario a esto, el crecimiento de la banda ancha

fija no ha sido tan sustancial, dado que la cifra de abonados es de 800 millones aproximadamente, de acuerdo con los datos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) [1]. Esto se debe, principalmente, a que la banda ancha móvil tiende a ser más económica que la banda ancha fija, por lo que la opción más barata del acceso a la banda ancha móvil es a través del servicio de prepago.

En México, el uso y acceso de las TIC han mostrado también un incremento. De acuerdo con la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2015 [2], del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en México 62.4 millones utilizan internet (fijo o móvil), cifra que representa 57.4 % de la población nacional. Además, en cuanto a disponibilidad de TIC en los hogares, la encuesta revela que 39.2 % de la población cuenta con conexión a internet (lo que representa un aumento de 4.8 % respecto de la cifras del 2014), así como que 14.7 millones de hogares cuentan con al menos una computadora en condiciones de uso.

Sin embargo, de los hogares que cuentan con computadora, pero no disponen de internet, el estudio del INEGI señala que 55.2 % de encuestados reportan la falta de recursos económicos como la principal limitante para contar con conexión a la red; asimismo, entre estas razones específicas, 15.7 % indicó, incluso, la ausencia de infraestructura o proveedores del servicio en las localidades.

Como se observa, a pesar del incremento en el uso de las TIC en la sociedad mexicana, todavía hay limitaciones importantes en cuanto al acceso y uso de estas herramientas tecnológicas en nuestro país, ya que comparado con otros países, inclusive de Latinoamérica, México se encuentra un tanto rezagado. Un ejemplo de esto es que el promedio de porcentaje de hogares con acceso a internet del grupo de países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) – y del que México forma parte–, es de 75.8 % en 2012; mientras que el de México es de 34.4 %, conforme con las cifras del 2014.

Podemos ver, así, que es evidente el incremento del uso de las TIC en el quehacer cotidiano de las sociedades actuales. Y que, si bien en el plano general se ha logrado un ascenso en cuanto al acceso y uso de las TIC, aún se pueden observar disparidades significativas respecto de la incorporación de las diferentes tecnologías, que están relacionadas con aspectos económicos y culturales de cada región. El fenómeno tecnológico no es constante, y su impacto diferente en distintas poblaciones no puede obviarse. De aquí que es de suma relevancia supervisar y medir el progreso hacia el uso de las TIC, ya que con esto se puede contribuir con estrategias que propicien el desarrollo sostenible de las sociedades actuales, respondiendo a necesidades específicas.

La Universidad de Guadalajara (UdeG), consciente del incremento en la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación, y del potencial que éstas ofrecen para el desarrollo de la Universidad, consideró de suma importancia generar un análisis que permitiera conocer y cuantificar los hábitos de uso de las nuevas tecnologías, y de los servicios tecnológicos que ofrece la institución, por parte de la comunidad universitaria, para obtener información que abone en la generación de estrategias y toma de decisiones que garanticen el aprovechamiento de las herramientas tecnológicas en los quehaceres universitarios.

Como institución educativa con compromiso social y vocación internacional, que promueve la investigación científica y tecnológica, así como la vinculación y extensión para incidir en el desarrollo sustentable e incluyente de la sociedad, se llevó a cabo este estudio [3] para obtener información acerca del proceso de incorporación de las TIC en las actividades de la vida diaria de los estudiantes, académicos y personal administrativo, debido a que con ello se podrá conocer si las actuales estrategias de adquisición, uso y adopción tecnológica son propicias para lograr que la



Universidad se encuentre dentro de las instituciones de educación superior pioneras en cuanto a progresos tecnológicos que benefician y propician una mejor calidad de vida de las personas. Éste fue ejecutado por la Coordinación General de Tecnologías de Información (CGTI) de la Casa de Estudio en comento.

La investigación fue realizada en tres etapas, conforme con la estructura poblacional de la Universidad de Guadalajara:

- Centros Universitarios (CU)
- Sistema de Educación Media Superior (SEMS)
- Directivos

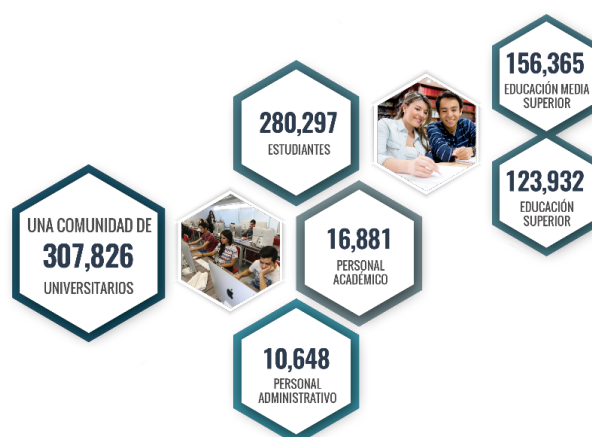
El presente documento reporta principalmente la experiencia particular del primer componente del estudio, –el de los centros universitarios–, mediante el que se analizó el contexto, hábitos y opiniones en torno al acceso y uso de tecnologías de la comunidad de alumnos, académicos y administrativos de los centros de educación superior de la Universidad de Guadalajara. Éste fue tomado como modelo para dar continuidad con el estudio análogo en la comunidad del nivel medio superior y los directivos universitarios; al final del documento se exponen algunos hallazgos de las particularidades de estos universos.

Los resultados del estudio han sido una herramienta de primera mano para las coordinaciones de tecnologías, tanto general como de cada centro y sistema universitario, al reflejar características de su población y una evaluación de los servicios desplegados por éstas. Para contar con un mapeo de los cambios en las demandas de la comunidad, así como con un diagnóstico constante de los servicios que buscan ser mejorados a partir de esta dinámica, la CGTI ha resuelto realizar el estudio con periodicidad bianual. A partir del mes de abril del 2018 se encuentra en proceso el levantamiento de la segunda edición, cuyos resultados comparativos serán arrojados en el mes de agosto; en este documento se hace referencia a los de la primera ejecución en el 2016 y a sus aplicaciones a partir de su publicación.

### **1.1 Contexto general**

La Universidad de Guadalajara (UdeG) es la segunda institución educativa en México con mayor número de estudiantes. Ésta es la universidad pública del estado de Jalisco, el cual es a su vez el tercer estado más poblado: con cerca de 8 millones de habitantes y 125 municipios. La UdeG está presente en 110 de estos municipios, a través de 6 centros universitarios temáticos, 9 centros universitarios regionales, 173 escuelas preparatorias y un sistema de educación virtual con 79 programas educativos.

La población universitaria está distribuida de la siguiente manera:



**Fig. 1.** Composición de la Universidad de Guadalajara  
**Fuente:** Informe de Actividades de la Rectoría General, 2017.

Es en este contexto que, dada la magnitud y alcance de los servicios universitarios, el despliegue de tecnologías representa un reto para la coordinación universitaria a cargo de ello, y la razón para desarrollar evaluaciones como la que en este documento se presenta, con el fin de recopilar las particularidades que caractericen a cada conjunto poblacional, y sus respectivas necesidades en materia de servicios tecnológicos.

## 2 Diseño del estudio

A continuación, se desglosan las consideraciones metodológicas a partir de las que se desarrolló el estudio de hábitos de uso de tecnologías en la comunidad universitaria de la Universidad de Guadalajara.

### 2.1 Objetivos del estudio

El estudio tiene como objetivo general identificar los hábitos de uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) de los estudiantes, académicos y administrativos que forman parte de los centros universitarios de la Universidad de Guadalajara.

El diagnóstico apunta a proporcionar en sus resultados información confiable acerca del uso y percepciones del internet en la vida diaria, así como la interacción con los medios digitales que existen en la red universitaria de la Universidad de Guadalajara.

### 2.2 Aspectos metodológicos

Para conocer los hábitos del uso de internet e interacciones con los servicios tecnológicos que ofrecen los centros universitarios de la Universidad de Guadalajara, se realizó el estudio conforme con los siguientes aspectos metodológicos.

El análisis se dividió en dos fases temáticas generales:

- I.- Estudio general acerca de los hábitos del uso de internet en la comunidad de la Red Universitaria
- II.- Estudio acerca de las interacciones que tiene el universo de la Red Universitaria con los servicios tecnológicos, y el uso de la red que ofrece la Universidad de Guadalajara

Para conocer los hábitos del uso de las TIC e interacciones con los servicios tecnológicos que ofrecen los centros universitarios de la Universidad de Guadalajara, se desarrolló el estudio conforme con la siguiente vitrina metodológica.

VITRINA METODOLÓGICA	
Método de investigación	Cuantitativo
Técnica del estudio	Encuesta
Instrumento de investigación	Cuestionario semi-estructurado
Universo de estudio	Alumnos, académicos y administrativos de los Centros Universitarios de la UdeG
Levantamiento de la encuesta	In situ, auto-aplicada
Temporalidad de levantamiento	1 semana
Tamaño de la muestra	3,212 Alumnos 609 Académicos 261 Administrativos

**Tabla 1.** Vitrina metodológica

**Fuente:** Hábitos de uso de las TIC en los Centros Universitarios de la Universidad de Guadalajara: Informe estadístico 2016.<sup>47</sup>

### 2.3 Estratificación de la muestra

El estudio considera las diferentes variantes que pueden tener influencia en los temas de interés, y con el objetivo de explorar precisamente las distinciones en los hábitos de uso de tecnologías, en caso de haberlas: edad, género, nivel socioeconómico y lugar de origen.

La siguiente secuencia de gráficas muestra la distribución de los participantes, que refleja la distribución de la población universitaria.

---

<sup>47</sup> Todas las tablas y figuras insertadas en lo sucesivo tienen como fuente el mismo documento.

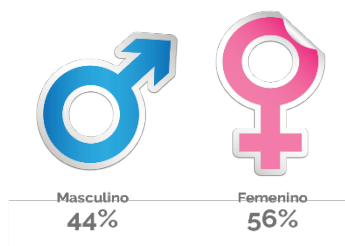


Fig. 2. Género del universo de estudio

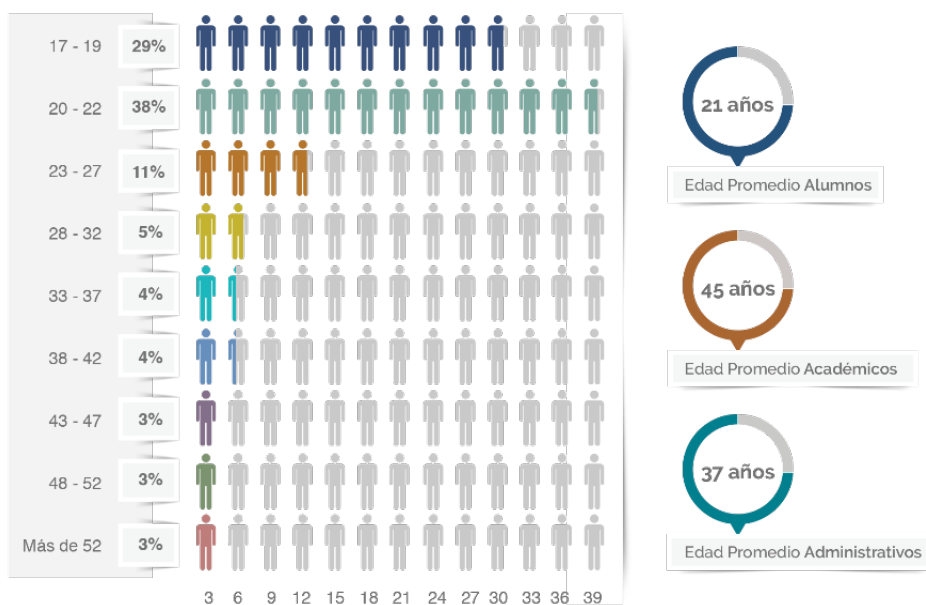


Fig. 3. Edad del universo de estudio

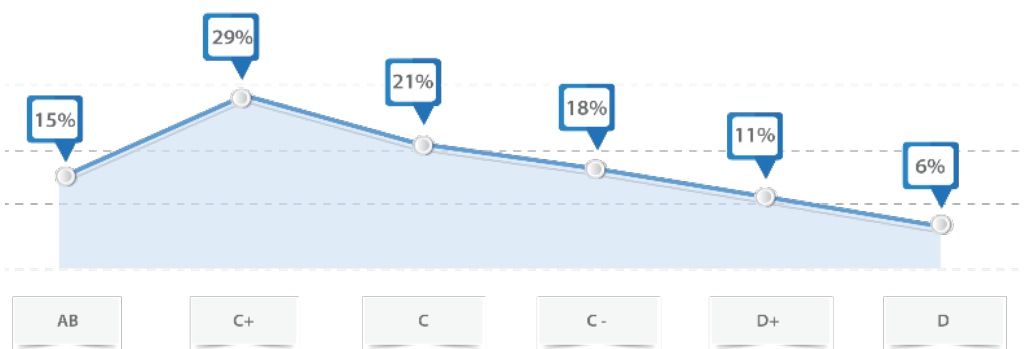


Fig. 4. Nivel socioeconómico del universo de estudio

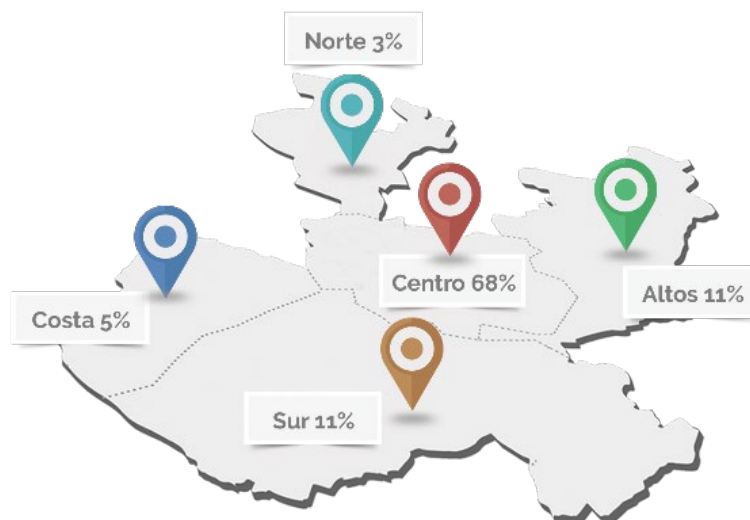


Fig. 5. Origen geográfico del universo de estudio en el estado de Jalisco, por regiones

## 2.4 Instrumento de investigación

El instrumento de investigación que se utilizó consta de un cuestionario con preguntas semi-estructuradas, las cuales permiten medir las opiniones de los usuarios encuestados. Se diseñaron tres tipos de cuestionarios, adecuándolos para cada sub-universo de estudio. De manera general, los cuestionarios buscan conocer lo siguiente:

Tópicos	Alumnos	Adminis-trativos	Acadé-micos
Bienes o servicios tecnológicos que utilizan	✓	✓	✓
Bienes tecnológicos de que disponen	✓	✓	✓
Oferta de servicios en su localidad	✓	✓	✓
Uso de internet en el entorno familiar	✓	✓	✓
Características del internet	✓	✓	✓
Frecuencia del uso de internet	✓	✓	✓
Oferta de servicios de internet en su colonia	✓	✓	✓
Servicio de internet en dispositivos móviles	✓	✓	✓
Dispositivos de acceso a internet	✓	✓	✓
Espacios donde se accede a internet	✓	✓	✓
Medios de acceso a internet	✓	✓	✓
Actividades que se realizan por internet	✓	✓	✓
Fines de uso del internet	✓	✓	✓
Uso de redes sociales	✓	✓	✓

Aplicaciones para <i>smartphone</i>	✓	✓	✓
Herramientas tecnológicas que utilizan en su trabajo		✓	✓
Pertinencia del uso de tecnologías en aula de clase			✓
Servicios tecnológicos que ofrecen los CU	✓	✓	✓
Evaluación de los servicios tecnológicos de la UdeG	✓	✓	✓
Uso de cobertura wifi	✓	✓	✓
Uso del internet en el CU	✓	✓	✓
Evaluación de los procesos académicos que realizan en línea	✓		
Procesos administrativos que realizan en línea		✓	
Procesos de docencia que realizan en línea			✓
Características sociodemográficas	✓	✓	✓
Nivel socioeconómico	✓	✓	✓

**Tabla 2.** Tópicos del instrumento de investigación

### 3 Principales resultados del estudio

Con la estructura y contenidos presentados, atendiendo a los objetivos, del estudio pueden extraerse tres temas generales de resultados:

1. Hábitos generales del uso de tecnologías en la población
2. Evaluación de los servicios tecnológicos facilitados por la Universidad
3. De la conjunción de estos dos:
  - a. Necesidades cubiertas y no satisfechas
  - b. Necesidad de difusión de servicios
  - c. Posible digitalización de servicios universitarios

A continuación se desglosan sólo algunos de los hallazgos más relevantes que permitan mostrar la forma en que esta información puede ser convertida en indicadores que proporcionen elementos para la toma de decisiones en las áreas responsables de tecnologías de la información de una institución educativa.

#### 3.1 Hábitos generales del uso de tecnologías de la población

Los siguientes son algunos de los aspectos identificados en el estudio. Junto con los resultados, se resalta a continuación la relevancia de cada punto de información. Particularmente, conocer los hábitos del uso de tecnología permite identificar al mismo tiempo las expectativas de la población universitaria (qué tipo de soluciones, por ejemplo, acostumbran resolver mediante recursos tecnológicos), sus necesidades, así como la factibilidad de proyectos, por ejemplo, de digitalización de servicios, el impulso de recursos didácticos y modelos como el de aulas invertidas, etcétera. Precisamente para evaluar el curso de los proyectos de una instancia como la CGTI, es necesario conocer el uso cotidiano que hace su población de los recursos que promueve. A nivel de la UdeG, permite saber cómo la coordinación de tecnologías puede y requiere desplegar sus servicios tecnológicos, a partir de necesidades y pertinencia de uso.

La penetración del uso de internet es el dato que más resalta: 100% de la población hace uso de éste, y 93% lo hace de manera constante, mientras que apenas 1% indica hacerlo ocasionalmente.



Fig. 6. Frecuencia del uso de internet

Las siguientes gráficas muestran algunos hallazgos de interés que reflejan de manera clara las tendencias en el uso de tecnologías; particularmente, se evidencia cómo hay tecnologías en desuso; como el teléfono y la computadora de escritorio, que son mayormente utilizadas por quienes tienen mayor edad, mientras que los más jóvenes tienden principalmente al uso del *smartphone*.

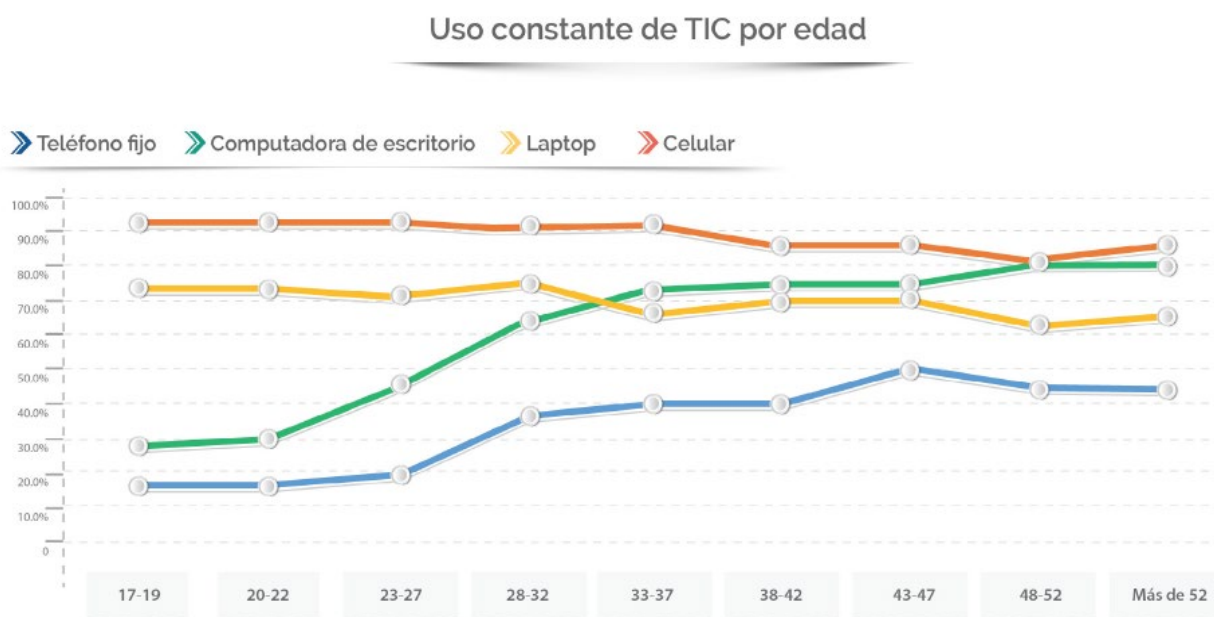
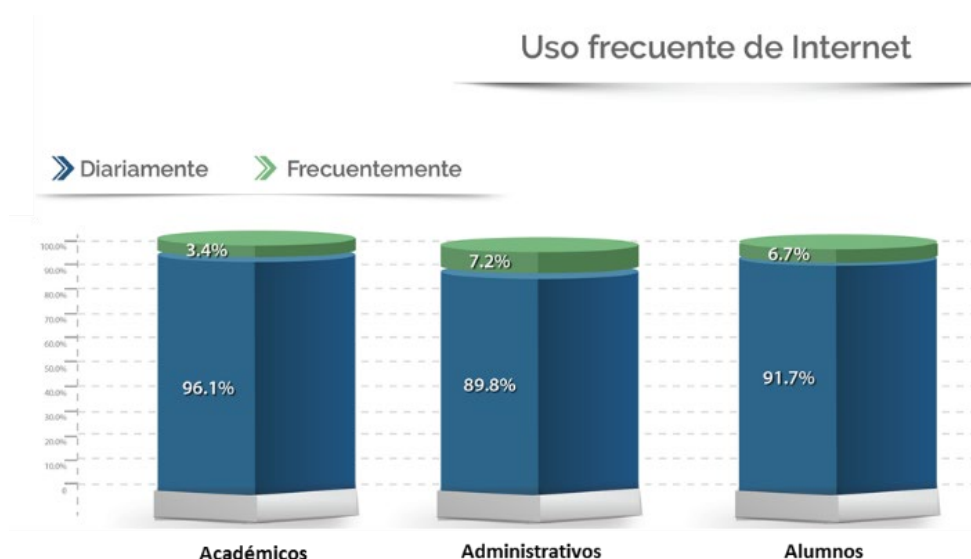


Fig. 7. Uso constante de las TIC por edad

El uso de internet en el contexto de la población universitaria refleja que las generaciones previas tienen menor acceso a las tecnologías, y se hace evidente la penetración cada vez mayor en las nuevas generaciones. Estos datos, si bien reflejan una tendencia que podría sospecharse de manera natural, hacen claro, –con evidencia firme–, que hay más que un crecimiento, una curva acelerada en cuanto al acceso de tecnologías y particularmente al uso de internet, permitiendo inferir que la demanda de tecnologías entre los universitarios será, como ha sido hasta ahora, cada vez mayor.

Entre las sub-poblaciones que conforman la Universidad, se identificó que, aunque no es mayor la diferencia, los académicos son quienes mayor uso hacen de internet, y el personal administrativo quien lo hace en menor medida.

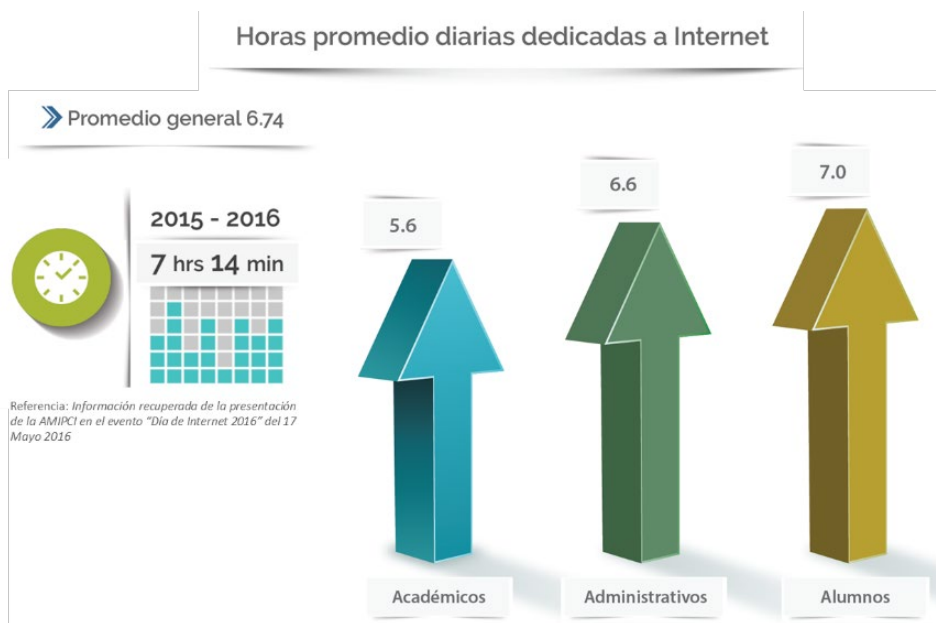


**Fig. 8.** Uso frecuente de internet por sub-universo de estudio

Otro dato que resalta es que, si bien los académicos son quienes hacen mayor uso constante de internet, son también quienes le dedican menor tiempo. De manera consistente, dada la naturaleza de sus actividades, el personal administrativo accede a la red por mayor tiempo; pero son los estudiantes quienes dedican más horas de su día al acceso a la red.

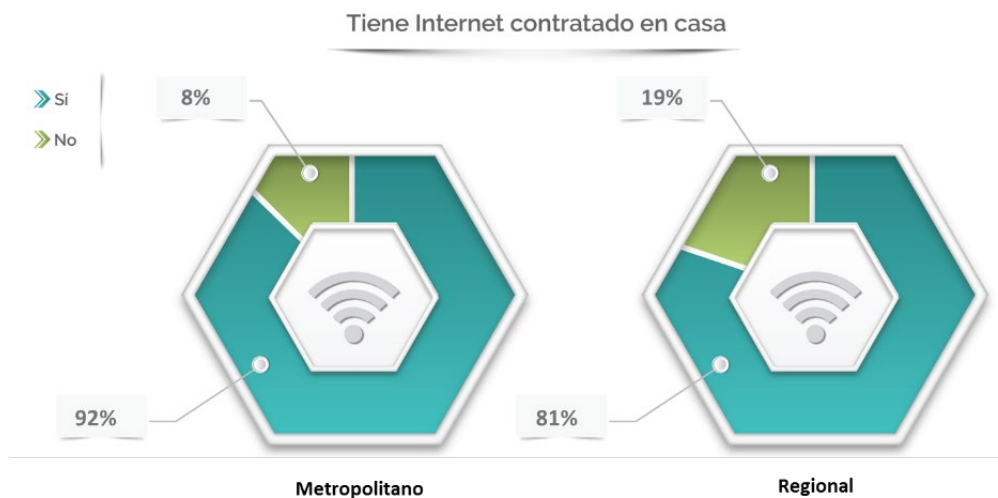
Esta información es consistente e interesante al compararla con la media nacional que la Asociación Mexicana de Internet (AMIPCI) [5] calcula, que es de siete horas y catorce minutos.





**Fig. 9.** Horas promedio diarias dedicadas al uso de internet

El acceso a internet, sin embargo, también está condicionado por la ubicación geográfica, el acceso en las diferentes zonas de las empresas operadoras de servicios de conectividad y de las condiciones sociodemográficas de las diversas poblaciones que habitan los universitarios y sus áreas. A continuación se muestra una comparación entre el acceso en el contexto doméstico para los habitantes de la zona metropolitana y de las regiones del resto del estado que cubre la Universidad de Guadalajara.



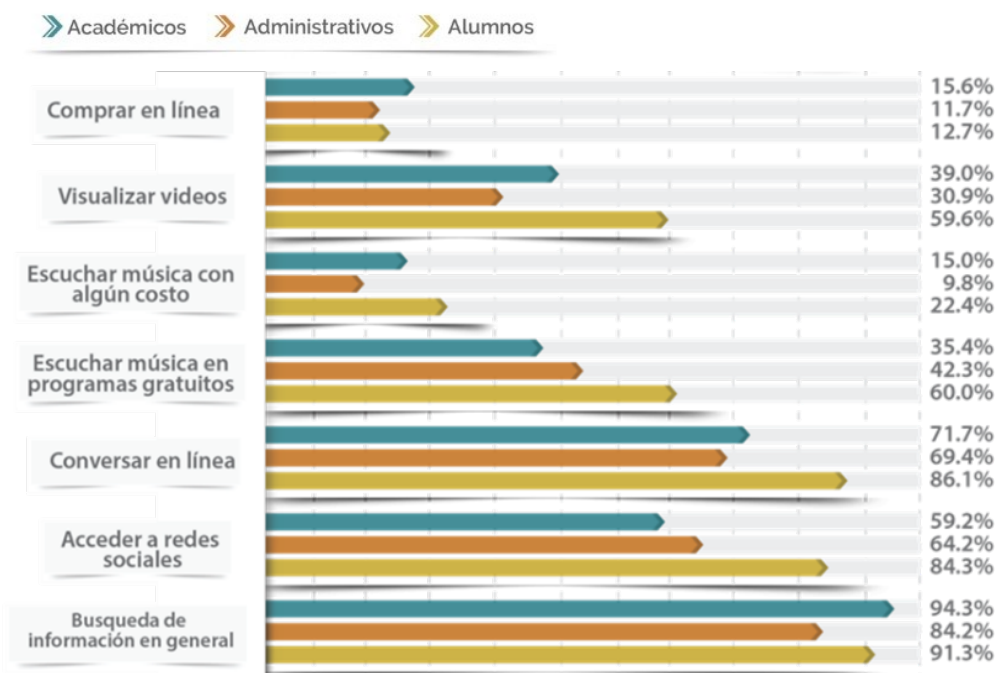
**Fig. 10.** Acceso a internet en casa por regiones

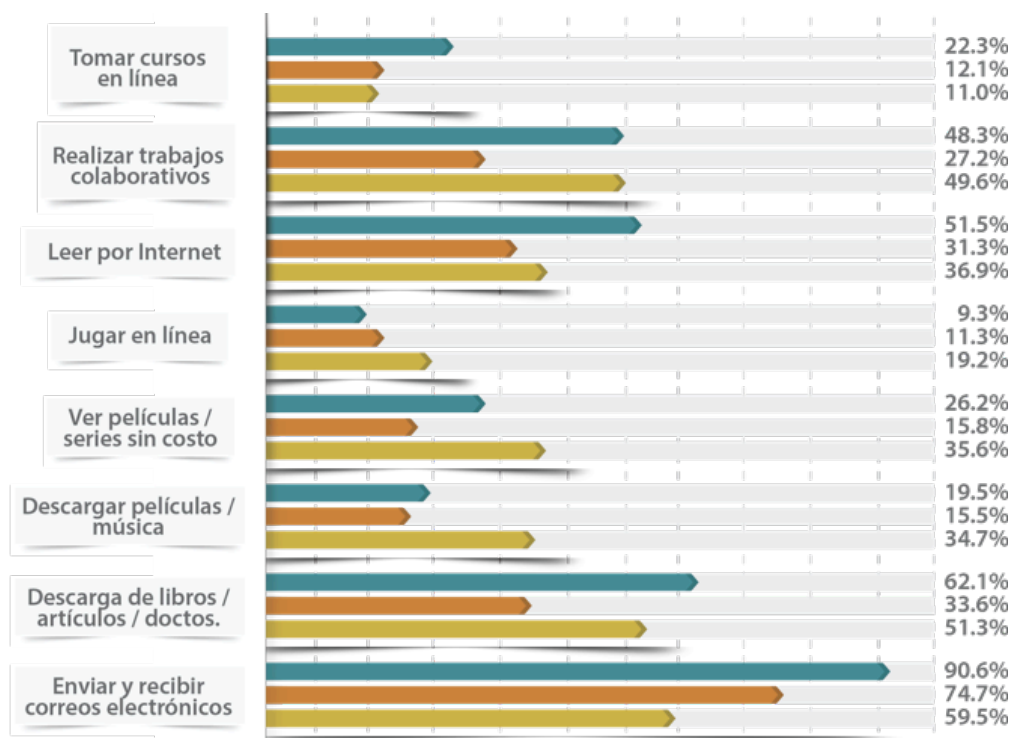
Esta comparación revela la importancia que tiene el acceso a internet que proporciona la universidad, puesto que –aunque no toda la población (especialmente

la de las áreas regionales) cuenta con servicios contratados por su cuenta-, anteriormente se observó que la totalidad de la población accede a este servicio, que probablemente es posible para muchos únicamente en la medida en que precisamente la universidad lo acerca a sus comunidades.

Por último, en lo que a hábitos de uso de tecnologías respecta, a continuación se muestra una comparación entre la medida en que son realizadas ciertas actividades en internet por académicos, administrativos y alumnos.

### Actividades realizadas en Internet





**Fig. 11.** Actividades realizadas en internet por sub-universo de estudio

Se observa que hay hábitos relativamente constantes entre los diferentes integrantes de la comunidad universitaria; sin embargo, las diferencias que se resaltan muestran brechas entre quienes coordinan las actividades pedagógicas y administrativas de la universidad, y sus usuarios finales que son los estudiantes. Por ejemplo, resalta el uso de redes sociales entre los alumnos, y el de correos electrónicos entre los académicos.

Estos datos delatan las necesidades de conciliación, en este caso, por ejemplo, de los canales de comunicación de los que se hace uso para los fines en común, tanto de enseñanza y aprendizaje, como de desarrollo general en una comunidad con una misma administración; hábitos que las universidades tienen que escuchar para generar estrategias, de modo que se ejerzan prácticas que permitan a los académicos desarrollar de manera conjunta estos hábitos con los estudiantes, es decir, para integrar de manera más efectiva a los miembros de su comunidad.

### 3.2 Evaluación de los servicios tecnológicos facilitados por la Universidad

Los centros universitarios de la Universidad de Guadalajara ofrecen servicios tecnológicos para toda la comunidad universitaria. En esta segunda fase temática se evalúan algunos servicios tecnológicos a través de la opinión de los administrativos, académicos y alumnos, y se identifican servicios que requieran mejoras, adecuaciones y actualizaciones para que puedan ser de mejor apoyo a los usuarios.

En primera instancia, se quiso conocer el uso de las herramientas tecnológicas, particularmente en las funciones universitarias de los administrativos y académicos que laboran en los centros universitarios; se identificó que los administrativos utilizan más las herramientas tecnológicas para el desempeño de sus labores.

El 89% de los administrativos y 83% de los académicos utilizan al menos una herramienta tecnológica para el desempeño de sus labores, y el equipo de cómputo el más utilizado para los dos universos. Esto habla de la poca integración de nuevas tecnologías, y de la asociación de éstas casi a manera de identidad con los equipos de cómputo.

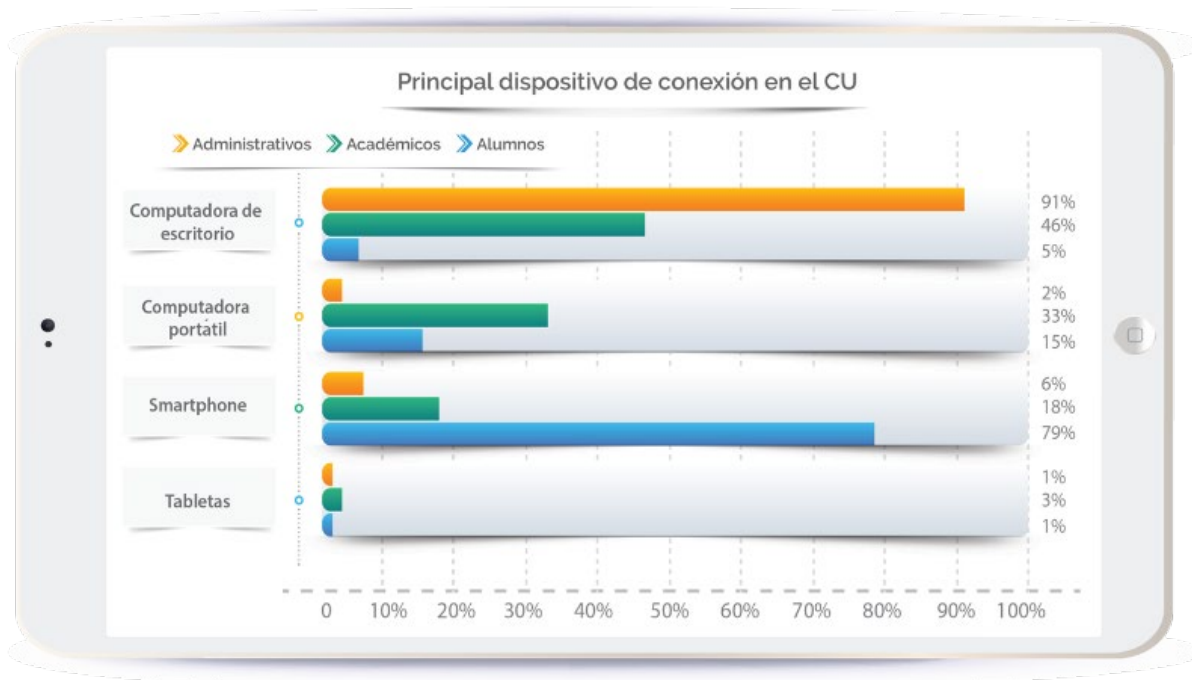
### Uso de herramientas tecnológicas para el desempeño de labores



**Fig. 12.** Uso de

herramientas tecnológicas para el desempeño de labores

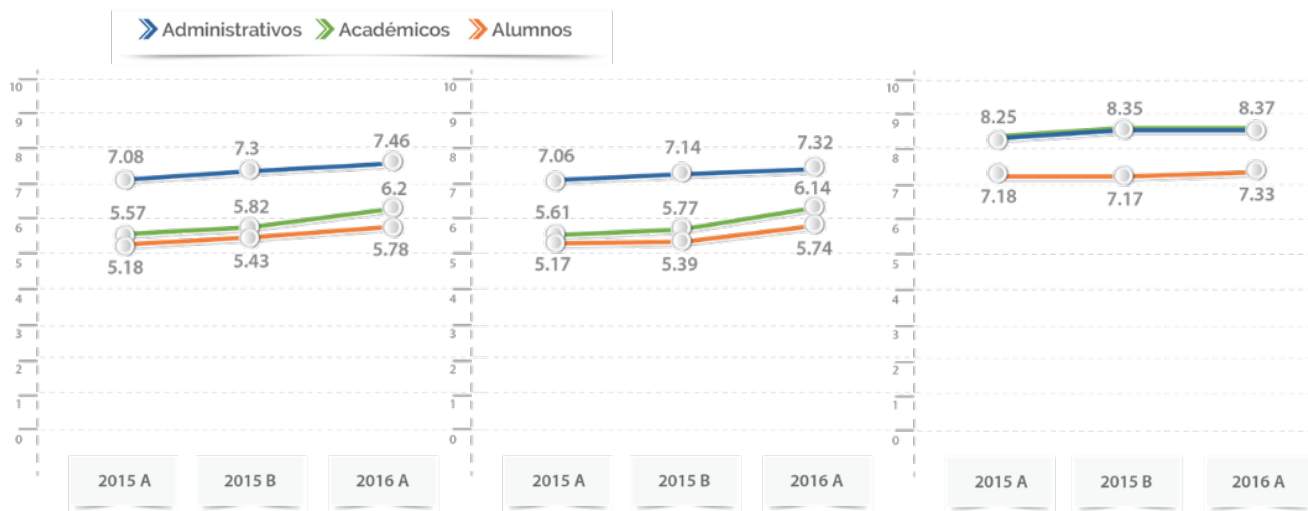
Esto se vuelve más relevante cuando se compara el uso de diferentes dispositivos para cada uno de los sub-universos. Se observa que, para conectarse a internet, de manera predominante, el personal administrativo recurre a los dispositivos de cómputo fijos; los académicos a las computadoras portátiles, y los estudiantes, mayormente, a los *smartphone*.



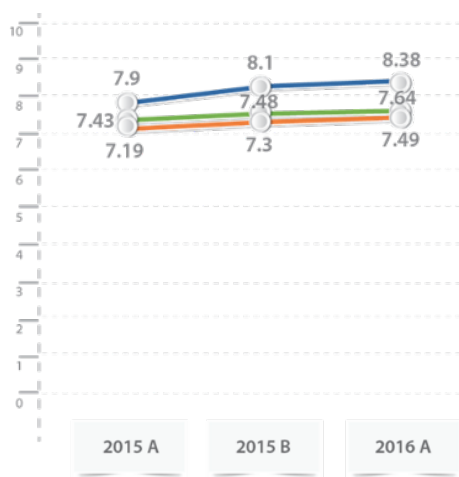
**Fig. 13.** Principal dispositivo de conexión

Para conocer la opinión que tiene la población en cuanto a los servicios tecnológicos ofertados y de su evolución, se les solicitó en la encuesta que evaluaran asignando una calificación a diversos aspectos en diferentes ciclos escolares, como lo muestran los resultados plasmados en las siguientes gráficas. De esta manera, se identifica que la percepción de los usuarios es de mejoría en los servicios.

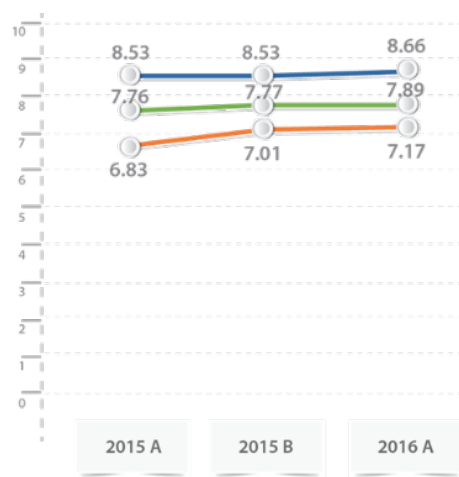
Evaluación de servicios en los últimos tres ciclos escolares



Conexión WiFi red UdeG



Conexión WiFi red del CU



SIIAU-Escolar

Plataforma Moodle

Correos electrónicos UdeG

**Fig. 14.** Evaluación comparativa de servicios tecnológicos

La conexión wifi de la red de cada centro universitario fue el servicio con las calificaciones con mayor oportunidad de crecimiento, coincidiendo en ello los tres universos encuestados. Aunque se han hecho serios esfuerzos en materia de conectividad (la Universidad de Guadalajara es una de las universidades con más puntos de acceso a la red), esta información obtenida da fe de que la demanda en estos servicios es muy alta, y de que la universidad requiere mantener sus esfuerzos de inversión para mantener los servicios de red inalámbrica. Los administrativos lo evaluaron con 7.32, los académicos con 6.14 y los alumnos con 5.74.

Respecto de los puntajes más altos, los tres universos tuvieron diferencias: los administrativos se lo otorgaron al servicio de correos electrónicos institucionales de la UdeG con 8.66, los académicos evaluaron con 8.46 el SIIAU-Escolar, que es el Sistema Integral de Información y Administración Universitaria; y los alumnos calificaron a la plataforma Moodle, de cursos en línea, con 7.49; estos servicios fueron los mejores evaluados, de todos los servicios que ofrece la Universidad de Guadalajara.

Una particularidad identificada es que los centros universitarios regionales son los que evalúan mejor el wifi del centro universitario, seguido por las extensiones de los centros universitarios, es decir, los centros con ubicaciones geográficas más remotas.

### 3.3 Hallazgos y diferencias por poblaciones universitarias

El estudio de hábitos fue extendido en un segundo tiempo con el fin analizar de la misma manera los hábitos y la evaluación de los servicios tecnológicos entre los estudiantes del Sistema de Educación Media Superior (SEMS) y entre los directivos de la administración general universitaria y sus diversas instancias administrativas, de enseñanza y de investigación.

En la siguiente tabla se muestran las principales diferencias y similitudes observadas entre los tres grupos estudiados.

	<b>Centros universitarios</b>	<b>SEMS</b>	<b>Directivos</b>
<b>Penetración de internet</b>	100% utiliza internet - 93% diariamente - 6% frecuentemente - 1% ocasionalmente	100% utiliza internet - 83% diariamente - 13% frecuentemente - 1% ocasionalmente	100% utiliza internet - 98% diariamente - 1.6% frecuentemente - 0.4% ocasionalmente
<b>Disposición de internet en hogares</b>	- 92% en CU metropolitanos - 81% en CU regionales	79% de la comunidad del SEMS	94% de los directivos
<b>Usuarios de internet en smartphone</b>	94% utiliza internet en el teléfono móvil	89% utiliza el Smartphone con servicio de internet	96% utiliza celular con internet
<b>Principales usos de internet</b>	- Correo electrónico es el servicio de mayor uso que dan los académicos - Mensajería y redes sociales, el de los estudiantes	- Búsqueda de información en general - Conversar en línea	- Enviar y recibir correos electrónicos - Búsqueda de información en general
<b>Tiempo promedio</b>	6:45 horas	6:36 horas	8:07 horas

<b>dedicado a internet</b>			
----------------------------	--	--	--

**Tabla 3.** Principales hallazgos y diferencias por universo de estudio

La importancia de distinguir estos tres grandes grupos radica, primero, en las diferencias en cuanto a la estructura de despliegue tecnológico para cada uno de ellos.

Los centros universitarios son grandes campus universitarios con un alto nivel de autonomía en la oferta de servicios y en su propio mantenimiento y administración, aunque en términos amplios sean regulados desde la coordinación general; de este modo, las opciones que se presentan a sus comunidades son mayores y más controladas.

El SEMS, en cambio, consta de 173 escuelas distribuidas en 109 municipios, con poblaciones más pequeñas, y en muchos casos con ubicaciones de mayor complejidad en el acceso a conectividad y otros servicios; en este sistema los servicios son coordinados desde una única coordinación de tecnologías que se apoya de una mínima cantidad de personal de soporte técnico en los planteles, por lo que la oferta de servicios es más limitada en la mayoría de los casos.

Los directivos, por último, son el personal de alto mando que coordina todos los planteles universitarios y su administración general, por lo que los servicios a los que accede, mayormente en cuanto a sistemas de información, son de otra índole.

En segundo lugar, se observan diferentes comportamientos asociables con las diferencias de edades que corresponden a los cambios generacionales entre los tres grupos de estudio.

Las diferencias observadas permiten caracterizar a la población universitaria conforme con sus necesidades, y de modo que los servicios particulares que se ofertan a los diferentes niveles son evaluados de manera independiente.

#### **4 Impacto de los resultados en la toma de decisiones para la CGTI: evaluación y gestión**

El análisis de los resultados que han sido presentados de manera general y resumida, ha permitido a la Coordinación General de Tecnologías de Información, en conjunto con la Rectoría General de la Universidad de Guadalajara, tomar decisiones que se ven reflejadas en el Plan de Desarrollo de Tecnologías de Información (PDTI).

Las siguientes tablas muestran algunos ejemplos de la forma en que los resultados del estudio son transformados en un primer esbozo de plan de acción, que, a su vez, es asignado a la coordinación correspondiente para su seguimiento y desarrollo como un plan consolidado con metas claras inmediatas y objetivos a mediano y largo plazo.

La primera tabla retoma algunos de los aspectos identificados en cuanto a los hábitos generales de uso de tecnologías y de acceso a internet.

<b>Resultado</b>	<b>Acciones asociadas con los resultados</b>
99% de universitarios utiliza celular, 92% lo utiliza constantemente	Generar mayor acceso a servicios a través de aplicaciones móviles
73% utiliza teléfono fijo, 23% lo utiliza constantemente;	Establecer políticas de uso de servicios de telefonía (académicos y administrativos)



79% ve televisión, 33% lo hace constantemente	
El uso del teléfono fijo y la computadora de escritorio es menor por parte de los usuarios más jóvenes	Promover las políticas de uso de telefonía, y reconocer la necesidad de evaluar los grados de obsolescencia de los equipos de cómputo proporcionados al personal administrativo.
89% de los universitarios tiene internet contratado en casa	*Considerar que la UdeG contribuye con disminuir/cubrir la brecha de acceso a internet para quienes no cuentan con el servicio (11%)
El 75% de los universitarios tiene descargado entre 1 a 10 aplicaciones, solo el 69% utiliza entre 1 a 5 aplicaciones. Redes sociales, mensajerías y reproductores de música son las aplicaciones que más se utilizan.	Considerar los tipos de aplicaciones que se utilizan y qué tanto para perfilar la viabilidad de ofrecer servicios universitarios a través de las aplicaciones móviles.

**Tabla 4.** Acciones asociadas con los resultados acerca de los hábitos de uso de TIC

La siguiente tabla retoma algunos de los aspectos rescatados en cuanto a la evaluación de los servicios tecnológicos ofertados por la Universidad, así como los planes generales que de éstos pueden derivar.

<b>Resultado</b>	<b>Acciones asociadas con los resultados</b>
La herramienta tecnológica más utilizada por los académicos y administrativos para el desempeño de sus labores son los equipos de cómputo;	Los equipos de cómputo requieren ser reparados, actualizados y renovados; de la misma manera, es necesario actualizar los software para su uso.
9 de cada 10 administrativos utiliza una computadora de escritorio para conectarse a internet en los CU; La actualización de equipos es una de las propuestas de mejora más mencionadas entre administrativos	
6 de cada 10 profesores utiliza internet en su centro universitario, pero 9 de cada 10 considera necesario utilizarlo; La conexión intermitente, navegación lenta, y difícil acceso para su uso, son factores que determinan que 4 de cada 10, no lo usen.	Se establecerá un plan para aumentar y mejorar el servicio de internet en los centros.
El sistema de videoconferencia, el préstamo de tabletas, los servicios de reparación de computadoras y el catálogo de biblioteca son servicios con alto porcentaje de desconocimiento por parte de los alumnos, administrativos y académicos.	Se requiere un plan institucional de difusión de servicios.

**Tabla 5.** Acciones asociadas con los resultados acerca de la evaluación de servicios de TIC

## 5 Conclusiones

El perfil general de los miembros de la comunidad universitaria en los centros universitarios de la Universidad de Guadalajara nos muestra un alto uso y necesidad de tecnologías de la información. Las herramientas tecnológicas y los servicios automatizados son cada vez más comunes, más requeridos y más utilizados por los usuarios más jóvenes, y también en cada paso generacional con menor diferencia entre niveles socioeconómicos.

El resultado de esta evaluación es clarificador en la dirección de TIC al servicio universitario. La operación constante en el despliegue de tecnologías y la habilitación de servicios es retardadora por sí misma, y suele abarcar los tiempos y recursos de este tipo de áreas; no obstante, sin la evaluación de los usuarios finales a quienes se dirigen los esfuerzos, las actividades no son retroalimentadas en cuanto a sus logros y sus oportunidades. Con esta evaluación, además revisada de manera más puntual para cada campus universitario, por región, u otras características relevantes para cada uno de los aspectos calificados, es posible focalizar las prioridades en respuesta a las demandas de la propia comunidad a la que se atiende, así como valorar la correspondencia, y de ser necesario reconsiderar la proporción precisamente de tiempo y recurso destinados a los diferentes proyectos.

De ahí la importancia de conocer particularmente la evaluación de los servicios tecnológicos universitarios, así como las necesidades manifiestas por los usuarios. El perfil general, en conjunto con la evaluación de tecnologías dentro de la Universidad, refleja un amplio campo de oportunidad en la generación de servicios automatizados, así como la facilitación de conexiones y la modernización de tecnologías.

La experiencia registrada en el presente documento muestra la importancia y utilidad de conocer el comportamiento de los usuarios de tecnologías que conforman las comunidades universitarias, las posibles brechas existentes, las necesidades y la percepción que tienen de los servicios que reciben. Se exponen algunos de los aspectos más generales y de mayor impacto con el fin de revelar el tipo de indicadores y el impacto que pueden tener en la toma de decisiones y la definición de planes de desarrollo.

El estudio que se presenta como experiencia, fue realizado por la universidad con más puntos de acceso a internet en su país. Esta sola referencia da una perspectiva triunfalista; no obstante, conocer la percepción de sus usuarios finales aterriza a las necesidades. Esto permite sin duda fortalecer las acciones de gobierno para desarrollar acciones y esfuerzos, en este caso, en materia de servicios de TI.

Para un director de TI, en ese sentido, es importante desarrollar este tipo de estudios y compartirlo con la autoridad máxima de su institución para desarrollar un plan de desarrollo realmente fundado.

Esta experiencia es presentada con el fin de que resulte de utilidad para las direcciones de tecnologías de otras instituciones educativas el modelo planteado y la forma en que la Universidad de Guadalajara lo ha desarrollado y aprovechado.

## Agradecimientos

Los estudios presentados en este documento son un trabajo que fue permitido por la visión de la Rectoría General y la Vicerrectoría Ejecutiva de la Universidad de Guadalajara, ejecutado por la Coordinación General de Tecnologías de Información y facilitado con la ayuda de los rectores de cada uno de los centros universitarios y los

Coordinadores de Tecnologías para el Aprendizaje también de cada centro. Se agradece a estas autoridades, y en general a la comunidad universitaria que colaboró con su opinión, que fue la materia primaria de esta investigación.

## Referencias

1. International Telecommunication Union, *Measuring the Information Society Report* 2015.
2. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares*, 2015.
3. Gutiérrez, L.A. (coord.), *Hábitos de uso de las TIC en los Centros Universitarios de la Universidad de Guadalajara*, Universidad de Guadalajara, 2016.
4. Bravo Padilla, I.T., *Informe de Actividades de Rectoría General 2017*, Universidad de Guadalajara, 2018.
5. Asociación Mexicana de Internet, *Estudio sobre los hábitos de los usuarios de internet en México*, 2015.

## Estado actual de las TICs en las Instituciones de Educación Superior de México, indicadores de TIC en las IES

Tomás Rodríguez Elizondo<sup>a</sup>, Carlos Alberto Franco Reboreda<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universidad Autónoma de Nuevo León, Dirección de Tecnologías de Información, Ciudad Universitaria, CP 66455, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

<sup>b</sup> Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Tonalá, Av. Nuevo Periférico 555, CP 45425, Tonalá, Jalisco, México.

**Resumen.** Las Instituciones de Educación Superior en México han mostrado importantes avances en la descripción, gestión y gobierno de sus TIC, que incluyen desde los aspectos generales, la organización de TI, el portafolio de proyectos, los servicios de TI, la seguridad de la información, los sistemas de información administrativos, los servicios a la academia y a la investigación, la calidad de TI, la infraestructura disponible y el gobierno de las TI. El Comité TIC de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (llamado ANUIES-TIC) ha definido algunos indicadores clave que han de orientar las principales acciones y siguientes pasos que las IES mexicanas han de tomar en relación con sus TIC. Estos indicadores y las acciones propuestas para la mejora, son el resultado de un estudio nacional que se aplicó por segunda ocasión a 149 Instituciones de Educación Superior de México (instituciones públicas, privadas, centros de investigación, institutos y universidades tecnológicas, entre otras) que además de calcular estos valores, permitió hacer un comparativo de los resultados obtenidos en los años 2016 y 2017. Una de las principales conclusiones del trabajo realizado es descubrir que la definición de los indicadores y su medición, ayudaron a las Instituciones de Educación Superior a realizar análisis de sus resultados contra la media Nacional y ejecutar proyectos de mejora en distintos ejes temáticos, los cuales se vieron reflejados en los resultados e indicadores de 2017. Con la finalidad de dar a conocer el resultado de este ejercicio, se desarrolló la publicación del libro “Estado Actual de las Tecnologías de Información y Comunicaciones en México 2017” en Noviembre del 2017, el cual fue presentado en la Feria Internacional del Libro de la Ciudad de Guadalajara, Jalisco.

**Palabras Clave:** Estado actual de las TICs en las Instituciones de Educación Superior de México, indicadores de TIC en las IES

**Eje temático:** Gestión y Gobernanza de las TIC

### 1 Introducción

Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) están presentes en prácticamente todas las actividades de las personas: han revolucionado la manera de hacer negocios, la forma en que nos comunicamos, la manera en que se gestionan las empresas, la forma en que se ofrecen y acceden a los servicios públicos, la forma en que se difunde la cultura, la forma en que conocemos e interactuamos con nuestros gobernantes, la manera en cómo nos divertimos y por supuesto, la manera en la que aprendemos [3].

La educación, sostén de nuestra sociedad, ha sufrido una serie de transformaciones a partir del surgimiento de las TIC, particularmente en el ámbito de la educación superior, debido al al nuevo rol de las Instituciones de Educación Superior (IES) en el contexto de la economía del conocimiento, por lo que su adecuada integración y desarrollo se ha convertido en un aspecto estratégico y prioritario para las universidades.

La gestión de las Tecnologías de la Información (TI) en las IES se había centrado en lograr una administración eficiente de los recursos tecnológicos como soporte al resto de servicios universitarios. Hasta ahora este propósito se está alcanzando en prácticamente en todas las universidades en México. Sin embargo, se ha visto que al aprovechar en mayor medida el potencial de las TIC en una organización, se logran capitalizar ventajas competitivas, que propician la innovación y el desarrollo.

La Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), conjunta a las principales Instituciones de Educación Superior (IES) de México, representando gran parte de la matrícula de educación superior de calidad en México; siendo una organización plural y no gubernamental que promueve el mejoramiento integral de las instituciones asociadas en los campos de la docencia, la investigación y la extensión de la cultura y los servicios [12].

La ANUIES, a través de su Comité de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (Comité ANUIES-TIC) promueve el mejor uso y aprovechamiento de las Tecnologías de la Información entre sus asociadas. En ese contexto se lleva a cabo anualmente, a partir de 2016 un estudio sobre el Estado Actual de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de las IES en México, que pretende, entre otros aspectos [15]:

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de las TIC en las Instituciones de Educación Superior en México
- Identificar problemáticas comunes en las IES y explorar posibles soluciones
- Compartir las mejores prácticas que se realizan en las instituciones educativas en materia de gestión y gobierno de las TIC
- Propiciar la colaboración interinstitucional entre las IES mexicanas
- Impulsar la implantación de un modelo de gobierno de TIC en las universidades del país
- Proponer rutas de formación de los responsables universitarios en los fundamentos del gobierno de las TIC y específicamente en los modelos de gobierno de TIC

A partir de las iniciativas y el trabajo realizado al interior de este Comité se han definido y calculado diversos indicadores estratégicos en materia de descripción, gestión y gobierno de las TIC, comunes a las IES que conforman esta Asociación y que han permitido establecer un punto de partida que propicia la colaboración y el entendimiento interinstitucional, la compartición de mejores prácticas y favorece la realización de iniciativas de alto impacto en las IES mexicanas, tendientes a la mejora continua de la infraestructura y capacidades institucionales de TIC en beneficio de la Educación Superior en México.

Los indicadores detallados, su evolución e impacto en la Educación Superior se incluyen en el documento extenso, denominado “Estado Actual de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones de las Instituciones de Educación Superior de México” [16]. En el presente documento, se incluyen algunos de los más representativos.

## **2 Estructura del Estudio ANUIES TIC 2017**

Los resultados sobre el Estado Actual de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en las Instituciones de Educación Superior en México está estructurado en dos grandes partes: La Gestión y el Gobierno de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones. La primera parte sobre Gestión de las TIC, está dividida en los indicadores siguientes: Organización de TI, Portafolio de Proyectos, Servicios de TI, Seguridad de la Información, Sistemas de Información Administrativos, Servicios a la Academia y a la Investigación, Calidad de TI, Infraestructura de TI y Administración Electrónica. Es decir, en esta parte del Estudio Extenso, se podrán identificar los indicadores con información sobre el perfil general de la Institución, el presupuesto general asignado a TI, la función de TI en cuanto a su organización, su gestión de portafolios de proyectos de TI, su estructura de prestación de servicios de TI, tales como su catálogo o nivel de servicios, la seguridad de la información en su institución, con temas tales como los responsables de la seguridad, las políticas, los mecanismos técnicos aplicados, etc. Asimismo se contemplan los sistemas de información, tanto para la gestión administrativa como para la academia e investigación. Por otra parte, se consideraron los aspectos de calidad en las instituciones, tales como los estándares y buenas prácticas. Y finalmente, se consideró lo relativo a las capacidades en cuanto a infraestructura de cómputo y redes de telecomunicaciones.

Por otra parte, la segunda sección corresponde al Gobierno de las Tecnologías de la Información, el cual conlleva el enfoque estratégico de las TIC en las Instituciones de Educación Superior, y despliega temas orientados hacia los planes de desarrollo y sistemas de gobierno de las tecnologías de información, la participación e involucramiento de la alta dirección en el gobierno de las TI, el rol de los directores de TI (CIO) en las IES, la información para el soporte a la toma de decisiones en TI, el conocimiento y aplicación de buenas prácticas relacionadas con el gobierno de las TI, la organización para la implementación de políticas internas en TI, las adquisiciones y presupuestos para las TI en las IES, los planes de formación, capacitación e innovación en TI, la Medición y evaluación de resultados de los proyectos de TI, y la percepción de la efectividad de las acciones del gobierno de las TI en las IES.

## **3 Aspectos Metodológicos del Estudio ANUIES TIC 2017**

La ANUIES está conformada por 187 Instituciones de Educación Superior, que representan el universo del estudio. De estas, 149 participaron en el estudio 2017, lo que representa una participación de 80%. Para abordar los objetivos del estudio se determinó realizar un tipo de estudio descriptivo, que mediante una encuesta (Encuesta ANUIES-TIC), permitió obtener información sobre el problema y los sujetos de estudio.

El proceso se dividió en cinco fases:

- a) Planteamiento de objetivos
- b) preparación del instrumento de recolección de información
- c) Planificación del muestreo
- d) Recolección de datos
- e) Análisis e interpretación de los datos

De acuerdo con la estimación de parámetros para determinar el tamaño de muestra que permita que los resultados sean representativos, se tiene que:

$n$  = tamaño de muestra a calcular

$N$  = 179 (tamaño del universo)

$Z= 1.96$  (nivel de confianza del 95%)  
 $e= 0.05$  (margen de error admitido del 5%)  
 $p= 0.5$  (heterogeneidad del 50%)  
 $q= 1-p = 0.5$

Esto significa que el tamaño de muestra es de  $n=126$  Instituciones de Educación Superior.

El estudio fue respondido por 149 instituciones, es decir, sus resultados son significativos y las conclusiones obtenidas pueden generalizarse a la población. La participación en el estudio de las IES, por región geográfica, quedó distribuida de la siguiente manera: El 25% pertenece a la Región Centro-Sur, el 16% a la Región Sur-Sureste, el 16% a la Región Centro-Occidente, el 15% a la Región Noroeste, el 15% a la Región Noreste y el 14% a la Región Metropolitana de la Ciudad de México.

El estudio fue respondido por los responsables de TI de las instituciones asociadas a la ANUIES, quienes fueron designados por los Rectores de las IES para tal efecto. El registro de datos en el estudio se llevó a cabo mediante una plataforma en línea con distribución de claves de acceso para cada institución. La recolección de datos se dio entre mayo y agosto de 2017. Las respuestas fueron procesadas mediante medios estadísticos como tablas, diagramas de frecuencias, histogramas y gráficos diversos. Ninguna institución vio las respuestas de otra Institución, ni se percató del momento en el que las otras asociadas respondieron a el estudio.

El uso de la información de el estudio ANUIES-TIC está orientado a fines académicos y sin fines de lucro, lo cual permite utilizar el estudio libremente entre las IES asociadas a la ANUIES toda vez que se incluya la respectiva referencia a la misma.

Otro dato importante a destacar es que la muestra se incrementó un 5% respecto al 2016, pasando de 140 a 149 participantes. Por último, 119 Instituciones participaron ambos años, es decir, un 64% (Ver Figura 1)

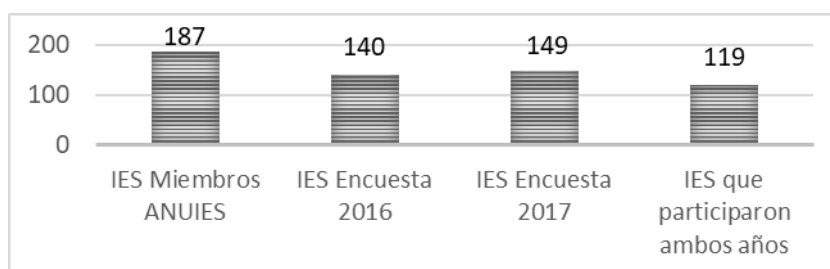


Figura 1.- Participación de las IES en el Estudio 2017 [16]

Las 149 Instituciones de Educación Superior participantes se componen de la siguiente manera:

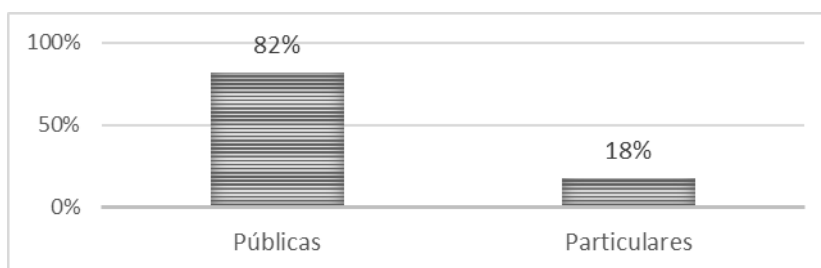


Figura 2.- Tipo de Financiamiento [16]

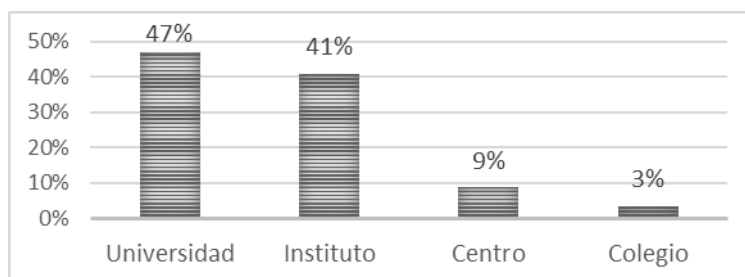


Figura 3.- Tipo de Subsistema [16]

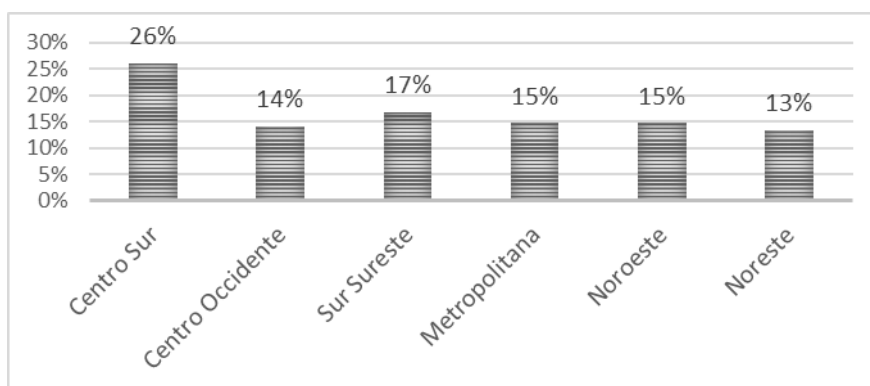


Figura 4.- Regiones del País [16]

#### 4 Solución Tecnológica: KTI Kubernao de las Tecnologías de la Información

Para la realización del Estudio referido en el presente documento, el Comité ANUIES TIC aprobó la utilización de una plataforma denominada KTI (kubernao de las Tecnologías de la Información), desarrollada inicialmente por la Sectorial TIC de la CRUE (Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas) a partir de 2011, la cual tiene como objetivo el facilitar la recogida de datos y análisis del estado actual de las TI en las Organizaciones de diversos países, desde tres perspectivas: Descripción, Gestión y Gobierno. En el marco del convenio de colaboración entre la ANUIES y la CRUE firmado en el 2016, esta última acordó facilitar el código fuente de su herramienta para el uso del estudio en México.

KTI es una plataforma desarrollada en código abierto y en varios idiomas (capacidad multi-lenguaje, que actualmente soporta inglés y español) que cuenta con herramientas con interfaz de acceso web desarrolladas con plantillas HTML, en lenguaje JAVA, con Base de Datos SQL.

El reto tecnológico consistió en adaptar los tres módulos que conforman la plataforma: Módulo del Modelo de Negocio, que incluye anotaciones JPA 2, Hibernate y especifican el mapeo con la base de datos, incluyen el soporte multi-idiomas basado en ISO 639-1 y algunas utilidades como comparadores e interfaces de apoyo; el Módulo Core contiene el acceso a la base de datos, la lógica de negocio y otro código de soporte, para las vistas, la funcionalidad de las herramientas e interfaces para traducir conceptos; y el Módulo Web, que contiene la interfaz Web construido sobre el Framework Wicket en su versión 1.5.



KTI demostró ser una alternativa madura y sencilla de configurar, que facilitó el proceso de monitoreo del avance del llenado de la encuesta por parte de las IES, ya que permite visualizar el avance por tema y por sección, con lo que es posible detectar en qué apartados se requiere apoyo de parte de los Comités para ayudar a las Instituciones a completar el llenado. Otra ventaja que tiene la herramienta es que el administrador de cada Institución de Educación Superior participante puede crear cuentas de acceso para que varias personas llenen distintas secciones del estudio, lo que les permite trabajar en paralelo y monitorear el avance. La sección de Gobierno de TI está basada en el Estandar ISO 38500.

## 5 Indicadores estratégicos del Estudio ANUIES TIC 2017

El estudio ANUIES TIC realizado en 2016 fue un ejercicio valioso para la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior en México (ANUIES) ya que nos permitió conocer el Estado de las TICS en ese momento y conocer las áreas de oportunidad presentes en ese contexto.

Ese primer ejercicio también despertó en las Instituciones de Educación Superior el interés de implementar proyectos de mejora en los Departamentos de TI que les permitiera obtener mejores resultados en los Indicadores del siguiente año. Para el estudio ANUIES TIC realizado en 2017 se muestran avances significativos en muchos indicadores de TI, aún sin haber implementado iniciativas a nivel Asociación y solo con el hecho de haber creado conciencia de los puntos que se deben controlar en la Gestión y el Gobierno de las TICS.

Por ejemplo, se les preguntó a las IES si cuentan con una metodología implementada para la administración de proyectos de TI. El resultado se muestra en la Figura 5:

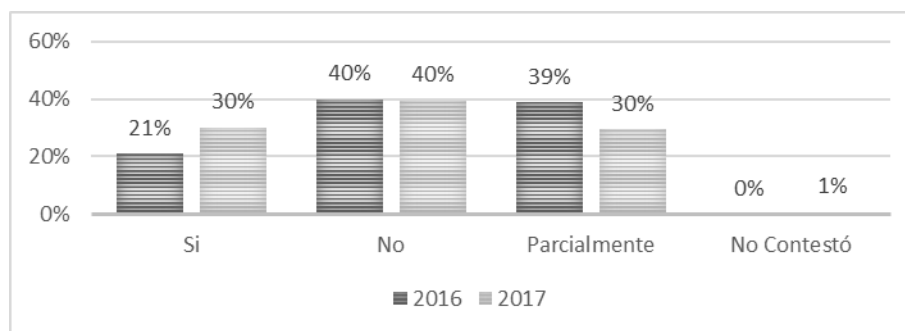


Figura 5.- Cuentan con una metodología para la administración de los Proyecto de TI [16]

La figura 5 nos muestra que las Instituciones de Educación Superior tuvieron un avance significativo en cuanto a la implementación de una metodología para la administración de sus proyectos, al incrementarse de un 21% a un 30% las IES que si cuenta con una. Algunas de las IES nos manifestaron que ya contaban con una metodología implementada desde el 2016 pero no estaba formalizada y que el estudio de ese año les hizo ver la importancia de contar con ella, por lo que iniciaron el proceso de formalización y liberación de la metodología.

Se le preguntó a las IES si cuentan con un catálogo de los servicios de TI que prestan a la Comunidad Universitaria. El resultado se muestra en la Figura 6:

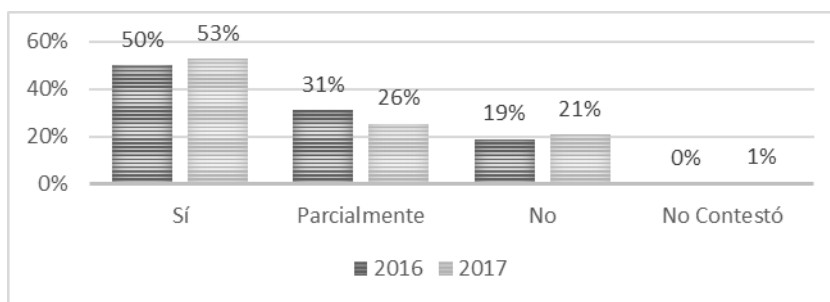


Figura 6.- Catálogo de Servicios de TI

La figura 6 nos muestra un ligero avance de las Instituciones de Educación Superior en contar con un Catálogo de Servicios de TI formalizado, con un incremento del 50% al 53%, respecto al año anterior. Algunas IES manifestaron que tenían formalizado de manera parcial su Catálogo de Servicios en el 2016 y el estudio de dicho año les creó conciencia de la importancia de formalizar la totalidad de sus servicios.

Se les preguntó a las IES si cuenta con procesos formales para la administración de las operaciones de TI (Ejemplo: Administración de incidentes, administración de cambios, monitoreo, etc.). El resultado se muestra en la Figura 7:

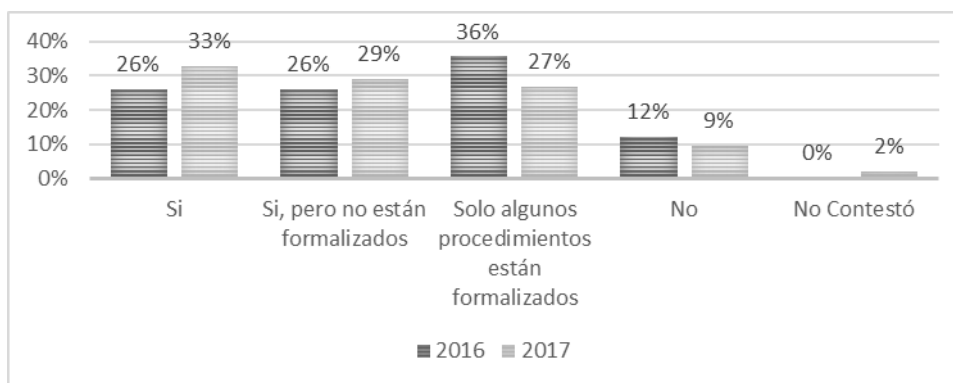


Figura 7.- Procesos de operación [16]

La figura 7 nos muestra el avance significativo que tuvieron las Instituciones de Educación Superior cuanto a formalización de sus procesos para administrar las operaciones, al incrementarse de un 26% a un 33% respecto al 2016. Algunas de las IES nos manifestaron que ya trabajaban con esos procesos desde el 2016 pero se operaban de manera informal y que el estudio de ese año les hizo ver la importancia de su formalización, por lo que llevaron a cabo un proyecto para su implementación.

Se les preguntó a las IES si cuentan con una herramienta de Inteligencia de Negocios / Analítica. El resultado se muestra en la Figura 8

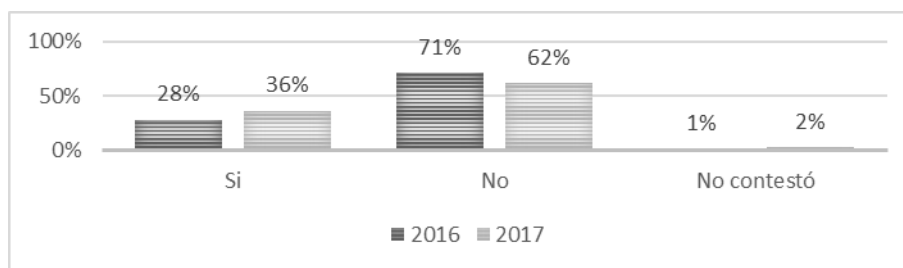


Figura 8.- Uso de una herramienta de BI / Analítica [16]

La figura 8 nos muestra que, aun y que son pocas las Instituciones de Educación Superior que tiene implementada una Herramienta para Inteligencia de Negocios, hubo un incremento importante al pasar de un 28% a un 36% respecto al 2016. Algunas de las IES nos manifestaron que ya contaban con una herramienta pero se encontraba en fase piloto y que el estudio de ese año les hizo ver la importancia de su formalización, por lo que llevaron a cabo el proceso de liberación.

Se les preguntó a las IES si cuentan con cuentas con Aplicaciones Móviles Institucionales que ofrecen servicios administrativos a la Comunidad Universitaria. El resultado se muestra en la Figura 9.

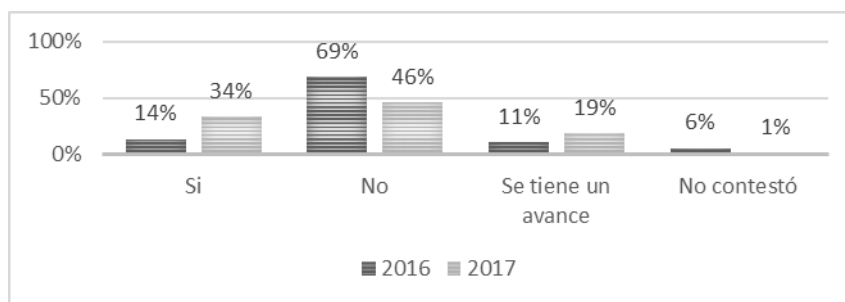


Figura 9.- Uso aplicaciones móviles para servicios administrativos [16]

La figura 9 nos muestra un avance muy importante en las Instituciones de Educación Superior respecto al uso de aplicaciones móviles para ofrecer servicios administrativos a la Comunidad Universitaria, al incrementarse de un 14% a un 34% respecto al 2016 las IES que si cuenta con ella y un incremento de un 11% al 19% las que tienen un avance. Algunas de las IES nos manifestaron que en el 2016 solo tenían algunos planes para implementar aplicaciones móviles y que el estudio de ese año les creó conciencia de la importancia de ofrecer esos servicios a la Comunidad Universitaria, por lo que llevaron a cabo proyectos de implementación de dichas aplicaciones.

Se les preguntó a las IES si ofrecen servicios de alojamiento de servidores a los investigadores en el Centro de Cómputo de la Institución. El resultado se muestra en la Figura 10:

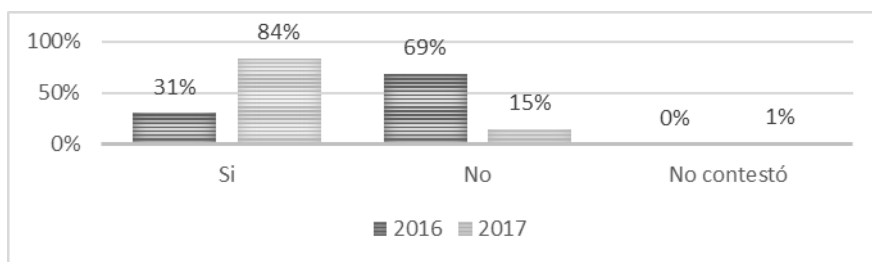


Figura 10.- Servicios de alojamiento de servidores a los investigadores [16]

La figura 10 nos muestra que casi se triplicaron las Instituciones de Educación Superior que ofrecen servicios de alojamiento de servidores a los investigadores, al incrementarse de un 31% a un 84% respecto al 2016. Algunas de las IES nos manifestaron que en el 2016 ofrecían este servicio de manera informal y que el estudio de ese año les hizo ver la importancia de integrar este servicio a su catálogo y formalizarlo, por lo que llevaron iniciativas para lograrlo.

Se les preguntó a las IES si cuentan con prácticas implementadas de ITIL y/o ISO 20000. El resultado se muestra en la Figura 11:

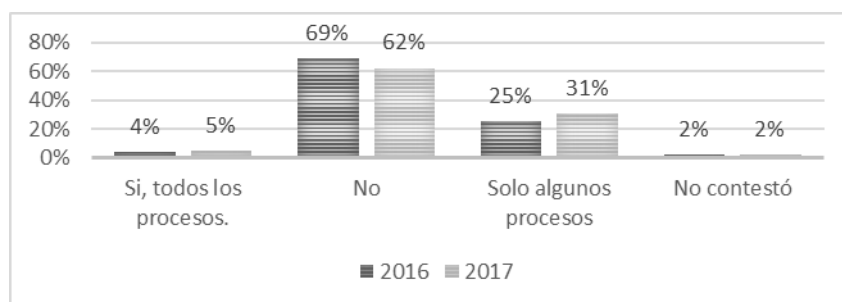


Figura 11.- Prácticas de ITIL / ISO 20000 [16]

La figura 11 nos muestra un ligero avance en las Instituciones de Educación Superior respecto a la implementación de prácticas de ITIL y/o ISO 20000, al incrementarse de un 4% a un 5% respecto al 2016 las IES que si cuenta con todos los procesos implementados y un incremento de un 25% al 31% las que tienen solo una parte de los procesos. Algunas de las IES nos manifestaron que en el 2016 tenían la mayoría de sus procesos de manera informal y que el estudio de ese año les creó conciencia de la importancia de su formalización, por lo que llevaron a cabo proyectos para ello.

Se les preguntó a las IES si cuentan con prácticas implementadas de Calidad de Software. El resultado se muestra en la Figura 12:

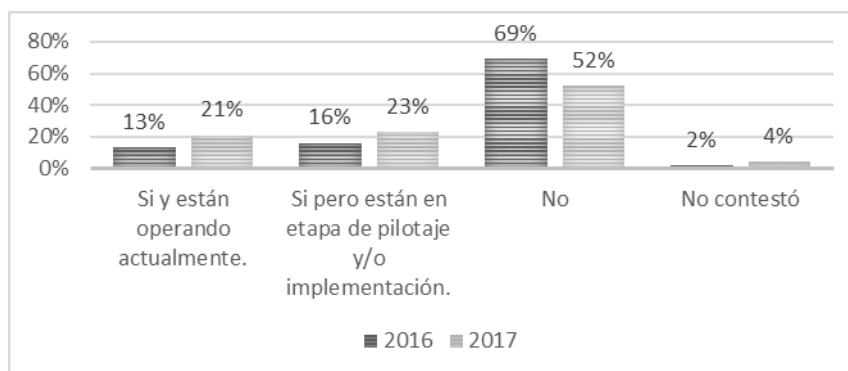


Figura 12.- Prácticas de Calidad de Software [16]

La figura 12 nos muestra avances significativos en las Instituciones de Educación Superior respecto a la implementación de prácticas de Calidad de Software, al incrementarse de un 13% a un 21% respecto al 2016 las IES que si cuenta con todos los procesos implementados y un incremento de un 16% al 23% las que tienen en etapa de pilotaje sus procesos. Algunas de las IES nos manifestaron que en el 2016 tenían la mayoría de sus procesos de manera informal y que el estudio de ese año les creó conciencia de la importancia de su formalización, por lo que llevaron a cabo proyectos para ello.

En cuanto al Gobierno de las TIC, las tecnologías de información se han consolidado como un activo estratégico para incrementar la competitividad de las organizaciones [8]; esto significa que la adecuada gestión de las TIC conlleva, cada vez más, una alta responsabilidad para incrementar las capacidades de una institución, sobre todo si es de educación superior, ya que su influencia es decisiva en un número creciente de procesos estratégicos [3].

Las TIC han dejado de entenderse como meros elementos tácticos para la prestación de otros servicios, por tanto, ya no deben planificarse de manera aislada, ni ser gestionadas de manera vertical. Por el contrario, las TIC deben formar parte de la planificación global de la universidad, deben ser gestionadas de manera horizontal, estratégica e integral y deben estar alineadas con los objetivos globales de la organización, para obtener la máxima eficiencia y el mayor valor posible de los recursos tecnológicos existentes [11].

Lo anterior requiere la implantación de un buen sistema de gobierno de las TIC, a través del cual, las instituciones de educación superior obtengan un valor de retorno en forma de ahorro económico, de mejora en su organización interna, en la satisfacción de las necesidades de sus comunidades, en la mejora de su imagen y en su proyección externa [9].

De acuerdo con la norma ISO/IEC 38500 [5], el gobierno de las TIC sirve para evaluar (conocer el estado actual), dirigir (tomar decisiones y planificar su ejecución), así como para controlar (supervisar y evaluar los resultados) en lo relativo a las TIC de una organización. Esta norma concibe al gobierno de las TIC como un “sistema” que facilita el control y la dirección de las TIC, el cual está conformado por “estrategias y políticas” de tal forma que se pueda obtener de ellas el máximo provecho en cumplimiento de los objetivos estratégicos de quien lo implementa. Para esta norma, el gobierno de las TIC es responsabilidad de los miembros del comité de dirección y de los altos ejecutivos de la organización.

El modelo de la norma ISO/IEC 38500 se basa en el cumplimiento de seis principios básicos para el buen gobierno de las TIC y tres tareas para cada principio: dirigir, evaluar y controlar [2]. Los seis principios son:

1. Responsabilidad: claro establecimiento de responsabilidades con respecto de las TIC.
2. Estrategia: planificación de las TIC para un mejor soporte de la organización.
3. Adquisición: adquisición de las TIC de forma válida.
4. Desempeño: garantía de que las TIC funcionan bien y cuándo son requeridas.
5. Cumplimiento: garantía de que las TIC cumplen (y ayudan a cumplir) con la normativa formalmente establecida.
6. Comportamiento humano: garantía de que el uso de las TIC respeta los factores humanos.

El Estudio ANUIES TIC 2017 [16], explora dos grandes aspectos que conforman el Gobierno de las TIC: La adopción de buenas prácticas y la madurez de los principios. Los resultados se muestran en las siguientes secciones.

### **5.1 Adopción de Buenas Prácticas**

Para el principio de Responsabilidad, las buenas prácticas más extendidas entre las IES son la realización de una planificación activa de las TIC por parte del Consejo de Dirección de las IES; y de igual forma, el que los directivos de las IES en efecto analizan si aquellos a los que se les han asignado las responsabilidades de las TIC las comprenden, las asumen y las ejercen. Mientras tanto, las mejores prácticas menos extendidas en las IES son las asociadas con la creación de un Comité de Dirección de las TIC, dirigido por el CIO, que coordina los proyectos TI y revisa la gestión de las operaciones de TIC; otra práctica menos extendida es la relativa a que el Comité de Dirección de las TIC incluya la representación de todos los grupos de interés y principales usuarios de los servicios basados en TIC.

Para el principio de Estrategia, las buenas prácticas más extendidas entre las IES son la promoción del diseño de un Plan Estratégico de las TIC alineado con la estrategia global de la universidad, que incluya las estrategias de TIC para asegurar la alineación de ambos (plan y estrategias), que el plan estratégico se actualiza periódicamente y la promoción de un estudio a corto y largo plazo para determinar cuáles son los recursos (económicos, humanos, etc.) necesarios para cubrir los objetivos estratégicos de las TI. Mientras tanto, las mejores prácticas relacionadas con la innovación en TI son las menos extendidas, pues hace falta el diseño de una política donde se exprese el apoyo a la innovación tecnológica en el campus, así como la definición de procesos para la evaluación de las tecnologías emergentes que permitan valorar su incorporación para satisfacer los objetivos estratégicos de la universidad.

**Tabla 1.** Adopción de Buenas prácticas en las IES mexicanas.

<b>Principio de la Norma ISO 38500</b>	<b>Cantidad de buenas prácticas evaluadas</b>	<b>Porcentaje de cumplimiento</b>
1. Responsabilidad	15	57 %
2. Estrategia	15	54 %
3. Adquisición	15	56 %
4. Desempeño	30	49 %
5. Cumplimiento	15	42 %
6. Comportamiento humano	15	41 %
TOTAL	105	49.8 %

Para el principio de Adquisición, las buenas prácticas más extendidas entre las IES son las relacionadas con la adquisición de TIC que sean compatibles con las tecnologías existentes, basadas en estándares, flexibles y adaptables a los cambios futuros que se produzcan en la universidad; así como que el equipo de gobierno es el responsable último y decide la prioridad de los proyectos TIC que se van a ejecutar (tanto los centralizados como los delegados) de manera que dedicará la mayor parte de los recursos a los proyectos más prioritarios. Mientras tanto, las mejores prácticas menos extendidas en las IES son las asociadas con la elaboración de un procedimiento para medir si los resultados de los proyectos una vez finalizados han alcanzado los objetivos esperados, y si se miden y publican los beneficios, así como la satisfacción de los usuarios gracias a los resultados de los proyectos de TIC.

Para el principio de Desempeño, las buenas prácticas más extendidas entre las IES son las relacionadas con la información sobre los riesgos y problemas de seguridad que pueden afectar a la continuidad de los servicios para que se pueda decidir el nivel de riesgo aceptable para la universidad, así como el diseño de un plan de contingencias que contemple la recuperación de un servicio en el menor tiempo posible tras un grave incidente. Mientras tanto, las mejores prácticas menos extendidas en las IES son las asociadas con el diseño y publicación de una política que refleje el rendimiento esperado de los procesos universitarios basados en TIC, la supervisión y auditoría del uso eficiente de las TIC para comprobar su rendimiento, la medición de la satisfacción de los usuarios y la medida en que las TIC contribuyen para alcanzar las metas estratégicas de la institución.

Para el principio de Cumplimiento, las buenas prácticas más extendidas entre las IES son la consideración de las leyes y normas externas, así como las políticas y procedimientos internos relacionados con las TIC, así como el reporte de los resultados de las auditorías internas y externas, que expresan de manera clara el nivel de cumplimiento normativo de la universidad y los riesgos que conlleva. Mientras tanto, las mejores prácticas menos extendidas en las IES son las asociadas con el diseño y difusión de una política que promueva el uso generalizado en la universidad de estándares y buenas prácticas profesionales relacionadas con las TIC, así como la evidencia de gestionar las TIC con base en metodologías o estándares (ITIL[7], COBIT[4], ISO 27000[6]).

Para el principio de Comportamiento humano, las buenas prácticas más extendidas entre las IES son la identificación de los diferentes grupos de interés y usuarios de los servicios de TIC de la universidad, la documentación de cómo va a participar en los servicios en las nuevas iniciativas de TIC, el tratamiento diferenciado de los grupos de usuarios prioritarios y el conocimiento de las necesidades y preocupaciones relacionadas con las TIC de los usuarios de los servicios. Mientras tanto, las mejores prácticas menos extendidas en las IES son las asociadas con la estructuración de una trayectoria profesional que mida el nivel de destrezas del personal de TIC y que refleje promociones basadas en la adquisición de dichas destrezas y en los éxitos institucionales obtenidos durante los procesos de cambio.

## 5.2 Madurez del Gobierno de las TIC en las IES mexicanas

Un modelo de madurez es un conjunto estructurado de elementos (buenas prácticas, herramientas de medición, criterios de análisis, entre otros) que permite identificar las capacidades instaladas de dirección en una organización, compararlas con estándares, identificar debilidades y establecer procesos de mejora continua [10]. El objetivo de un modelo de madurez es describir una trayectoria evolutiva de mejora para un proceso ad-hoc: de un proceso inmaduro, a uno maduro y disciplinado [13].

El modelo de madurez que se establece para este trabajo, fue adaptado por Fernández Martínez y Llorens-Largo [14] para el gobierno de las TIC en las universidades. En este modelo se identifican los 6 principios establecidos por la norma y la madurez asociada con cada principio. Cada uno de los principios tiene asociado un conjunto de indicadores que permiten cuantificar el nivel de implementación de buenas prácticas y determinar el nivel de madurez para cada principio. Este modelo de madurez es también empleado en la norma ISO/IEC 38500 y permite establecer la situación relativa del gobierno de las TIC en la organización, obtener un panorama general de la organización para poder decidir hacia dónde debe encaminarse el gobierno de las TIC de forma eficiente, así como plantear el uso de una metodología para medir el avance del gobierno de las TIC en relación con los objetivos de la organización.

Las escalas del modelo de madurez ayudarán a explicar en dónde existen deficiencias en la administración de las TIC y permitirán determinar objetivos para establecer los puntos específicos en los que se requieren introducir mejoras; para ello se pueden comparar las prácticas de control de la organización con las mejores prácticas referidas en la literatura [2]. El modelo de madurez define seis valores:

0. Inexistente. Total falta de un proceso reconocible. La organización ni siquiera ha reconocido que hay un problema por resolver.

1. Inicial. Hay evidencia de que la organización ha reconocido que los problemas existen y que necesitan ser resueltos. Sin embargo, no hay procesos estandarizados. En cambio hay métodos *ad hoc* que tienden a ser aplicados en forma individual o caso por caso. El método general de la administración es desorganizado.

2. Repetible. Los procesos se han desarrollado hasta el punto en que diferentes personas siguen procedimientos similares emprendiendo la misma tarea. No hay capacitación o comunicación formal de procedimientos estándar y la responsabilidad se deja a la persona. Hay un alto grado de confianza en los conocimientos de las personas y por lo tanto es probable que haya errores.

3. Definida. Los procedimientos han sido estandarizados, documentados y comunicados a través de capacitación. Sin embargo, se ha dejado en manos de la persona el seguimiento de estos procesos y es poco probable que se detecten



desviaciones. Los procedimientos mismos no son sofisticados, sino que son la formalización de las prácticas existentes.

4. Administrada. Es posible monitorear y medir el cumplimiento de los procedimientos y emprender acciones en donde los procesos parecen no estar funcionando efectivamente. Los procesos están bajo constante mejoramiento y proveen buena práctica. Se usan la automatización y las herramientas en una forma limitada o fragmentada.

5. Optimizada. Los procesos han sido refinados hasta un nivel de la mejor práctica, basados en los resultados de mejoramiento continuo y diseño de la madurez respecto de otras organizaciones. Las TIC se usan en una forma integrada para automatizar el flujo de trabajo, suministrando herramientas para mejorar la calidad y la efectividad; debido a ello, la empresa se adapta con rapidez.

El modelo de gobierno de TIC que se adopta en el presente estudio de las IES afiliadas a la ANUIES, es un modelo adaptado para aplicarse en el entorno de las universidades, conocido como GTI4U (Gobierno de las TI para Universidades) [1] en el cual se desarrollan seis modelos de madurez, uno para cada principio de la norma ISO/IEC 38500. Para poder determinar el nivel de madurez, se establecen una serie de preguntas o condiciones que las IES pueden auto-evaluar fácilmente a partir de las consideraciones de sus equipos de gobierno.

Una vez elaborado el modelo de madurez para cada principio, se tienen los siguientes resultados:

**Tabla 2.** Madurez de los principios de la norma ISO 38500 en las IES mexicanas.

Principio de la Norma ISO 38500	Valor obtenido	Nivel de madurez
1. Responsabilidad	0.72	1 - Inicial
2. Estrategia	0.66	1 - Inicial
3. Adquisición	0.95	1 - Inicial
4. Desempeño	0.47	0 - Inexistente
5. Cumplimiento	0.60	1 - Inicial
6. Comportamiento humano	0.51	1 - Inicial

Para el principio de Responsabilidad, el nivel de madurez identificado es 1-Inicial, debido a lo siguiente:

- Las responsabilidades asignadas están relacionadas con la gestión de las TIC y se asignan con base en criterios propios pues no se conocen modelos ya establecidos.
- Se llevan a cabo acciones relacionadas con la gestión de TIC, pero no están planificadas y las decisiones sobre las TIC las toman los ejecutivos de TIC, no los directivos de las IES.
- Se lleva a cabo un seguimiento informal de las responsabilidades relacionadas con la gestión de las TIC.

Para el principio de Estrategia, el nivel de madurez identificado es 1-Inicial, debido a lo siguiente:

- Se evalúa en un nivel básico la evolución de las TIC y los procesos de negocio para asegurar el apoyo a las necesidades actuales y futuras de las IES
- La preparación de planes y políticas de TIC es inicial y se presentan pocos usos innovadores de las TIC para afrontar desafíos o mejorar procesos
- Debe mejorar la supervisión de las propuestas aprobadas del uso de las TIC, para asegurar el logro de objetivos y beneficios propuestos.

Para el principio de Adquisición, el nivel de madurez identificado es 1-Inicial, debido a lo siguiente:

- Se evalúan pocas opciones para la compra de insumos de las TIC y en ocasiones no se asegura el equilibrio entre riesgos y la rentabilidad de las inversiones propuestas.
- Se debe asegurar que los activos de TIC sean adquiridos documentando los procesos y asegurando recibir las capacitaciones necesarias. Asimismo, éstos deben apoyar las necesidades sustantivas de la organización.
- Se debe supervisar que las inversiones en las TIC proporcionen las capacidades requeridas.

Para el principio de Desempeño, el nivel de madurez identificado es 1-Inicial, debido a lo siguiente:

- Es necesario valorar las opciones del uso de las TIC para asegurar la toma de decisiones oportunas y eficaces en apoyo a los objetivos estratégicos de la Universidad, así como la eficacia y el rendimiento del sistema de organización para el gobierno de las TIC.
- En ocasiones no se aseguran los recursos suficientes para cumplir con las necesidades de la organización, de acuerdo con las prioridades y presupuestos en materia de TIC.
- Es necesario supervisar de mejor manera la asignación de recursos y presupuesto, para asignar la prioridad de acuerdo a los objetivos estratégicos de las IES.

Para el principio de Cumplimiento, el nivel de madurez identificado es 0-Inexistente, debido a lo siguiente:

- No se revisa con la frecuencia recomendada el grado de cumplimiento de obligaciones (legislación, regulaciones), políticas internas y directrices profesionales de las TIC en las IES.
- Hacen falta mecanismos para garantizar el cumplimiento de obligaciones, normas internas y directrices.
- Es preciso vigilar el cumplimiento normativo en las TIC y la conformidad a través de la práctica de auditorías y presentación de informes.

Para el principio de Comportamiento humano, el nivel de madurez identificado es 1-Inicial, debido a lo siguiente:

- Se Actualmente no se evalúan suficientemente las actividades de TIC para asegurar que los comportamientos humanos son identificados y considerados apropiadamente.

- Se requieren más acciones para que los riesgos, oportunidades, problemas y preocupaciones sean identificados, reportados y manejados de conformidad con las políticas y procedimientos establecidos.
- Debe mejorarse la supervisión de las prácticas de trabajo para asegurar que son compatibles con el uso adecuado de la información.

El porcentaje de IES que fueron evaluadas con el 100% de cumplimiento en cuanto a la madurez del Gobierno de las TIC en cada uno de los seis principios definidos por la norma ISO/IEC 38500, estuvo por debajo del 7.14% (principios de adquisición y cumplimiento), que fue el principio con el porcentaje mayor, seguido por el principio de Responsabilidad (6.35%), el Principio de Estrategia (4.76%), el Principio de Desempeño (4.52%) y el Principio de Comportamiento Humano (4.49%).

Por el contrario, la cantidad de IES que fueron evaluadas con valores promedio de madurez de 0 y 1 (niveles inexistente e inicial) estuvieron en el orden de 84.52% en promedio. Esto es: para el principio de Adquisición (77.77%), el Principio de Responsabilidad (81.75%), el Principio de Estrategia (82.53%), el Principio de Comportamiento Humano (87.3%), el Principio de Cumplimiento (88.09%) y el Principio de Desempeño (89.68).

## **6 Acciones a realizar en el 2018**

Una vez que el Comité de ANUIES - TIC cuenta con información de los Estudios de 2016 y 2017, se determinó realizar las siguientes acciones:

1. Identificar áreas de oportunidad comunes entre las IES
2. Seleccionar dos áreas de oportunidad del rubro de Gestión y dos del rubro de Gobierno
3. Establecer iniciativas para atacar esas áreas de oportunidad (Talleres de capacitación, compartir experiencias, visitas a las IES, etc.)
4. Establecer metas e indicadores en cada iniciativa para medir su efectividad

Se espera un resultado positivo en el estudio 2018 y 2019 con estas acciones, en el que se reflejen iniciativas de colaboración entre distintas IES, proyectos comunes, aunque independientes en varias instituciones educativas, como la definición de una cartera de proyectos TIC, que se implemente de acuerdo a las necesidades de cada institución, pero que sea consistente con las mejores prácticas del Gobierno de las TI, entre otras iniciativas.

## **7 Conclusiones**

El solo hecho de haber llevado a cabo el Estudio ANUIES TIC 2016 despertó la conciencia de las Instituciones de Educación Superior en rubros que, en años pasados, no eran prioridad y el conocer que representaban un indicador nacional y saber el valor que genera en otras Instituciones ha permitido entrar a los miembros de Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior en un círculo continuo de mejora que permite entregar, día a día, servicios de TI de mayor calidad a la Comunidad Universitaria, contribuyendo a los Objetivos y Estrategias de cada Institución.

Como contribuciones específicas del trabajo realizado pueden mencionarse las siguientes:

- Se elaboró y presentó un diagnóstico inicial en materia de gobierno de las TIC enfocado en las instituciones educativas del nivel superior en México asociadas a la ANUIES, el cual sirve como referencia para que las IES puedan identificar cuál es su situación actual y puedan generar planes e iniciativas para el desarrollo e implantación de un modelo de gestión y gobierno de las TIC en sus instituciones.
- El Estudio ANUIES 2017 contribuye a crear conciencia de la importancia y necesidad de desarrollar una cultura del gobierno de las TIC en las instituciones de educación superior de México y permite mostrar diversos elementos y reflexiones relativos a la descripción, gestión y gobierno de las TIC, que brindan un panorama a las IES para que eventualmente puedan sustentar o respaldar la integración de las TIC en sus planes de desarrollo o planes estratégicos anuales.
- El Estudio ANUIES 2017 presenta un conjunto de indicadores relativos a la descripción, gestión y el gobierno de las TIC y resalta su impacto e importancia en la toma de decisiones, a partir de una serie de conclusiones sobre las mejores prácticas en materia de gestión y gobierno de las TIC que permite a las IES avanzar en la implantación y consolidación de iniciativas para mejorar su situación en estos rubros.
- El Estudio ANUIES TIC 2017 se realizó a través de una colaboración interinstitucional, mediante la cual fue posible incrementar el número de instituciones participantes en el estudio, haciendo que sus resultados y conclusiones sean significativos y de mayor impacto, al permitir realizar cálculos, análisis y comparaciones en el tiempo con respecto de la evolución de gestión y el gobierno de las TIC en el sistema de educación superior en México.
- La realización anual del estudio propiciará la definición de iniciativas para implantar un modelo de gestión y gobierno de las TIC en las IES de México, establecer políticas que promuevan el aprovechamiento de las TIC en las IES de manera estratégica y brindar elementos de referencia para mejorar la organización y tomar mejores decisiones en cuanto a la gestión y el gobierno de las TIC, contribuyendo así a mejorar la productividad y la competitividad global de las IES mexicanas.
- El Estudio ANUIES TIC 2017 permite a los responsables de TI, conocer qué se está haciendo en otras instituciones, cuáles son las prácticas que han generado mayor beneficio a otras comunidades, cuáles son los retos, las áreas de oportunidad y cómo innovar en la aplicación de las TIC para obtener de ellas su máximo valor posible.
- El Estudio ANUIES TIC 2017 propicia la comunicación, la participación y la colaboración interinstitucional no solo entre las instituciones mexicanas, sino a nivel internacional, pues se han tenido acercamientos con la CRUE-TIC en España, así como con instituciones latinoamericanas para realizar estudios similares en otros países, como CEDIA e Ecuador, y compartir los resultados así como las mejores prácticas en la región.

- Asimismo, el Estudio ANUIES TIC 2017 propiciará el diseño de un instrumento unificado de recolección de información en el que se involucren las instituciones académicas y organizaciones sin fines de lucro interesadas en conocer los parámetros, indicadores e información específica sobre las TIC en las universidades mexicanas

Ahora bien, una vez que los distintos Comités que conforman ANUIES – TIC apliquen acciones para reducir las brechas entre las IES en temas de TIC, podrán apreciarse mejoras en los resultados conforme pasen los años.

## Referencias

[1]	Fernández Martínez, A. (2012). Modelo de Gobierno de las TI para Universidades (GTI4U). En A. Fernández Martínez y F. Llorens Largo (Eds.), Gobierno de las TI para universidades (pp.145-159). Recuperado de <a href="http://www.gti4u.es/curso/material/capitulos/capitulo10.pdf">http://www.gti4u.es/curso/material/capitulos/capitulo10.pdf</a>
[2]	Franco Reboreda, C. A. (2017). El gobierno de las tecnologías de información y comunicación en las Instituciones Públicas de Educación Superior en México (Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Catalunya).
[3]	Gutiérrez Díaz de León, L. A. (Coord.). (2016). <i>Las Tecnologías de Información y Comunicación en las Instituciones de Educación Superior: Presente y Futuro</i> . México: Universidad de Guadalajara.
[4]	Information Systems Audit and Control Association [ISACA]. (2017). <i>COBIT</i> . Recuperado de <a href="http://www.isaca.org/Cobit/pages/default.aspx">http://www.isaca.org/Cobit/pages/default.aspx</a>
[5]	International Organization for Standardization [ISO]. (junio 5 de 2008). ISO/IEC 38500:2008 Corporate Governance of Information Technology. Recuperado de <a href="http://www.iso.org/iso/pressrelease.htm?refid=Ref1135">http://www.iso.org/iso/pressrelease.htm?refid=Ref1135</a>
[6]	International Organization for Standardization [ISO]. (febrero 2016). <i>ISO/IEC 27000:2016: information technology -- Security techniques -- Information security management systems -- Overview and vocabulary</i> . Recuperado de <a href="https://www.iso.org/standard/66435.html">https://www.iso.org/standard/66435.html</a>
[7]	ITIL (2011). ITIL: IT Information Technology Infrastructure Library and IT Service Management. Recuperado de <a href="https://www.itgovernanceusa.com/itil">https://www.itgovernanceusa.com/itil</a>
[8]	Jacoby, R. (25 de marzo de 2008). La tecnología de información como un activo estratégico. <i>Compuchannel, sección entrevista</i> . Recuperado de <a href="http://www.compuchannel.net/2008/03/25/tic/">http://www.compuchannel.net/2008/03/25/tic/</a>
[9]	Kark, K., White, M., Briggs, B. y Shaikh, A. (2016). <i>Navigating legacy: Charting the course to business value: 2016–2017 global CIO survey</i> . Nueva York, USA: Deloitte University Press.
[10]	Kumta, G. A. y Shah, M. D. (enero-junio, 2002). Capability Maturity Model. A Human Perspective. <i>Delhi Business Review</i> , 3(1). Recuperado de <a href="http://www.delhibusinessreview.org/v3n1/dbrv3n1e.pdf">http://www.delhibusinessreview.org/v3n1/dbrv3n1e.pdf</a>
[11]	Llorens Largo, F. (2017). El rol del CIO en la universidad. Presentado en el Primer Foro para Directores de Tecnologías de Información y Comunicación de las Universidades del Ecuador. Recuperado de <a href="http://hdl.handle.net/10045/63136">http://hdl.handle.net/10045/63136</a>
[12]	Pallán Figueroa, C. (2000). El papel de la ANUIES: una fructífera marcha

	para el mejoramiento de la educación superior. <i>Revista de educación superior</i> . Recuperado de <a href="http://resu.anuies.mx/archives/revistas/Revista116_S3A2ES.pdf">http://resu.anuies.mx/archives/revistas/Revista116_S3A2ES.pdf</a>
[13]	Piriz Durán, S., Gumbao Mezquita, J. y Jiménez García, T. (2014). <i>UNIVERSITIC 2014: Descripción, Gestión y Gobierno de las TI en el Sistema Universitario Español</i> . Recuperado de <a href="http://tic.crue.org/wp-content/uploads/2016/04/2014.pdf">http://tic.crue.org/wp-content/uploads/2016/04/2014.pdf</a>
[14]	Piriz Durán, S., Gumbao Mezquita, J. y Jiménez García, T. (diciembre 2015). <i>UNIVERSITIC 2015: Análisis de las TIC en las Universidades Españolas</i> . Recuperado de <a href="http://tic.crue.org/wp-content/uploads/2016/03/UNIVERSITIC-2015.pdf">http://tic.crue.org/wp-content/uploads/2016/03/UNIVERSITIC-2015.pdf</a>
[15]	Ponce López, J. (Coord.). (2016). <i>Estado Actual de las Tecnologías de Información y las Comunicaciones en las Instituciones de Educación Superior en México: Estudio ejecutivo 2016: ANUIES</i> . Recuperado de <a href="http://anuies-tic.anuies.mx/web/encuentro2016/wp-content/uploads/pdf/EstadoActualTIC en las IES.pdf">http://anuies-tic.anuies.mx/web/encuentro2016/wp-content/uploads/pdf/EstadoActualTIC en las IES.pdf</a>
[16]	Ponce López, J. (Coord.). (2017). <i>Estado Actual de las Tecnologías de Información y las Comunicaciones en las Instituciones de Educación Superior en México: Estudio 2017: ANUIES</i> . Recuperado de <a href="http://estudio-tic.anuies.mx/ESTUDIO 2017 ANUIES-TIC v2 2.pdf">http://estudio-tic.anuies.mx/ESTUDIO 2017 ANUIES-TIC v2 2.pdf</a>



## **SESIÓN MEJORAS DE PROCESOS II**



## Sistema de Gestión de la Información Académica para Maestrías y Doctorados

Armando Plasencia Salgueiro<sup>48</sup>, Ileana Dopico Mateo<sup>2</sup>, Elina Mylen Montero Puñales<sup>3</sup>,  
Adrián Pérez Lorenzo<sup>4</sup>,

<sup>1, 3</sup>, Instituto de Cibernética, Matemática y Física,  
La Habana, Cuba  
[armando@icimaf.cu](mailto:armando@icimaf.cu), [elina@icimaf.cu](mailto:elina@icimaf.cu)

<sup>2</sup>Junta de Acreditación Nacional, Ministerio de Educación Superior,  
La Habana, Cuba  
[idopico@mes.gob.cu](mailto:idopico@mes.gob.cu)

<sup>4</sup> Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”- CUJAE,  
La Habana, Cuba  
[adrian@nauta.cu](mailto:adrian@nauta.cu)

**Resumen.** El empleo de los sistemas de gestión académica se ha convertido en un requisito indispensable en el funcionamiento de toda institución que imparte docencia ya que permite mejorar la información entre los interlocutores y realizar el análisis de los datos almacenados que coadyuvan a una mejor toma de decisiones, a la atención especializada y a un ahorro de recursos, tanto materiales como humanos. El objetivo de este artículo es exponer los fundamentos seguidos, la metodología y la tecnología empleada en la creación e implementación de un sistema de gestión académica que permite la automatización de la información que se genera en el diseño y ejecución de los programas de maestrías y doctorados con vista a brindar información a estudiantes y profesores tanto de la propia gestión como los materiales de los cursos, así como asegurar la calidad y la preparación de los programas para ser sometidos a los procesos de autoevaluación y evaluación externa. Durante el desarrollo del programa académico se ha generado un volumen de información significativo por lo que se creó una aplicación Web que gestiona la información y documentación de la maestría y el programa doctoral, permitiendo centralizarla e integrarla para hacer más factible su análisis. Otro objetivo es demostrar la factibilidad de procesar los datos resultantes de los procesos de acreditación que se realizan a los programas de maestrías y doctorados con la aplicación de técnicas de Minería de Datos, específicamente con la herramienta Weka. Esto permite alcanzar una visión de la información que se produce en la implementación de los procesos de acreditación y cómo esta información, una vez procesada con esta herramienta, puede tener impacto directo en la toma de decisiones para mejorar la calidad de los programas y de la propia evaluación para la acreditación.

**Palabras Clave:** Sistema de Gestión Académica, Maestría, Doctorado, evaluación externa, minería de datos

**Eje temático:** Mejora de Procesos

**Abstract:** The employment of the management academic systems has transformed into an indispensable requirement in the operation of all institution that imparts education since it allows to improve the information among the speakers and to carry out the analysis of the stored data that cooperate to a better decisions making, to the specialized attention and a saving of resources, so much material as human. The objective of this article is to expose the followed

basics, the methodology and the technology used in the creation and implementation of a management academic system that allows the automation of the information generated in the design and execution of the masters and doctorates programs with view to offer information to students and professors of the own management like the materials of the courses, as well as to assure the quality and the preparation of the programs to be subjected to the self-evaluation processes and external evaluation. During the development of the academic program has been generated a significant volume of information and for it management was created a Web application that manage the information and documentation of the master and doctoral program, allowing to centralize it and to integrate it to make more feasible its analysis. Another objective is to demonstrate the feasibility of processing the resulting data of the accreditation processes that are carried out to the masters and doctoral programs with the application of technical of Data Mining, specifically with the tool Weka. This allows to reach a vision of the information that takes place in the implementation of the accreditation processes and how this information, once processed with this tool, can have direct impact in the decisions taking to improve the quality of the programs and of the own evaluation for the accreditation.

**Keywords:** Management Academic System, Master, Doctoral, extern evaluation, data mining

## 1 Introducción

El Instituto de Cibernética, Matemática y Física (ICIMAF) perteneciente al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de la República de Cuba es un centro autorizado por el Ministerio de Educación Superior para impartir enseñanza posgraduada tanto en cursos, diplomados, maestrías como doctorados en las disciplinas de Control Automático, Matemática y Física.

Desde el año 1998 el Departamento de Control Automático del mencionado Instituto viene impartiendo diplomados, en el 2008 comienzan a impartirse los diplomados de Control Avanzado, Gestión de Información con Técnicas de Minería de Datos y Aplicaciones de Minería de Datos. En el 2012 se aprobó por el Ministro de Educación Superior la Maestría “Cibernética Aplicada” en sus dos menciones “Minería de Datos” y “Control Avanzado”, Esta maestría está concluyendo su segunda edición y la cantidad de alumnos que han asistido a estos cursos se acercan al centenar. En el 2017 comienza el Programa Doctoral “Cibernética Aplicada”.

Por las características de los alumnos; localizados en toda la isla, de distintos entornos laborales (universidades, industria, organizaciones de servicio, etc.), con compromisos de trabajo en el extranjero, y por las particularidades de los cursos de posgrado; estos realizan una actividad presencial y otra externa durante la realización de los ejercicios de laboratorio para lo cual necesitan gestionar materiales de los repositorios del Instituto y de Internet. El período de estudio es de al menos 2 años y medio con 22 cursos en el caso de las maestrías y 8 para el Doctorado todo lo cual requiere de una gestión académica que soporte, procese y entregue un gran volumen de información en línea. Esta gestión deberá ser automatizada, en red con acceso a alumnos, profesores, administradores, comité académico, evaluadores, etc. que permita realizar análisis de los resultados de las evaluaciones realizadas, preferiblemente en idioma español y que sea software libre.

Cuando se habla de la documentación que respalda el desarrollo de un programa de posgrado académico en Cuba se está haciendo referencia, entre otros, a:

- Los expedientes de los estudiantes y egresados que se encuentran en formato duro y deben actualizarse constantemente por la Secretaria Docente de forma manual. Estos contienen los documentos dispuestos por las normas y el reglamento para la actividad del posgrado, emitidos por la Dirección de

Posgrado del Ministerio de Educación Superior, donde se incluye desde la solicitud de matrícula hasta el documento del acto de defensa de la tesis y la solicitud de titulación como evidencia del trayecto del estudiante, desde su ingreso al programa hasta su egreso.

- Las actas de notas y de asistencia se almacenan en expedientes de forma impresa, por lo cual cuando un estudiante desea ver el estado de sus calificaciones, los cursos en que ha participado, los créditos que ha obtenido y las tareas que ha entregado se vuelve un proceso complejo.
- Cada edición del programa tiene un expediente con toda la documentación correspondiente a la ejecución del programa en cada etapa, incluidas las actas de reuniones del Comité Académico con sus acuerdos.
- Curriculum vitae de cada docente y tutor del claustro con un aparte para la producción científica (publicaciones, reconocimientos sociales y premios obtenidos, etc.)
- Tesis defendidas

Todo esto implica que cuando se decide realizar un proceso de autoevaluación del programa de posgrado académico (maestría, doctorado) con vista a su mejora y/o a su posible evaluación externa con fines de acreditación el proceso de preparación trae consigo un empleo de tiempo considerable, recursos humanos y materiales que se pudiera optimizar si se contara con un sistema integral automatizado para la gestión de toda la información del programa en cuestión.

Por su parte, en los procesos de autoevaluación y evaluación externa, basados en las evidencias que puedan aportar los intervinientes en el programa a los evaluadores internos o externos, las cuales son respaldadas por la documentación arriba mencionada, por encuestas y entrevistas, así como por la visita in situ, se procesa y se genera un volumen de información que igualmente se gestiona, principalmente, de forma manual, haciéndose estos procesos lentos y menos eficaces para los que cinco días hábiles (en el caso de la evaluación externa, según la práctica cubana) resultan insuficientes, lo que se eleva el nivel de estrés tanto de evaluadores como evaluados y aumenta las posibilidades de errores en el proceso, trayendo consigo posibles violaciones de procedimientos o incorrectas interpretaciones.

Durante los procesos de autoevaluación y evaluación externas, según la experiencia, los evaluadores pueden encontrar en algunas instituciones, algunas iniciativas de automatización de la información desde tablas dinámicas en Excel, como links a bases de datos (principalmente en Access) u otras, sin la necesaria integración y centralización, que en muchos casos lejos de ayudar complejizan la actividad de los evaluadores dada las herramientas utilizadas en su creación, terminándose la búsqueda de la información por la forma tradicional.

Por tanto, el empleo de los sistemas de gestión académica permite también la retroalimentación de la información entre los diferentes agentes y posibilita realizar análisis de los datos almacenados que coadyuvan a una mejor toma de decisiones, a la atención especializada y a un ahorro de recursos materiales y humanos. Principalmente, los sistemas de gestión académica de libre acceso permiten una amplia flexibilización y adecuación a las características de cada plantel docente.

Las preguntas a realizar son: ¿Existe algún sistema de gestión de información académica de posgrado, de fácil uso y de libre acceso que cumpla con los requisitos antes planteados?, de no existir, ¿Qué características comunes tienen los sistemas de gestión académica que deben de incluirse al desarrollarse un sistema propio?

## 2 Materiales y Métodos

En una búsqueda realizada en Internet pudimos comprobar que efectivamente existían varios sistemas de libre acceso que estaban disponibles en la red y a partir de sus características debíamos seleccionar cuales eran los más prospectivos para probarlos y trazar una estrategia para su instalación y empleo.

De todas las consideraciones relacionadas anteriormente se determinó, como primer paso en el desarrollo del proyecto, hacer una búsqueda de las experiencias nacionales e internacionales sobre la implementación y desarrollo de sistemas de gestión de la información en el ámbito académico de libre acceso disponibles en la red.

En la búsqueda realizada en Internet se pudo comprobar que efectivamente existían sistemas de gestión libre pero la mayoría estaban en inglés y varios de ellos son difíciles de instalar. No obstante se encontraron otros de libre acceso disponibles, que a partir de sus características, se podía hacer una selección de aquellos que eran los más prospectivos para probarlos y trazar una estrategia de instalación y empleo/ desarrollo. Entre estos se encuentran:

- **Internacionales:** Sistema integrado de Gestión académica SIGA (<http://www.dara.es/siga/sigainf.htm>); Fedena: Open source school management system (<http://www.projectfedena.org/>); Open Admin for Schools (<http://richtech.ca>); OpenSis (<http://www.opensis.com>); OpenCAS (<http://sourceforge.net/projects/opencourse/>); SchoolTool: the Global Student Information System: (<http://www.schooltool.org/>) General Public License v2.0 y OpenScholar (<http://theopenscholar.org/>).

#### **Nacionales:**

- ✓ El Centro de Cibernética Aplicada a la Medicina (CECAM) presentó un sistema para el control automatizado de la gestión de la Maestría Informática en Salud que permite coordinar actividades docentes y gestionar la información de estudiantes, profesores y graduados [1].
- ✓ El Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. “Antonio Núñez Jiménez”, de Moa desarrolló el sistema informático implementado (SICOP), que permite el procesamiento, seguro y actualizado, de la información relacionada con la gestión en la formación del postgrado para los profesionales del municipio Mayarí [2].

A ninguno de los dos últimos sistemas mencionados los autores pudieron tener acceso.

De todos los sistemas expuestos, se seleccionó el sistema OpenSis para ser estudiado. Este está basado en la web, de código abierto y presenta características que incluyen información demográfica sobre los estudiantes, planificación, libro de notas, atención a estudiantes, reportes, elegibilidad, portal para los padres, portal para los estudiantes y otros. Tiene una versión para varios idiomas de un producto central que es el OpenSIS-CE.

#### **Características.**

El sistema viene con campos por defecto y valores que pueden adaptarse para cada escuela. Los campos propios de los clientes pueden adicionarse sin necesidad de un solo código de línea. Estos módulos vienen con gráficos y cartas que ayudan a la administración de la escuela a la toma de decisiones.

Adicionalmente a los reports estándares de las escuelas para cumplir con los compromisos estatales, los Módulos de Reportes Estatales incluyen una aplicación ETL que puede utilizarse para extraer datos de OpenSis y cargarlas automáticamente en otros programas. Este módulo es de libre adquisición en los servicios al cliente y un mantenimiento anual adicional. Al igual que los otros módulos pueden obtenerse libremente todos los códigos fuentes del evento que se quiera modificar. Estos módulos no se dan bajo la licencia GPL.

### OpenSIS + Moodle.

OpenSIS está integrado de forma bidireccional con Moodle LMS a nivel de código utilizando las especificaciones de REST-API. Incluye las versiones de Moodle desde 1.9 en adelante (Figura 1). Esta opción es paga.

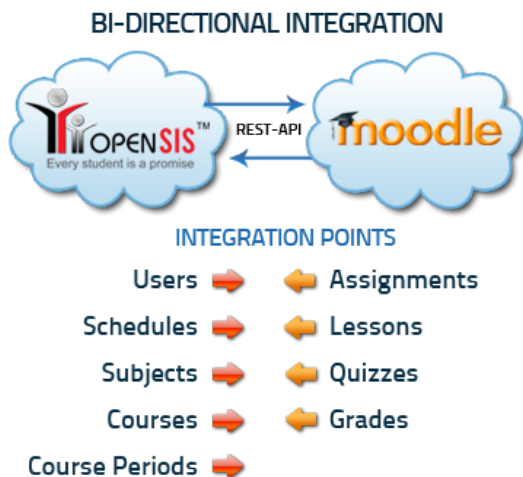


Fig. 1. OpenSIS + Moodle.

Los servicios que prestan los administradores del sistema se presentan en la Figura 2

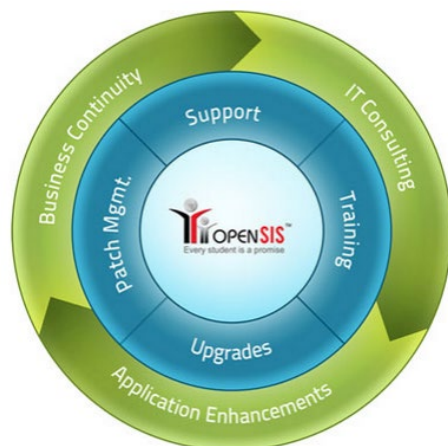


Fig. 2. Servicios de los administradores del sistema

### Almacén de datos y análisis en OpenSis.

Cuando se implementa OpenIntel (<http://oi.codeplex.com/>) en conjunto con openSIS, la administración de la escuela toma visibilidad de los datos transaccionales en la forma de “conocimiento”.

Es posible realizar entonces análisis predictivos e individualizar el aprendizaje lo cual redundará en una mejoría a profesores y alumnos.

En la Figura 3 se muestra un ejemplo de los análisis realizados por la herramienta OpenIntel.

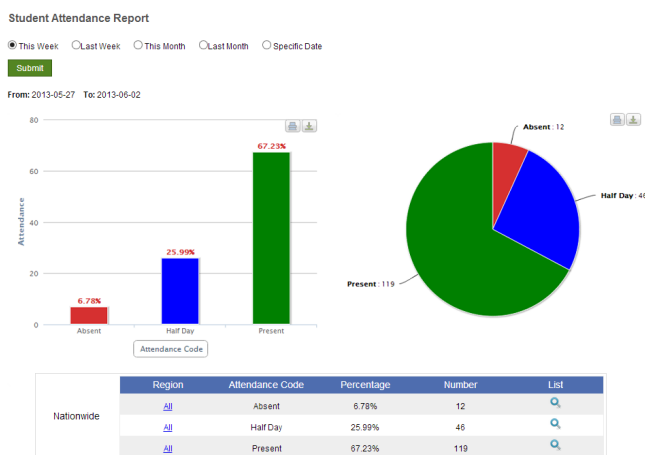


Fig. 3 Ejemplos de los análisis realizados por la herramienta OpenIntel.

### 3 Resultados

Los sistemas de Educación Superior en general tienen aspectos en común, pero estos son el reflejo del contexto en que se desarrollan, que varía según cada país, sistema o gobierno. Los sistemas de información son entonces el reflejo de la actividad que se va a gestionar, por lo que debe responder a este contexto.

En particular, las Maestrías y Doctorados en Cuba, a partir de las experiencias internacionales, tienen sus propias especificidades, por lo que la gestión de la información que sustentan y generan estos programas responde a especificidades del ámbito nacional en cuanto a regulaciones para el desarrollo del currículo, la organización del programa, la documentación sobre los estudiantes y profesores, etc. Fundamentalmente los sistemas de gestión de información educativa, deben responder a las exigencias del Sistema de Evaluación y Acreditación de Maestrías y Doctorados implementado en Cuba que requiere información en un formato y referencias a criterios evaluativos no contemplados por otros sistemas de gestión de la información para la gestión educativa estudiados. Todo esto hizo no factible la selección de un sistema de libre acceso en Internet por su no adecuación a las necesidades del entorno cubano.

Para disponer de un sistema contextualizado al ámbito del ICIMAF, por sus características propias como centro de investigación autorizado a impartir docencia y que a su vez responda a las exigencias establecidas por el Ministerio de Educación Superior para el desarrollo de Programas de Maestría y Doctorados, se decide crear un sistema propio, de fácil uso y libre acceso que solucione las dificultades antes planteadas, teniendo en cuenta las características y la demanda de la maestría de Cibernética Aplicada y del Programa de Doctorado del ICIMAF, con posibilidades de su aplicación en la educación de posgrado en el ámbito nacional.

Por estos motivos se propone y aprueba un Proyecto de Automatización de la Gestión de Doctorados y Maestrías, al Programa Nacional de Automatización del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), para la creación e implementación de un sistema de gestión que permita la automatización de la información que se genera en el diseño y ejecución de los programas de maestrías y doctorados con vista a asegurar su calidad y su preparación para ser sometidos a los procesos de autoevaluación y evaluación externa. Este es un proyecto conjunto entre

el Instituto de Cibernética, Matemática y Física (ICIMAF) y la Junta de Acreditación Nacional (JAN) y también formó parte de una tesis de grado en opción del título de Ingeniero Informático [3].

Para el desarrollo de la herramienta requerida se creó un grupo de proyecto multidisciplinario con informáticos, desarrolladores de software, gestores de la información, especialistas en control automático y especialistas en evaluación de la JAN. Sobre la base de las entrevistas a los distintos especialistas se decidió implementar una aplicación web con las siguientes características:

- Desarrollado en PHP utilizando el framework Symfony para optimizar el desarrollo de las aplicaciones web basado en el patrón “Modelo-Vista-Controlador”, ya que este separa la lógica de negocio, la lógica de servidor y la presentación de la aplicación Web. Proporciona varias herramientas y clases encaminadas a reducir el tiempo de desarrollo de una aplicación web compleja. Además, automatiza las tareas más comunes, permitiendo al desarrollador dedicarse por completo a los aspectos específicos de cada aplicación.
- Como gestor de base de datos se decidió utilizar MySQL que es un sistema de gestión de bases de datos relacional desarrollado bajo licencia dual GPL/Licencia comercial por Oracle Corporation y está considerada como la base de datos open source más popular, y una de las más populares en general para los entornos de desarrollo Web. La misma se acopla perfectamente al framework de desarrollo Symfony.
- Para el diseño Web se usó el framework Bootstrap o conjunto de herramientas de Código abierto para diseño de sitios y aplicaciones Web. Contiene plantillas de diseño con tipografía, formularios, botones, cuadros, menús de navegación y otros elementos de diseño basado en HTML y CSS, así como, extensiones de JavaScript opcionales adicionales. Este framework permite crear un entorno dinámico y amigable al usuario.
- El acceso al sistema debe realizarse por medio de roles y permisos identificando a cada uno de los involucrados en el programa académico y a los futuros evaluadores. La aplicación debe estar online y accesible desde una máquina de escritorio, dispositivo móvil o tableta electrónica. Al ingresar al sistema el usuario se encontrará ante un ambiente de trabajo personalizado, según su rol en el sistema que le permitirá actualizar sus datos.

Los roles que se definieron son: Comité Académico/Secretaría Docente, Profesor, Estudiante y Evaluador. Las tareas que debe efectuar el sistema por roles son:

**1. Rol Comité Académico/Secretaría Docente puede:**

- ✓ Introducir datos en el sistema de forma online.
  - ✓ Gestionar Usuarios.
  - ✓ Gestionar Nomencladores. Los nomencladores se definen para aquella información que debe ser gestionable y que puede variar, por ejemplo: Cursos, Diplomados, Menciones y Ediciones.
  - ✓ Gestionar Archivos. Dentro de los archivos se contemplan los materiales de los cursos, archivos de publicaciones, archivo de tesis y tesinas.
  - ✓ Consultar el calendario de cursos activos
- Además, este usuario comparte permisos para todos los roles.

**2. Rol Profesor puede:**

- ✓ Introducir sus datos en el sistema de forma online.
- ✓ Introducir su curriculum vitae

- ✓ Gestionar Cursos: contempla la creación del curso, asignar estudiantes al curso y generar listado de asistencia.
- ✓ Gestionar Materiales del Curso: permite que el profesor suba la documentación y los materiales asociados al curso que imparte.
- ✓ Gestionar Notas: el profesor puede asignar notas a sus estudiantes y generar el acta de notas.
- ✓ Gestionar Publicaciones: el profesor puede actualizar el listado de publicaciones que ha realizado.
- ✓ Gestionar Listado de Tesis y Tesina: el profesor puede ver las tesis o tesinas que tutorea, así como el listado general de tesis.
- ✓ Consultar el calendario de cursos activos

### 3-Rol Estudiante puede:

- ✓ Solicitar la maestría e introducir sus datos en el sistema de forma online.
- ✓ El estudiante puede actualizar el listado de publicaciones que ha realizado.
- ✓ Ver Cursos: el estudiante puede ver el cronograma de cursos y los cursos a los que está asignado.
- ✓ Ver Notas: el estudiante puede ver las notas y créditos que se le han asignado en un determinado curso.
- ✓ Añadir tema de Tesis o Tesina: el estudiante puede añadir su tema de tesis, tutor, así como consultar el archivo de tesis.
- ✓

**4-Rol Evaluador** puede con permiso del administrador en el momento de la evaluación accede a todos los roles.

En la Figura 4 se muestra el área de trabajo que pueden visualizar los usuarios al entrar a la aplicación.



Fig. 4. Área de trabajo

El primer paso en el sistema es que el usuario con **Rol Comité Académico** gestione los nomencladores, véase Figura 5.



ID	Nombre	Creditos	Diplomado	Acciones
29	Seminario de tesis II	2	Minería de Datos	[Q] [✎] [✖]
28	Aplicaciones de la Minería de Datos	3	Minería de Datos	[Q] [✎] [✖]
27	Minería de Datos en la Gestión de la Tecnología y la Ciencia	3	Minería de Datos	[Q] [✎] [✖]
26	Memoria adaptativa y Meta heurística	3	Minería de Datos	[Q] [✎] [✖]
25	Bases de Datos Documentales y Biblioteca Digital	3	Minería de Datos	[Q] [✎] [✖]
24	Técnicas de minería de datos en plataformas paralelas	3	Minería de Datos	[Q] [✎] [✖]
23	Tratamiento de imágenes	3	Minería de Datos	[Q] [✎] [✖]
22	Estadística aplicada a la Minería de Datos	3	Minería de Datos	[Q] [✎] [✖]
21	Aprendizaje automático	3	Minería de Datos	[Q] [✎] [✖]
20	Seminario de tesis II	2	Control Avanzado	[Q] [✎] [✖]
19	Diseño asistido por computadoras para el Control de Sistemas	3	Control Avanzado	[Q] [✎] [✖]
18	Robótica Móvil	3	Control Avanzado	[Q] [✎] [✖]
17	Control Avanzado II	3	Control Avanzado	[Q] [✎] [✖]
16	Control Avanzado I	3	Control Avanzado	[Q] [✎] [✖]

Fig. 5. Gestionar Nomencladores.

En este momento se debe crear la Edición de la maestría (ver Figura 6). La edición permite introducir la fecha en que se crea y definir si está activa o no. A la edición que esté activa se va a asociar el resto de los datos: cursos, estudiantes, profesores, etc.

ID	Edición	fecha	Activo	Tesis	Publicaciones	Acciones
2	2	2013-09-01	[NO]	0	2	[Q] [✎] [✖]
1	1	2012-09-01	[SI]	0	0	[Q] [✎] [✖]

Fig. 6. Crear Edición.

El segundo paso es crear las menciones que contendrá la maestría (Figura 7)

ID	Nombre	Curso	Mencion	Acciones
3	Minería de Datos	3	1	[Q] [✎] [✖]
2	Control Avanzado	3	1	[Q] [✎] [✖]
1	Tronco común	11	2	[Q] [✎] [✖]

Fig. 7. Crear Diplomados.

Para que un usuario con el rol **Profesor** pueda iniciar una sesión en el sistema, el Comité Académico debe añadir al profesor en el sistema y posteriormente el profesor podrá acceder y llenar sus datos.

Realizadas estas configuraciones el sistema permite abrir la convocatoria online. Momento para que los estudiantes que deseen solicitar la maestría inicien el proceso, registrándose en el sitio. En ese periodo el estudiante está en el estado solicitante.

El rol **Estudiante** puede transitar por varios estados: Solicitante, Aceptado, Rechazado, Baja, Graduado, ver Figura 8.

Formulario de configuración de perfil de usuario estudiante. Campos: Nombre (Milen), 1er Apellido (montero), 2do Apellido (puñales), Correo (elina@cimaf.cu), Estado (Aceptado). Opciones de estado: Ninguno, Solicitante, Aceptado (seleccionado), Rechazado, Baja, Graduado.

Fig. 8. Estados del usuario estudiante.

Los estudiantes aceptados pueden acceder a los cursos activos, modificar sus datos, gestionar sus publicaciones, consultar los materiales del sitio, etc.

El usuario de rol **Profesor** puede acceder a crear sus cursos, añadir estudiantes a los mismos y gestionar notas ver Figuras 9 y 10.

Formulario 'Crear Cursos Activos'. Campos: Selección de curso (Metodología de la Investigación Científica), Fecha Inicio, Fecha Final, Default (Milen montero puñales). Botones: Guardar, Cancelar.

Fig.9. Crear cursos

Formulario 'Cursos a calificar'. Muestra un curso: Metodología de la Investigación Científica, Diplomado: Tronco común, Calificar: Calificar. Botones: Anterior, 1, Siguiente.

Curso	Diplomado	Calificar
Metodología de la Investigación Científica	Tronco común	Calificar

Fig. 10. Gestionar Notas.

Posteriormente, el calendario general de cursos se actualiza, ver Figura 11.

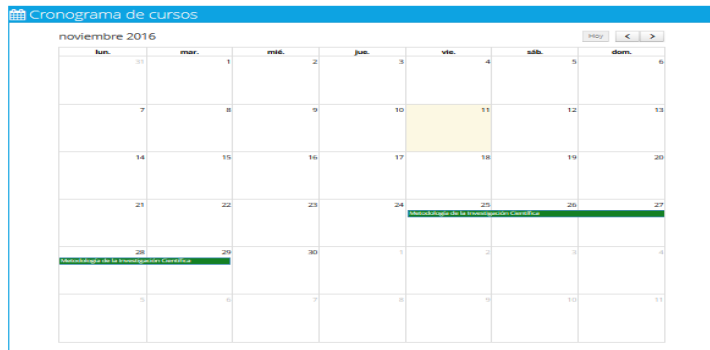


Figura. 11. Cronograma general de cursos.

El último paso del proceso es que los usuarios puedan añadir y gestionar sus publicaciones como se muestra en las Figuras 12 y 13. En la Figura 14 se muestra el listado de publicaciones.

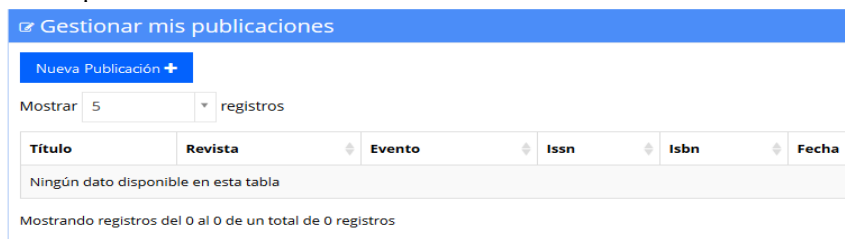


Fig. 12. Crear nueva publicación

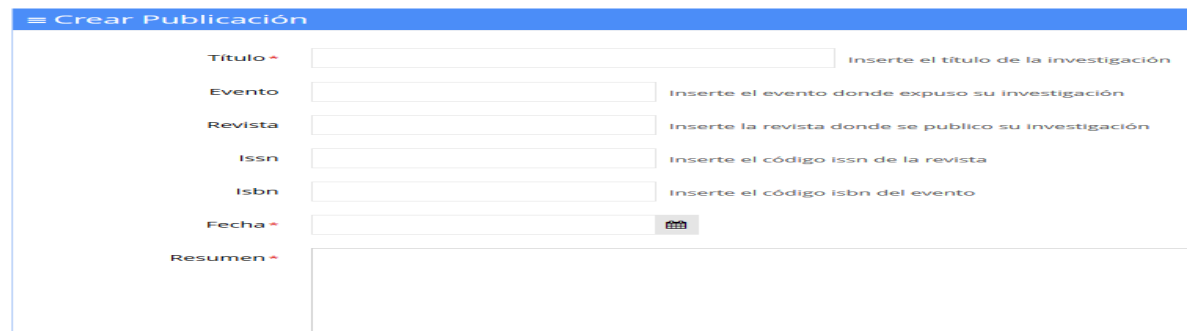


Fig. 13. Llenar los campos de la publicación.



Fig. 14. Listado de publicaciones.

Otra opción es que los estudiantes vean sus notas y los cursos a los que están asignados (Figura 15).

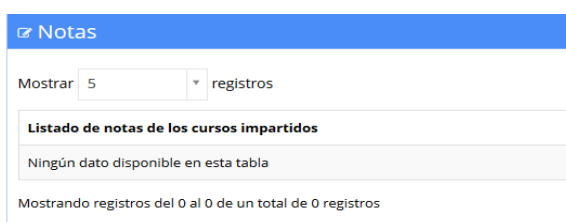


Fig. 15. Listado de Notas.

Como se evidencia, el sistema creado cuenta con un enfoque integrador de la información en aras de facilitar el acceso y el trabajo a todos los involucrados en el programa de maestría y a los futuros evaluadores.

### **Análisis de la información con herramientas de Minería de Datos**

Al responder ante la sociedad por la calidad de la educación, la capacidad de respuesta de la evaluación está dada en el buen o mal uso que se hace de la información derivada de ella. Información que se refleja, en general, en la rendición de cuentas a que se ve obligado hacer el sector educativo ante el Estado y la sociedad.

El análisis de la información generada en los procesos de autoevaluación y acreditación y almacenada por el sistema de gestión académica desarrollado se realiza con técnicas de Minería de Datos, las que se utilizan en muchas áreas de las ciencias y de la sociedad como la medicina, las finanzas entre otras y en el ámbito educativo. Hemos encontrado muchos trabajos en Internet que hablan de la implementación en el ámbito educativo, aunque no hemos encontrados hasta el momento alguno referido al uso de la Minería de Datos para el procesamiento de la información de la evaluación y la acreditación de programas educativos.

La minería de datos educativa se define como "el proceso de la conversión de datos en bruto de los sistemas educativos a información útil que puede usarse para informar a las decisiones de diseño y contestar preguntas de investigación" [4]

En opinión de Dopico [5], la utilidad de una evaluación es en buena medida la que de ella extraigan sus audiencias o destinatarios. La conciencia de que una evaluación puede producir efectos que sobrepasan su utilización directa en términos de toma de decisiones ha llevado a algunos autores a plantearse y estudiar la cuestión del "impacto real que esta actividad es capaz de producir" [5], entendiéndose por impacto la influencia perceptible que la evaluación ejerce sobre las actividades o actitudes de individuos o grupos, lo que amplía considerablemente el concepto más estrecho de utilidad. Una de las principales implicaciones de tal ampliación es que permite distinguir entre los efectos esperados, deseados y voluntarios de la actividad evaluadora de los inesperados, no deseados e involuntarios. No sería razonable considerar útil una evaluación solamente si alcanza sus propósitos declarados, dejando de lado otras consecuencias que haya podido producir, por mínimas que estas sean.

Para ser procesos confiables, la evaluación externa y la acreditación se basan en la recopilación y procesamiento de datos e información útil (cualitativa o cuantitativa), sobre los cuales se fundamentan las conclusiones a las que arriban los evaluadores. La información se obtiene de muchas fuentes: entrevistas, encuestas, documentos, observaciones, registros, etc. Si las actividades de procesamiento de información cubren la generación, almacenamiento, transmisión, manipulación y visualización de información, que puede incluir datos numéricos, de texto, de sonido o de vídeo, esto implica un volumen de información que se almacena y otro volumen de información

derivado de la información procesada, cuya confiabilidad sólo se puede constatar con la adecuada utilización de un sistema académico de gestión de información: actividad imprescindible para una efectiva gestión de la calidad.

Varios algoritmos y técnicas como los de clasificación, agrupamiento, regresión, reglas de asociación, árboles de decisión, algoritmos genéticos, etc., se utilizan para descubrimiento de conocimiento en bases de datos. Son necesarios para el análisis de los datos almacenados. Para ello al Sistema de Gestión Académica desarrollado se le acopló la herramienta de Minería de Datos WEKA. WEKA está diseñada como una herramienta orientada a la extensibilidad por lo que es posible añadir nuevas funciones. Se distribuye como una herramienta de software de libre.

Como parte de las pruebas realizadas para la validación del sistema, se partió de la información recogida de los programas de maestrías acreditados durante el período de junio 2013 hasta enero 2015 coincidiendo con las sesiones de trabajo de la Junta de Acreditación Nacional (JAN) de junio de 2013 (JAN 29), de enero de 2014 (JAN 30), de junio de 2014 (JAN 31) y enero de 2015 (JAN 32) para un total de 67 programas.

Para la aplicación de la herramienta WEKA se partió de los datos cuyos atributos determinados fueron: JAN 29, 30, 31 y 32; programas por cada JAN; universidades a las que pertenecen los programas; debilidades detectadas en los programas y las categorías recibidas a cada programa (autorizado, ratificado, certificado o de excelencia), este último atributo aparece con el nombre de evaluación en lugar de acreditación. Se identificaron un total de 23 universidades que presentaron programas para su acreditación y 83 debilidades en todos los programas analizados.

Al hacer el procesamiento con la herramienta WEKA se pudo determinar una serie de asociaciones en las que encontramos: cantidad programas por sesiones JAN, cantidad de programas por universidades, cantidad de debilidades por programas (Figura 16), cantidad de debilidades por sesiones JAN, cantidad de programas por categorías de acreditación (atributo evaluación), debilidades repetidas por JAN, entre otras más que se pudieran hacer. Se utilizó el algoritmo K-media para realizar agrupamiento (cluster) según esas asociaciones que se representan en los gráficos (Figura 17)

Se pudieron determinar algunos resultados. Por ejemplo, que la debilidad que más repite es la 0 relacionada con el promedio de las publicaciones, que la categoría que prevalece es la de certificada, que la universidad que más trabajos presentó a la acreditación fue la codificada con el número 13 al tener más procesos de evaluaciones y la JAN que más procesos de evaluación externa analizó fue la JAN 32, entre otros posibles resultados [6].

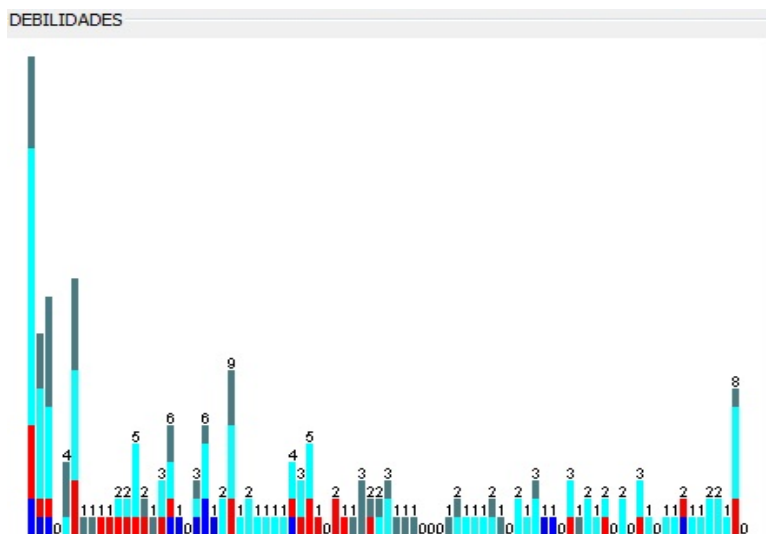


Fig. 16. Debilidades de los procesos de acreditación de Maestrías.

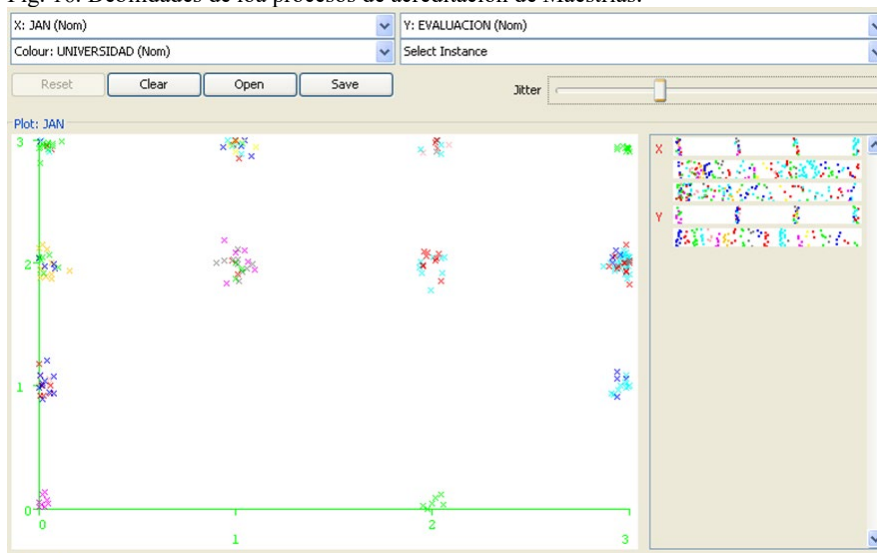


Fig. 17. Categorías de acuerdo a las ediciones de la JAN

## 4 Conclusiones

El sistema de gestión de la información creado para la gestión de la maestría Cibernética Aplicada del ICIMAF en fase de prueba, ha sido una solución viable para garantizar la calidad de la gestión del programa de maestría y doctorado y su preparación con vistas a una próxima autoevaluación y la evaluación externa con el fin de la mejora del programa y de su acreditación.

Con este sistema se pretende facilitar el trabajo del Comité Académico y de la secretaría Docente en la gestión del programa, así como contribuir a que los posibles evaluadores obtengan información actualizada, integrada y útil para la constatación de evidencias durante su labor.

Igualmente, este sistema, al almacenar los datos brinda la posibilidad de aplicar herramientas de Minería de Datos para realizar estudios de tendencias, garantizar la mejora del proceso educativo y la correcta toma de decisiones. Al tener una concepción modular y flexible este sistema de gestión se convierte en una solución factible no solo para el ICIMAF, si no para cualquier centro que imparta maestrías y doctorados.

Este proyecto conjunto del Instituto de Cibernética, Matemática y Física (ICIMAF) y de la Junta de Acreditación Nacional (JAN) tuvo como salida una tesis de grado en obtención del título de ingeniero.

## Referencias

1. D. M. Rey; L. E. Rodríguez. Sistema automatizado de gestión de la maestría informática en salud. Centro de Cibernética Aplicada a la Medicina (CECAM). Octubre 2011.
2. A. J. Otero. Sistema informático para la gestión de la formación de postgrado en los profesionales del municipio Mayarí. Tesis de Grado. 2007.
3. Pérez Lorenzo, A. Sistema para la gestión de la información académica de la maestría en Cibernética Aplicada del ICIMAF. Memoria para optar al título de ingeniero, Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”- CUJAE, Cuba. (2017).
4. Kumar Baradwaj,B & Pal Saurabh. Mining Educational Data to Analyze Students Performance. Internacional Journal of advance Computer Science and Applications (IJACSA) Vol.2, No.6. (2011).
5. Dopico, I., Propuesta de un sistema de Metaevaluación para el aseguramiento de la calidad de los procesos de evaluación externa y acreditación de los programas de maestría en Cuba. Tesis en opción al grado de doctor. La Habana, Cuba (2007).
6. Dopico Mateo, I & Plasencia Salgueiro, A. Análisis de Datos de los procesos de acreditación de maestrías realizado con la herramienta Weka. Ponencia presentada en el Congreso Internacional de Educación Superior, Universidad 2016, La Habana, Cuba. (2016, febrero).

## **UDATOS: Información centralizada, oportuna y de calidad al alcance de los usuarios para gestión y toma de decisiones.**

Lucía Moreno Castro<sup>a1</sup>, Alvise Bolsi Rubio<sup>a2</sup>,

<sup>a</sup>Universidad de Chile, Diagonal Paraguay 265,  
8330015 Santiago, Región Metropolitana, Chile

<sup>1</sup>lucia.moreno@uchile.cl, <sup>2</sup>abolsi@uchile.cl

**Resumen.** Este artículo describe un proyecto Datawarehouse de información centralizada relevante para la Universidad de Chile que pone a disposición de los usuarios cubos de información que retornan datos ordenados, relacionados, de calidad y rápidamente. UDATOS servirá como un pilar de extracción de información que apoye la toma de decisiones de diferentes unidades, durante el desarrollo del proyecto se abordó además el tema de la gobernanza de datos como pilar fundamental de la información que posee la universidad trabajando aún en cinco líneas principales, el descubrimiento y documentación de la información, la captura y estandarización de las definiciones de las entidades clave del negocio y su flujo a través de la organización, definición de reglas de calidad sobre los datos, seguridad de la información. El enfoque de desarrollo del proyecto ha sido por unidades permitiendo liberar en diferentes hitos del desarrollo la información requerida por las unidades logrando con esto que el proyecto vaya tomando forma, confianza y colaboración por parte de las unidades con las que se inició y otras que quieren sumarse.

**Palabras Clave:** Datawarehouse, Gobernanza de Datos, cubos de información, UDATOS.

**Eje temático:** Mejora de Procesos, Gobernanza y gestión TIC.

### **Abstract.**

The IT Services Department (DSTI) was aiming at developing a project to improve the day to day tasks of the people who work at the University by providing tools and valid data to optimize information processing time to varied bulk or detailed data inquiries which, prior to this project, were extracted from several sources and manually placed together. This led to the start of the UDATOS project, initially conceived as a centralized data repository in a Data Warehouse that allows users with access to retrieve the information necessary for their work in management, search, calculation of indicators, and information analysis connecting them to information cubes from different tools.

Based on two fundamental pillars for data treatment, Data Governance and Data Quality, five main pathways were followed: information discovery and documentation, capture and standardization of the definitions from key business entities and its flow in this institution. By using these pillars as the base of the project, opportunities for improvement were detected in the data management from different sources that feed UDATOS, allowing to visualise the definition for various procedures to standardise information flow and management (governance), as well as working with data quality as a culture in which every person who belongs to this institution must be trained.

The project has been developed unit by unit, allowing the delivery of partial results. Positive results have served as incentive to the propagation of this initiative, allowing the annexation of more units, information and knowledge of different business rules and information flow.



## 1 Introducción

El crecimiento de la universidad y su evolución durante el tiempo ha traído consigo diferentes sistemas informáticos necesarios para satisfacer las labores del día a día de cada funcionario, académico o estudiante de la institución, este crecimiento ha provocado la distribución de la información en diferentes fuentes de datos dependiendo de las necesidades que satisfagan. Así como cada unidad necesita extraer sus datos para mejorar el desempeño de sus labores, existen entidades externas a la universidad que solicitan conocer el desempeño de la institución mediante varios procesos periódicos. De esta manera cuando es requerido realizar estudios o emitir indicadores sobre la información los usuarios se han visto forzados a obtener de diferentes fuentes lo necesario para luego en procesos manuales aplicar reglas de negocio sobre los datos y así obtener finalmente lo requerido.

Esto ha impedido que unidades que requieren realizar un cruce de información entre unas y otras para enriquecer sus estudios puedan de manera simple compartir el dato y completar sus tareas, cayendo en temas burocráticos al solicitar información, así como también el tiempo utilizado en poder realizar estos cruces no ha permitido innovar en los estudios que pueden obtenerse sobre la información con la que se encuentra, por ejemplo en el campo de minería de datos y análisis predictivo de situaciones.

Desde los años 90 se acuña el concepto de Datawarehouse o almacén de datos, que corresponde a una colección de datos orientada a determinados ámbitos, integrados, no volátil, variables en el tiempo y que ayuda a la toma de decisiones en la entidad que lo utiliza.

En nuestro proyecto se aborda este concepto como una base de datos corporativa donde se integra y depura información de una o varias fuentes distintas que pueden ser analizadas desde diferentes puntos de vista y con buenas velocidades de respuesta.

## 2 Repositorio Centralizado institucional

### 2.1 Principales características

UDATOS es el nombre de un repositorio de datos de la Universidad de Chile, centralizado, con información validada por los generadores de la información y de calidad al que pueden acceder diferentes personas relacionadas a la institución dependiendo de sus permisos asignados por medio de Cubos de Información o a través de reportes o Dashboards que despliegan datos relevantes y de interés.

UDATOS está compuesto por una base de datos relacional centralizada que alimenta Cubos OLAP (On-Line Analytical Processing) que son estructuras multidimensionales que permiten analizar la base de datos relacional de gran volumen y variedad con gran agilidad y rapidez reduciendo el tiempo y recursos empleados en el análisis. Además, dispone de Plataformas de reportería y confección de dashboards para ser utilizados por las personas que lo requieran facilitándoles la confección de la interfaz de salida de su información.

UDATOS está relacionado a conceptos como:

1. El boom del manejo de datos para toma de decisiones y estudio de información

2. La Gobernanza de los Datos abordada dentro del proyecto por los conceptos manejados como Calidad del Dato, Seguridad, Detección del uso de los datos, compartir los datos entre diferentes entidades, etc.
3. Eliminar labores manuales realizando procesos automatizados
4. Aprender de los datos del pasado y predecir situaciones futuras

Podemos decir que UDATOS no solo será un repositorio de información si no que se enfocará en diferentes aspectos, no solo tecnológicos, sino que también de gestión de la información.

## **2.2 Apoyo a las unidades institucionales y facultades.**

La Dirección Servicios de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (DSTI) de la Universidad de Chile, desde sus inicios está orientada a trabajar en dar un servicio que aporte a mejorar el trabajo cotidiano de las personas que componen la institución, ya sea académicos, alumnos o personal de colaboración.

DSTI entiende la innovación como la constante búsqueda de creación de valor, a través de la articulación y el uso de las tecnologías de información y comunicación. En esta línea siempre está buscando desafíos en el tema de infraestructura (redes, telefonía, etc) y en el desarrollo de proyectos de software que aporten soluciones a las demandas de los usuarios a veces sin ser solicitadas por ellos.

Frente a este desafío DSTI está poniendo a disposición de la comunidad universitaria el proyecto de UDATOS, posicionando así el tema del manejo óptimo de la información como un concepto que se ha comenzado a manejar en las diferentes unidades de la Universidad.

## **2.3 Proyecto UDATOS**

A fines del año 2016 y durante los años siguientes la Subdirección de Soporte e Infraestructura Tecnológica perteneciente a DSTI se impone el desafío de construir una base de datos centralizados, basados en la administración de las bases de datos transaccionales de los servicios centrales. El área de Administración de la información detecta algunas necesidades de unificar datos que se encuentran en diferentes fuentes de información o en las mismas bases de datos, pero replicada en diferentes objetos y que a pesar de pertenecer a una misma persona tiene diferencias. Se comienza entonces un levantamiento piloto de la información con la Vicerectoría de Investigación y Desarrollo (VID) para construir un repositorio centralizado de los datos de los académicos y sus publicaciones y proyectos. Por parte de la VID, participaron los analistas de datos de la unidad de desarrollo y el Jefe de Unidad, señor Leonardo Reyes.

Los objetivos del piloto fueron los siguientes:

- Realizar un levantamiento de los procesos manuales que realiza VID para la indexación de las publicaciones y sus indicadores
- Realizar un levantamiento del proceso de cálculo de vigencias para los proyectos asignados a los académicos obtenidos por fondos concursables y otros.
- Analizar las fuentes de información de donde se obtenía los datos
- Definir el modelo de datos necesario para almacenar la información
- Construir los procesos de Extracción, Transformación y carga de datos al repositorio centralizado (ETL)

- Construir cubos de información dimensionales que permitan el acceso a los datos
- Construir reportes iniciales para presentar indicadores a nivel global y que permita ir al detalle de la información que los compone

VID no contaba con la documentación de los procesos que realizaba para poder obtener los indicadores o datos de los proyectos, por lo que se comenzó a construir el proceso inicial manual para entender paso a paso la labor desarrollada por los analistas. Estos pasos fueron documentados y validados por ellos, detectando por ejemplo que para llegar a resultados finales los analistas podían utilizar de 2 semanas a 3 meses de su tiempo.

Una vez que se logra entender el proceso manual, la fuente de datos y el levantamiento de las reglas para la confección de indicadores o cálculos de métricas se comienza con la confección de los modelos de datos relaciones y el proceso que extrae la información desde diferentes fuentes, valida su calidad (datos reales, consistentes y limpios), transforma la información necesaria y extrae fotos de la información de acuerdo a lo requerido por VID, se confeccionan los cubos de información que permiten a la Unidad consultar los datos desde Reporting Services para construir sus indicadores aplicando en dicho momento reglas de negocio definidas y documentadas.

Uno de los procesos más complejos fue la determinación de las vigencias de un proyecto ya que cuenta con al menos 20 reglas de definición para el inicio y finalización de un proyecto.

Al término del desarrollo del proyecto piloto, se entrega un producto a VID que les permite mediante una sola consulta poder extraer la información que antes le tomaba de semanas a meses de recopilar. Además, se desarrolla un proceso de capacitación de acceso a los cubos de información y de herramientas de reportería permitiendo así que los mismos analistas de datos puedan jugar con su información e ideen nuevos estudios de sus datos. También se les abre un mundo nuevo de cruce de información ya que pueden consultar información cruzada de los académicos, pudiendo extraer no solo sus publicaciones o proyectos por separado si no que enlazarlos y además obtener información de los programas de postdoctorado que están trabajando.

La parte de gestión además tiene un rol primordial al comenzar a discutir acerca de la calidad de los datos, la seguridad, la transversalidad de la información con otras unidades y la definición de que datos son públicos o sensibles.

Al finalizar el piloto se presenta en asamblea abierta el proyecto a otras unidades y a autoridades de otras vice rectorías buscando obtener interés y compromiso por parte de ellas para iniciar por fases el trabajo con sus unidades respectivas.

Es así que se logra comenzar con las conversaciones de inicio del proyecto con las unidades de Pregrado, Postgrado, Título y Grado, Acreditación de Carreras y Programas, Acreditación Institucional, Dirección de Becas y Beneficios, Dirección de Finanzas y Administración Patrimonial, etc.

### **3 Desarrollo de la plataforma**

#### **3.1 Definiciones iniciales**

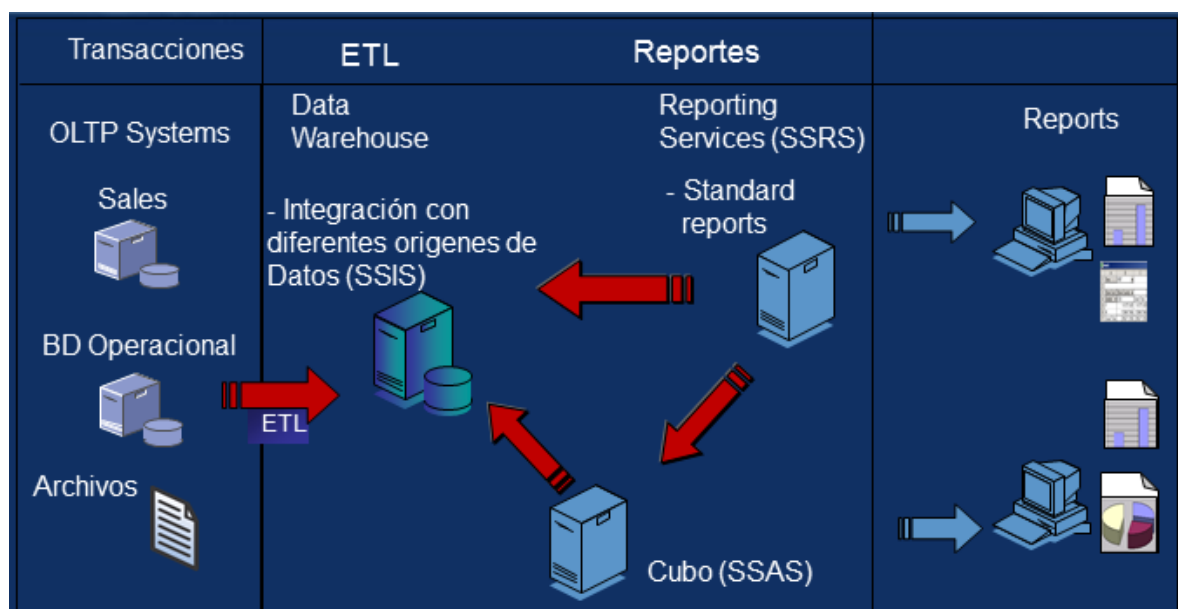
Desde el inicio del piloto se pudo establecer que el desafío del proyecto general sería el poder obtener datos consistentes y validados por sus usuarios, además de lograr el compromiso de cada unidad en cuanto a tiempo destinado para enseñar sus procesos y

las reglas para los cálculos de sus indicadores básicos y los pasos aplicados en la limpieza de la información para obtener un universo de datos consistente. Asimismo, se detecta que la necesidad de mantener historia de décadas de información implica contar con recursos tecnológicos que pudiesen sostener la plataforma que se diseñaría.

Entre varias plataformas analizadas, se opta por utilizar como base de datos SQL Server MS y fueron las principales y las que nos sirvieron como modelo para desarrollar nuestra solución.

Luego del proceso de análisis, se hizo la definición de la arquitectura a utilizar. Esta se basa en dos componentes principales, un servidor de base de datos relacionales y un servidor de IIS que contiene los cubos de información y la herramienta de reportería, gracias a la herramienta MS 360 se puede optar además por la utilización de Power BI que permite el desarrollo de dashboard de información gráfica interactiva y de bastante atracción visual para los usuarios.

**Fig. 1.** Arquitectura de UDATOS, incluyendo interacción con el usuario.



### 3.2 Componentes

#### 3.2.1 Selección de base de datos y herramientas BI

El proceso de selección se realizó considerando las licencias existentes de software de base de datos que posee la universidad y el conocimiento de los desarrolladores en dichas plataformas y en el desarrollo de los procesos ETL, se consideraron las siguientes plataformas:

- Oracle, motor de base de datos principal de la información centralizada en línea de la institución
- SQL Server, motor de datos utilizado para procesos previos de transformación de información, utilizada por lo general para integrar datos

entre fuentes externas y las bases transaccionales, se utiliza como un puente para procesar los datos previa inserción a las bases transaccionales

- Mysql

Una vez definidos los candidatos se hizo una evaluación basada en criterios definidos por el equipo de trabajo.

**Tabla 1.** Tabla resumen de la comparativa de plataformas.

	Costo	Capa de datos	Herramientas incluidas	Conocimiento experto
Oracle	Para utilizar herramientas BI es necesario adquirir nuevas licencias de alto costo	Base de datos robusta que permite el diseño de bases relacionaes	Si no se compran las herramientas no es factible utilizarlas	Pocas personas del equipo se manejan de manera experta con estas tecnologías
SQLServer	No requiere de licencias adicionales para el uso de sus herramientas de BI	Base de datos robusta que permite contener modelos relacionales y sostener además	Servicios de Integración (SSIS) Reporting Services (RS) Analysis Services PowerBI	El 90% del equipo ha desarrollado en este tipo de plataforma y posee conocimiento experto
Mysql	No requiere licencias pero no posee herramientas BI	No se han realizado pruebas de acceso a grandes fuentes de datos	No posee herramientas BI	Sin evaluar

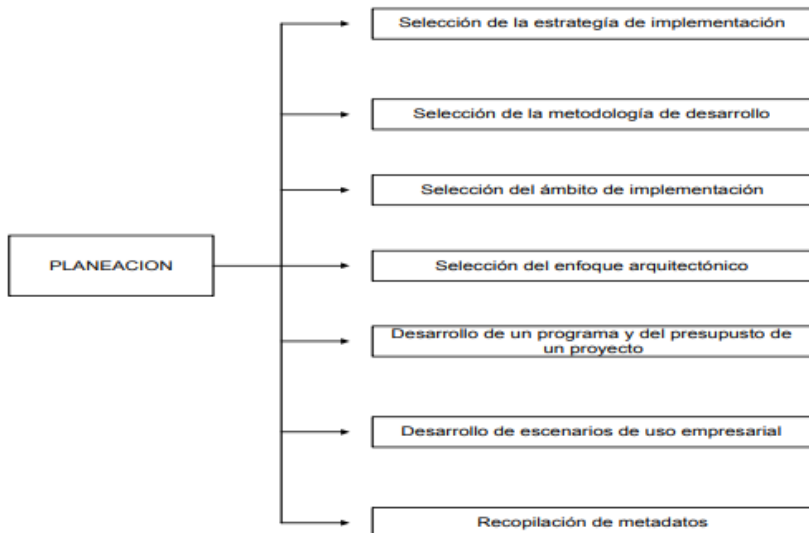
Finalmente, se toma la decisión de utilizar como base de datos y herramienta de desarrollo la suite proporcionada por Microsoft ya que contiene todas las capacidades necesarias para el desarrollo del proyecto sin incurrir en gastos ni en capacitaciones extras para el equipo.

### 3.2.2 Estrategia y diseño de la solución

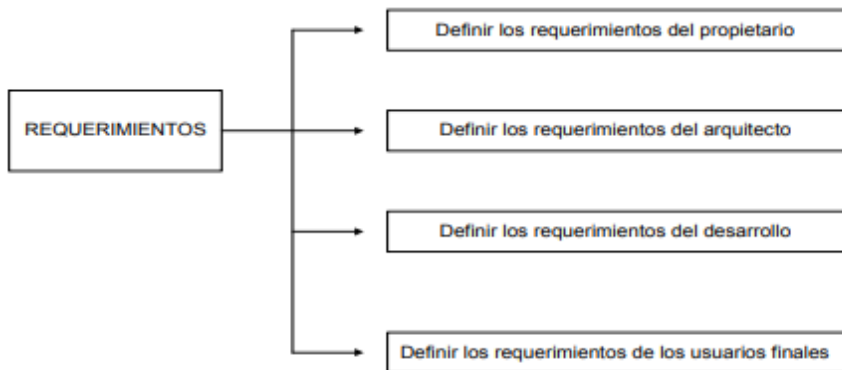
La Estrategia de trabajo apunta a tomar cada unidad completamente de una vez, esto nos ha permitido obtener un mejor levantamiento del negocio de cada unidad y realizar entregas parciales, es muy diferente indicar que trabajaremos en un proyecto que durará 2 años a decir que iniciaremos una labor y que se realizarán entregas parciales priorizando con los usuarios los datos que les son más necesarios. Este tipo de trabajo desde dentro de la unidad hacia fuera de la unidad ha permitido además estrechar lazos con los colaboradores de la institución logrando que confíen en el trabajo que se realiza permitiendo que estén más dispuestos a destinar horas de su tiempo a trabajar colaborativamente con el equipo de la STI

Los pasos de construcción del DW son los siguientes:

- Planeamiento, definir la estrategia de implementación, la decisión tien que ver con la cultura de la organización y en cómo se llevan a cabo las tareas dentro de la misma.



- Requerimientos, es una especificación precisa de las funciones que se obtendrán del DW, enfocándose en estas 4 definiciones básicas:



- Análisis, significa convertir los requerimientos en un conjunto de especificaciones, considerando tres tipos principales
  - Requerimientos de tipo institucional, cuales son las fronteras de la información que contendrá el DW. De este modo se determina también el nivel de audiencia de la información

- Especificación de requerimientos de fuentes de datos, que delimitan la información disponible en las fuentes existentes.
- Especificación de requerimientos de usuarios finales y acceso, definen como se utilizará la información, junto con esto se encuentra el tipo de herramientas y técnicas de exhibición que se usarán.
- Diseño, encontramos dos actividades principales:
  - Diseño de la arquitectura, corresponde al modelo de datos donde serán almacenados los mismos
  - Diseño de arquitectura de aplicaciones, la correspondencia de los modelos físicos de las fuentes con los del DW.
- Construcción, la fase de implementación física de los diseños desarrollados, construcción de los programas que extraerán, limpiarán, transformarán información desde las fuentes hacia el repositorio centralizado
- Despliegue, como los usuarios verán la información ya que ellos o son técnicos. Incluye además una fase de capacitación en las herramientas propuestas para el acceso a los cubos de información.

### **3.4 Aseguramiento de la calidad de datos en UDATOS**

A medida de la construcción de los procesos ETL, nos dimos cuenta que la información que se extraía de diferentes fuentes podía estar duplicada o existir diferentes valores para un mismo tipo de atributo. Para poder asegurar la calidad del dato que se carga hacia UDATOS, se decidió basarnos en la siguiente definición:

Calidad del dato es la cualidad de un conjunto de información recogida en una base de datos, un sistema de información o un datawarehouse que reúne entre sus atributos la exactitud, completitud, integridad, actualización, coherencia, relevancia, accesibilidad y confiabilidad necesarias para resultar útiles al procesamiento, análisis y cualquier otro fin que un usuario quiera darles.

Enfocándonos en esta definición, se inició un proceso de revisión de información relevante apuntando a no levantar todos los datos existentes en las bases fuentes si no que los datos importantes para las unidades con las que se inicia el piloto, construyendo un catálogo inicial de datos y su perfil de utilización. De esta manera se puede determinar la confiabilidad del dato que se extrae y se lleva hacia el repositorio central. Este proceso ha permitido levantar el tema de la Gobernanza y Calidad del Dato desde un punto de vista más transversal y comenzar a perfilar una iniciativa de administración del dato con todo su flujo de vida en la organización. Esta iniciativa se iniciará en poco tiempo más y busca crear una cultura del dato a nivel de toda la Universidad.

Para poder determinar la calidad del dato nos realizamos las siguientes preguntas:

- ¿Quién?: ubicar quién creó el dato, quién lo usa, quién es su dueño, que tan regularmente es auditado el dato.
- ¿Cuál?: Cuales reglas de negocio definidas existen para el dato, cual es el nivel de seguridad del dato, posee alguna abreviación o acrónimo, cuáles son sus nombres dentro de la base de datos a nivel de campos.
- ¿Dónde?: Donde está almacenado el dato, desde donde vino este dato, donde es usado y compartido, donde se respalda, ¿Existen políticas de privacidad o seguridad que regulen este dato?
- ¿Por qué?: Por qué almacenamos este dato, cuál es su uso y propósito, quienes fueron los impulsores en el negocio que indicaron que se necesitaba este dato.

- ¿Cuándo?: Cuando fue creado, cuando fue actualizado por última vez, cuanto tiempo podría estar almacenado, cuando es necesario eliminarlo o limpiarlo.
- ¿Cómo?: Como está formateado el dato (carácter, numérico, fecha, etc), Cómo está almacenado y en cuantas bases de datos fuente diferentes.

Respondiendo estas preguntas se pudo iniciar la construcción de un modelo transversal de información que recogiera los datos desde las fuentes más idóneas, tratando de asegurar la calidad de él. Por ejemplo, para una misma persona nos encontramos con diferentes direcciones, para determinar de dónde tomar la dirección correcta, se revisa si la persona es funcionario o académico, si lo es se accede a la tabla de dotación propietaria de los datos del sistema de personal, si es alumno se accede a la información de la tabla individuos, propietaria de los datos en el sistema de guía curricular. Se valida además cual es el dato requerido por la unidad, la base fuente y quien ingresa la información.

### **3.5 Usabilidad de la UDATOS**

UDATOS presenta una variedad de usos, siendo la principal el uso de datos para indicadores por parte de las unidades de la institución, pero se puede utilizar también por otras entidades de la institución, y para otros tipos de estudios y de manera transversal, la usabilidad y acceso de datos está protegido por normas de seguridad que se han ido definiendo en conjunto con las unidades dueñas de la información, definiendo diferentes tipos de datos:

- Datos públicos, son aquellos datos que pueden ser mostrados a la comunidad universitaria y a entidades externas sin sobrepasar el derecho de la privacidad de la información.
- Datos transversales, son aquellos datos que se pueden compartir entre las diferentes unidades de la universidad sin inconveniente
- Datos sensibles, son los datos que presentan una seguridad más precisa y que solo son vistos por la unidad que los maneja, por ej, información socioeconómica de un alumno.

#### **3.5.1 Como cubos de información**

Se puede acceder al repositorio centralizado por medio de los cubos de información que se han diseñado para contener los datos relacionados y hacer más fácil el acceso para los analistas de datos de diferentes unidades. Esto ha permitido que puedan relacionarse datos de las diferentes unidades con alguna dimensión o atributo similar, es decir, exponiendo un caso de uso puntual, por ejemplo, es factible mezclar los cubos de proyectos con los de postgrado para generar información de los académicos que poseen post doctorados y proyectos, así como también es factible mezclarlos con los grados y títulos y otros datos más.

Esto ha sido factible debido a que se diseñó un modelo de entidad persona que permite relacionar todos los atributos de un individuo que antes estaban separados, por lo que además se puede obtener la historia de una persona que haya cambiado incluso de rol dentro de la universidad o que pertenezca a más de un rol.

Los cubos de información pueden ser accedidos desde cualquier herramienta de análisis de datos, incluso de herramientas básicas como Excel o cualquier software que tenga conectores Microsoft definidos.

#### **3.5.2 Base de Datos**

El acceso a los datos del repositorio puede ser conectándose directamente a la base de datos SQLServer que contiene la información, este acceso es bastante restringido y se está trabajando por el momento en solo dar acceso a académicos que están desarrollo



trabajos de minería de datos y análisis predictivo con un universo de información definido como el tipo de entidad rol alumno, este proceso recién se está iniciando

### **3.5.3 Reportería-Gráfica**

Existe uso de UDATOS desde herramientas de reportería por medio del diseño de reportes accediendo a los cubos o de reportes ya diseñados y a los que se les entrega a personas determinadas o a quienes se les ha aprobado el acceso.

Además de esto, está siendo usado por medio de herramientas de creación de Dashboard como Power BI

## **4 Logros y lecciones aprendidas durante el proyecto piloto**

Los principales logros y lecciones aprendidas durante el desarrollo del proyecto son relacionados al enfoque y a la gestión.

En cuanto al enfoque se puede determinar que el trabajo por unidad ha provocado que el proyecto avance, quizás no tan rápido para el resto de las unidades, pero si de manera responsable, logrando el compromiso de las unidades con las que se inician labores ya que ven que existe un interés directo con sus necesidades y requerimientos. Esto además ha provocado que el resto de las unidades quieran comenzar pronto y empiecen a interesarse por el proyecto al ver el resultado de sus pares.

Para un proyecto tan grande de DW, que comprende toda la información de académicos, alumnos, funcionarios, etc, es importante conocer como cada unidad ve los datos de diferentes modos y los trabaja además con diferentes reglas, este levantamiento de procesamiento de la información ha sido enriquecedor para tener un conocimiento más del negocio de la institución, además de ir generando la documentación respectiva, la mayoría de los procesos que se están levantando son procesos que se hacen de manera manual y nunca habían sido documentados.

Como logros se puede mencionar el compromiso que se ha despertado con los usuarios del producto y con los proveedores de la información, el trabajo de gestión y desarrollo del DW ha caído todo sobre un solo equipo, lo que ha permitido que la relación entre los desarrolladores y las unidades sea muy cercana y por esto mismo el lograr esa cercanía y confianza han repercutido en que se provoque una suerte de publicidad de boca en boca que ha hecho que otras personas dentro de la Universidad se sientan curiosas de este proyecto y quieran trabajar en él.

Un logro importante fue el iniciar las conversaciones relacionadas a la Gobernanza de Datos y cuán importante es poseer datos de calidad, seguros y disponibles para todos.

## **5 Proyecciones para la plataforma**

### **5.1 Planes generales**

El plan general del proyecto es continuar con el desarrollo del resto de unidades faltantes para ir enriqueciendo además de esta manera el gran modelo de personas con todos sus atributos deseables. En estos momentos se está trabajando con los datos financieros de la universidad y se espera iniciar pronto con la información de beneficios estudiantiles apoyando a la Dirección de Beneficios, quienes poseen una cantidad de información no menor y muchos procesos de envío de datos a instituciones externas a la Universidad, y así continuar con el resto de unidades interesadas en el proyecto.

En paralelo se continuará trabajando con el tema de la Gobernanza de la Información para poder llegar a acuerdos relacionados con los datos y su usabilidad.

Una vez ya se cuente con información suficiente, se espera que el proceso para Minería de Datos y Análisis predictivo sea el paso siguiente.

## **6 Conclusiones**

Durante el proyecto piloto y la continuación en producción se ha logrado validar la necesidad de la existencia de un DW institucional, la cantidad de valiosa información es utilizada por la mayoría de las personas dentro de la Universidad. Esto ha permitido que continúe su desarrollo.

Podemos concluir además que el mantener un desarrollo de este tipo con cercanía tanto a los que conocen las fuentes de información como a los usuarios finales logra obtener compromiso y responsabilidad por parte de ellos pudiendo avanzar de manera más segura a lo largo de lo planificado.

El dato, sigue siendo uno de los activos más importantes dentro de una institución

## **Agradecimientos**

Los autores de este artículo agradecen a todas aquellas personas que han participado en el proyecto, en especial a la DSTI, por el apoyo otorgado por su Director José Miguel Piquer, su asesor David Alvo, y a la unidad que sirvió de piloto, especialmente a Leonardo Reyes y a su equipo por la participación y tiempo dedicado a explicarnos cada uno de sus procesos.

## **Referencias**

1. DW: [www.sas.com](http://www.sas.com)
2. DSTI: [www.universidad](http://www.universidad)
3. Gobernanza de datos: [powerdata](http://powerdata)

## **Sistema Integrado para la Gestión de las Tecnologías de la Información en la Universidad Estatal Amazónica**

Gustavo Fernández Sánchez<sup>49</sup>, Verónica Villarreal Morales<sup>2</sup>

Unidad de Tecnologías de la Información y Comunicación,  
Universidad Estatal Amazónica, Paso Lateral Km. 2 ½  
Campus Universitario, Puyo, Ecuador  
gfernandez@uea.edu.ec, vvillarreal@uea.edu.ec

**Resumen.** El presente proyecto tiene como objetivo principal la implementación de un Sistema Integrado para la gestión de las Tecnologías de la Información en la Universidad Estatal Amazónica. Para lo cual se utiliza el marco de trabajo SCRUM basado en metodologías ágiles; lenguaje PHP con apoyo de Yii2 Framework; pluggins y herramientas TI embebidas o enlazadas, con la finalidad de permitir la integración correcta entre personal, procesos y tecnología en una misma plataforma, propiciando el acceso oportuno a información relacionada a: procesos; control y evaluación de talento humano; portafolio de proyectos; herramientas de monitoreo; inventario de bienes y servicios; entre otros relacionados a TI. La información centralizada permite la optimizando de las tareas propias de un buen Gobierno y Gestión de TI como es evaluar, dirigir, monitorizar, asegurando el establecimiento de medidas correctivas en el caso de ser necesario, garantizando la mejora continua en los próximos ciclos de vida del Gobierno y la Gestión de TI.

**Palabras Clave:** Sistema Integrado, Tecnologías de la Información, SITIC, gestión TI, Universidad Estatal Amazónica, UEA.

**Eje temático:** Mejora de procesos.

**Abstract.**

The main objective of this project is the implementation of an Integrated System for the Management of Information Technologies at Universidad Estatal Amazónica, with the use of the SCRUM framework based on agile methodologies; PHP language with support from Yii2 Framework; plug-ins, embedded or linked IT tools, in order to allow the correct integration between personnel, processes and technology in a single platform, providing timely access to information related to: processes, control and evaluation of human talent, project portfolio, monitoring tools, inventory of assets and services, among others related to IT. The centralized information allows the optimization of the tasks of a good Government and IT Management

such as evaluate, direct, monitor, ensuring the establishment of corrective measures if necessary, guaranteeing continuous improvement in the next life cycles of the Government and IT Management.

**Keywords:** Integrated System, IT, Information Technologies, SITIC, IT management, Universidad Estatal Amazónica, UEA.

**Theme:** Process improvement.

## 1 Introducción

La importancia de la información dentro de las instituciones, ha conducido a la aceptación del papel importante que las tecnologías de la información juegan en las empresas, pasando de ser simples herramientas de tratamiento de datos para convertirse en la columna vertebral de cualquier organización, tanto a nivel interno como en lo referente a las relaciones con el exterior: clientes, proveedores, administración o la sociedad en general.

La aceptación de cambio por parte de las autoridades de la Universidad Estatal Amazónica (UEA) ha permitido la implementación de un modelo de Gestión y Gobierno de Tecnologías de la Información (TI) basado en COBIT 5 e ISO 38500, que permitió la ejecución de 14 procesos catalizadores en la UEA, lo que resulto en una alta generación de datos e información documentada pero restringida, debido a que la misma es limitada a la custodia por parte del personal responsable de la elaboración de la documentación, y no volviéndola propiedad de la institución a través del almacenamiento en infraestructura física o digital de la UEA.

La implementación del Sistema Integrado para la gestión de las Tecnologías de la Información (SITIC) para la Universidad Estatal Amazónica, permitirá la alta disponibilidad de información acerca de servicios, proyectos, bienes, procesos entre otros relacionados a las TI, integrando la administración, dirección y evaluación de las tecnologías en una misma plataforma a la que es posible acceder según los roles de los usuarios involucrados dentro del Gobierno y Gestión de TI en la Universidad Estatal Amazónica. El Sistema de Información se encuentra desarrollado mediante la metodología de trabajo SCRUM y desarrollado en lenguaje PHP con apoyo de la plataforma de desarrollo Yii2 Framework; pluggins; sistemas embebidos o enlazados, que integran en total consonancia las tecnologías de la información con la finalidad de brindar apoyo al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la Universidad Estatal Amazónica.

## 2 Planteamiento del problema

La Universidad Estatal Amazónica, ha experimentado un alto crecimiento en infraestructura física, planta docente, administrativa y estudiantado en los últimos 5 años; dicho crecimiento ha demandado el incremento de información administrativa y académica; de recursos informáticos; la creación de políticas de TI y la aplicación de un modelo de Gestión y Gobierno de Tecnologías de la Información basada en la norma ISO 38500 y COBIT 5, que ha facilitado la aplicación de buenas prácticas en la administración de TI a través de la ejecución de 14 procesos catalizadores .

La implementación del modelo de Gestión y Gobierno de Tecnologías en la UEA, ha generado un alto número de documentación e información que permite evidenciar

los procesos aplicados y resultados obtenidos. Dicha documentación se encuentra almacenada de forma individual por parte de los responsables de su elaboración, careciendo de integración, almacenamiento centralizado o automatización, lo que provoca un acceso restringido a la información, limitando optimizar las tareas de: evaluar, dirigir, monitorizar, propias de un buen Gobierno y Gestión de TI. Esta problemática se ve profundizada ante la ausencia del personal custodio de la documentación, no favoreciendo la independencia de la misma y el acceso oportuno para la toma de decisiones.

El implementar buenas prácticas de TI ha permitido ejecutar procesos que mejoren la administración de las tecnologías de la Información, sin embargo el acceso no público a dichos proceso ha dificultado el seguimiento y control oportuno de los procesos ejecutados por el área de TI; asignación formal de responsables técnicos; la disponibilidad de un historial de proyectos; catálogo de servicios TI; inventario de recursos tecnológicos; políticas de regulación interna y externa de las tecnologías de la Información al alcance de las autoridades o del mismo personal de tecnológicas de la UEA, ralentizando la entrega de información al momento de ser requerida.

La implementación de herramientas de monitoreo de infraestructura tecnológica por parte del personal de TI, ha permitido identificar la limitación de acceso a las mismas, por parte de los involucrados en el Gobierno y Gestión de TI, dependiendo exclusivamente del personal de TI para el ingreso a la información, datos y reportes, esta problemática ahonda la brecha para establecer que la información generada sea oportuna y de acceso inmediato al momento de ser requerida.

### **3 Implementación de Sistema Integrado para la gestión de las Tecnologías de la Información (SITIC).**

La problemática mencionada en el apartado anterior, evidencia la necesidad del desarrollo de un Sistema Integrado para la gestión de Tecnologías de la Información (SITIC), que permita la integración correcta entre personal, procesos y tecnología. Dicho sistema es desarrollado en lenguaje PHP con apoyo de la plataforma de desarrollo Yii2 Framework e implementado a través de la metodología de trabajo SCRUM, la cual se caracteriza por entregas parciales y regulares del producto final. “Scrum está especialmente indicado para proyectos donde se necesite obtener resultados pronto o donde los requisitos son cambiantes y la competitividad, la flexibilidad y la productividad son cruciales. Esto permite no alargar demasiado las entregas y reaccionar antes de que los costes se disparen.” (Martel, 2010)

Scrum prevé tres etapas predominantes en el desarrollo de proyectos de software como es la etapa de planificación, desarrollo y finalización, caracterizada por *sprints* que propicia las entregas parciales del producto final según requerimiento planteados:

#### **3.1. Etapa de planificación:**

La aplicación de un modelo de Gestión y Gobierno de Tecnologías de la Información en la Universidad Estatal Amazónica, permitió identificar 14 procesos que propicia la implementación de buenas prácticas en la administración de tecnologías, los procesos son los detallados en la tabla N° 1 y 2:

**Tabla 10.- Procesos de Gobierno de TI después de aplicada la técnica de cascada de metas.**

<b>EVALUAR, ORIENTAR Y SUPERVISAR</b>	
EDM01	Asegurar el establecimiento y mantenimiento de Marco de Gobierno
EDM02	Asegurar la entrega de beneficios
EDM03	Asegurar la Optimización del Riesgo

**Tabla 11.- Procesos de Gestión de TI después de aplicada la técnica de cascada de metas.**

<b>ALINEAR, PLANIFICAR Y ORGANIZAR</b>	
AP001	Gestionar el Marco de Gestión de TI
AP002	Gestionar la estrategia
AP003	Gestionar la arquitectura empresarial
AP007	Gestionar los recursos humanos
AP008	Gestionar las relaciones
AP009	Gestionar los acuerdos de servicios
<b>CONSTRUCCIÓN, ADQUISICIÓN E IMPLEMENTACIÓN</b>	
BAI02	Gestionar la definición de requisitos
BAI06	Gestionar los Cambios
<b>ENTREGAR, DAR SERVICIO Y SOPORTE</b>	
DSS04	Gestionar la Continuidad
DSS05	Gestionar los Servicios de Seguridad
<b>SUPERVISIÓN, EVALUACIÓN Y VERIFICACIÓN</b>	
MEA01	Supervisar, Evaluar y Valorar Rendimiento y Conformidad

Después de implementadas las actividades, objetivos y métricas que demanda los 14 procesos catalizadores, se realiza el análisis, basado en las técnicas de investigación como es la observación y la entrevista a los involucrados. Se inicia con el uso de la metodología de desarrollo de proyectos SCRUM, con una iteración para el análisis en la etapa de planificación y se resuelve la necesidad de los siguientes requerimientos dentro de un proceso sistematizado, que permita integrar la información de la Gestión y Gobierno de TI, que resulte en reportes detallados que facilite a los miembros del comité de estrategia de TI, la evaluación, monitoreo y dirección de las tecnologías, propiciando la toma de decisiones en cuanto a metas y estrategias de TI a ser implementadas.

### 3.1.1. Listado de requerimientos – Product Backlogs:

A continuación, se detalla los requerimientos identificados para la implementación del Sistema Integrado para la gestión de Tecnologías de la Información:

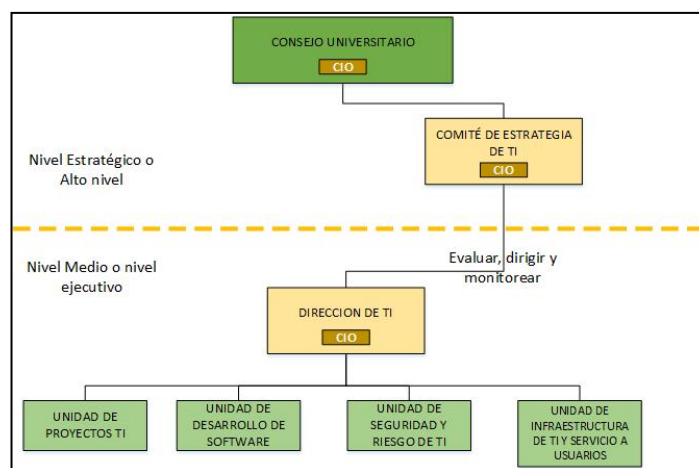
**Tabla 12.- Lista de módulos requeridos**

<b>LISTA DE MODULOS REQUERIDOS</b>	
Gestión de usuarios e identidad	Se realiza el ingreso de la información de usuarios

	y asignación de roles, es posible la modificación de la información específica por parte del usuario y/o administrador.
Gestión de proceso	Se realiza el ingreso de la información de procesos, se relaciona con usuarios; y documentación, es posible la modificación de la información.
Gestión de Inventario de TI	Se realiza el ingreso de la información de inventario, se relaciona con asignación de usuarios; compras; bienes y documentación, además de la integración con el sistema GLPI para la detección de cambio de equipos a través de la red de datos.
Gestión de proyectos TI	Se realiza el ingreso de la información de proyectos, se relaciona con usuarios; compras; proyectos; procesos y documentación, es posible la modificación de la información.
Gestión de servicios TI	Se realiza el ingreso de la información de procesos, se relaciona con usuarios; proyectos, procesos y documentación, es posible la modificación de la información.
Gestión de Talento Humano de TI	Se realiza el ingreso de la información de talento humano de TI, se relaciona con usuarios; y documentación, es posible la modificación de la información.
Gestión de herramientas TI embebidas o enlazadas	Se agrega sistemas de monitoreo de manera embebida o enlaces de acceso dentro del Sistema Integrado de TI, acceso únicamente a personal de TI y comité de estrategia de TI.
Gestión de reportes	Se realiza la visualización de reportes generales de acuerdo a requerimientos.
Gestión de evaluación de TI	Se realiza el ingreso de valores porcentuales que permiten evaluar las métricas de los procesos, en la gestión de procesos se realiza la modificación de la información.

### 3.1.2. Actores y Roles

Para la identificación de roles dentro del sistema se toma en cuenta la estructura propuesta en el modelo de Gestión y Gobierno de Tecnologías de la Información, el mismo que separa la Gestión y el Gobierno, identificando roles y responsabilidades concretas de los involucrados en las tecnologías de la Información, como se muestra en la figura 1:



### Figura 1. Orgánico funcional del Gobierno y Gestión de Tecnologías de la Información en la Universidad Estatal Amazónica

Con este antecedente, se identifica dentro de la primera iteración los siguientes actores y roles dentro del SITIC, para el acceso a diferentes módulos a desarrollarse, como se muestra en la figura 2 y se detalla de manera subsiguiente.



### Figura 2. Definición de actores para el Sistema Integrado para la gestión de Tecnologías de la Información - SITIC.

**Administrador:** Persona encargada de configurar, mantener, monitorizar, documentar y asegurar el correcto funcionamiento del Sistema Integrado para la gestión de las Tecnologías de la Información - SITIC, posee acceso a todos los módulos del sistema.

**Comité de estrategia de TI:** Es el responsable de evaluar la Gestión de TI, de manera semestral o anual, en base a las métricas establecida al inicio de cada proceso y según indicaciones de COBIT 5.

**Director de TI:** Responsable de la gestión de TI; asignación de responsabilidades al personal de TI cerca de proceso, proyectos, servicios entre otros.

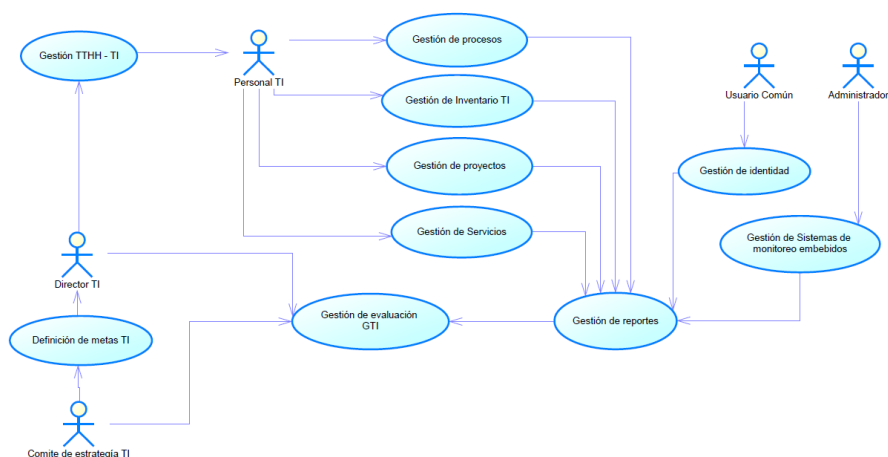
**Personal de TI:** Es el responsable del ingreso de información confiable referente a los procesos de Gestión de TI como son proyectos, procesos, servicios, entre otros inherentes a la administración de TI.

**Usuario común:** Responsable del ingreso de información confiable acerca de su identidad, información de usuario y administración de contraseña de identidad federada al ser parte de la comunidad universitaria de la UEA.

#### 3.1.3. Caso de uso General

Otra actividad que es parte de la etapa de planificación y que se realizó durante el primer sprint fue la integración de los módulos de gestión del SITIC en un caso de uso principal, en el que se detalle la participación de los 5 actores definidos anteriormente y su participación en los módulos de gestión definidos en la lista de requerimientos de la tabla N° 3 del presente documento.





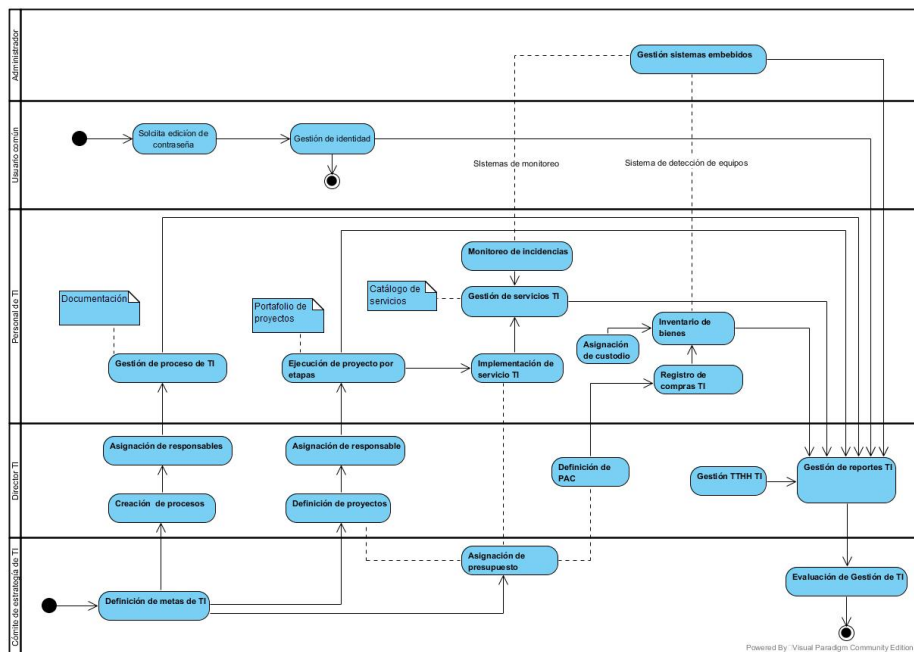
**Figura 3. Caso de uso principal, en el que se evidencia la integración del listado de requerimientos.**

### 3.2. Fase de desarrollo:

#### 3.2.1. Diseño

Después del análisis del requerimiento se define el modelo conceptual y físico, que permita la integración de todos los módulos detallados anteriormente. Una vez que se estableció el modelo lógico y se realizó el análisis de los datos en el primer componente se procedió a establecer las correspondencias entre las fuentes de datos y el modelo conceptual, tal como se puede observar en la figura 4 y 5.





**Figura 6. Diagrama de Actividades**

Las siguientes iteraciones se basan en entregables de los módulos expuestos anteriormente en la tabla N° 2, en la cual se define equipos de trabajo para la aplicación y pruebas que permitan la entrega parcial en cada iteración del presente proyecto. Evidenciando el cumplimiento satisfactorio de los requerimientos planteados en cada módulo, que permita obtener el producto software final.

### 3.2.2. Módulo Gestión de usuarios:

En este módulo de gestión de usuarios e identidad se administra las cuentas federadas de la Universidad Estatal Amazónica, almacenadas en Active Directory, que es administrado por el personal de TI. La administración de identidad lo realiza cada usuario, generando un TOKEN de identificación que es enviado a través de una notificación electrónica al correo personal de los usuarios, propiciando la independencia y automatización de procesos de identidad.

### 3.2.3. Módulo Gestión de proyectos TI

La implementación de un Modelo de Gestión y Gobierno de TI, permitió la aplicación de las buenas prácticas TI desarrolladas a través de proyectos, los mismos que se encuentran ligados a responsables técnicos y delimitados por etapas como son: Iniciación, Planificación, Ejecución, Seguimiento - Control y Cierre. Dichas etapas permiten el seguimiento y evaluación de los proyectos TI, optimizando la identificación de los avances de los mismos, como lo muestra la figura:

The screenshot shows the 'SI-TIC | UEA' project management system. The top navigation bar includes 'Inicio', 'Inventario TI', 'Gestión TI', 'Documentación TI', 'Reportes TI', and 'Administración'. The user 'villarres' is logged in. The breadcrumb trail is 'Inicio > Proyectos TI > UTIC-PROY-2016-004'.

**Project Details:**

- CODIGO PROYECTO:** UTIC-PROY-2016-004
- NOMBRE PROYECTO:** Implementación de la Plataforma Office 365 en la UEA
- DESCRIPCION PROYECTO:** Implementación de la Plataforma Office 365, a través de licencia académica que permita el uso de los diferentes servicios (OneDrive, Outlook, Classroom, entre otros) para uso de la comunidad universitaria.
- MONTO COSTO:** 0
- FECHA CREACION:** 2016-09-09
- FECHA CIERRE:** (no definido)
- ESTADO PROYECTO:** ACTIVO

**Navigation and Actions:**

- Buttons: + Usuario, + Etapa, + Proyecto, + Servicio, + Compra, + Documento, Editar Proyecto TI
- Menu: USUARIOS, ETAPAS, PROYECTOS, SERVICIOS, COMPRAS, DOCUMENTOS

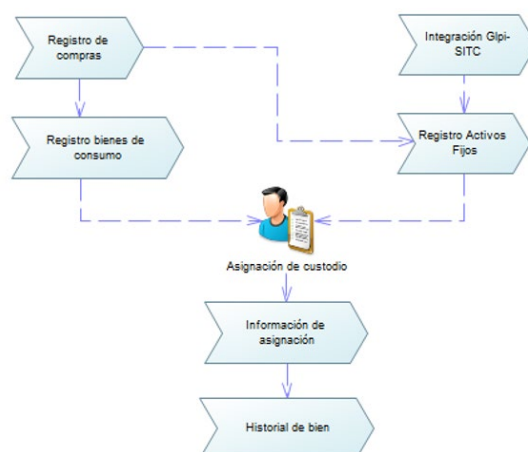
**Progress Table (Mostrando 1-5 de 5 elementos):**

#	ETAPA	DETALLE ETAPA	PORCENTAJE	PORCENTAJE	Acciones
1	INICIACIÓN	Etapa finalizada. Evidencia Solicitud de aprobación de ejecución.	100.00	100%	Editar
2	PLANIFICACIÓN	Etapa finalizada. Evidencia: Proyecto; Aprobación de Consejo Universitario.	100.00	100%	Editar
3	EJECUCIÓN	Etapa finalizada. Evidencia: Manual de usuario; Manual técnico.	100.00	100%	Editar
4	SEGUIMIENTO	Etapa finalizada. Evidencia: Informe de uso, adopción y disponibilidad de plataforma.	100.00	100%	Editar
5	CIERRE	Al momento se encuentra como responsable el Ing. Gustavo Fernández, sin embargo, no se ha asignado responsable de manera formal.	20.00	20%	Editar

**Figura 7. Captura de pantalla del módulo de gestión de proyectos, en el que se evidencia el progreso de las etapas del proyecto denominado “Implementación de la plataforma Office 365.**

### 3.2.4. Módulo Gestión Inventario de TI:

Continuando con la iteración del módulo de Gestión de Inventario, se integra la herramienta GLPI, que permite el monitoreo de los equipos informáticos conectados a la red mediante la captura de información de activos tecnológicos. La mencionada gestión se relaciona además en base a registros de compra de origen, clasificación de activos fijos y bienes de consumo, añadiendo un registro de asignación de custodios. El flujo del proceso se detalla en la figura 8.



**Figura 8. Flujo de proceso en el módulo de Gestión de inventario de TI**

### **3.2.5. Modulo Gestión de procesos TI:**

En el presente modulo se registra los procesos que son asignados a personal de TI como responsable técnicos, dichos procesos se encuentran vinculados a documentación que es generada como parte de los procesos administrativos para su cumplimiento.

### **3.2.6. Modulo Gestión de servicios TI:**

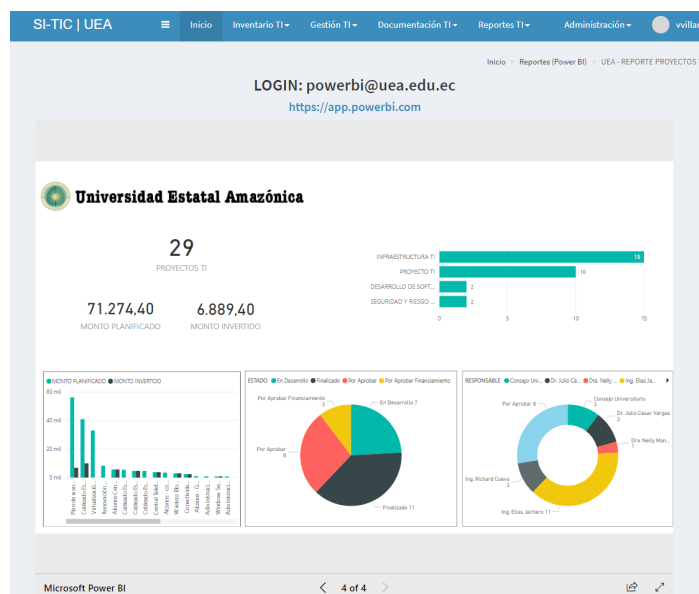
El modulo de gestión de servicios de TI, permite el registro del catalogo de servicios TI implementados por el personal de TI de la Universidad Estatal Amazónica, identificando la criticidad de los servicios, las incidencias o interrupciones de los mismos, evidenciandolos a traves de registros en el sistema o reportes semestrales o anuales con la finalidad de medir la disponibilidad de los servicios.

### **3.2.7. Modulo Gestión de Talento Humano TI:**

El modulo de gestión de Talento Humano de TI, lo realiza el director de TI, a traves de la asiganción de responsables para cada servicios; procesos; proyectos; u otra actividad propia de la Gestión de las Tecnologías de la Información. A la vez el presente modulo le permite al director de TI evaluar el desempeño laboral del personal a su cargo, según parametros establecidos por la institucion. Ademas del registro de capacitación de cada empleado del area de TI.

### **3.2.8. Modulo Gestión de reportes:**

La gestión de reportes permite a la Dirección de TI y Comité de Estrategia de TI, el acceso a los reportes de Gestión de Tecnologías de la Información, esto con el fin de identificar problemáticas y/o avances en el uso de buenas practicas de TI, basado en el modelo implementado. Los reportes se obtiene de la data propia del SITIC, así como de herramientas de monitoreo de infraestructura tecnológica, que se encuentran embebidos y/o enlazados, permitiendo generar reportes optimizados a través de la integración de Power BI de Microsoft tal como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 9. Reporte generado a través de la integración de Power BI en el SITIC, el reporte visualizado hace referencia a la data del Portafolio de Proyectos TI desarrollados en la UEA.**

### 3.2.9. Modulo Gestión de Evaluaciones de TI:

El modulo de gestión de Evaluación de TI, establece un enfoque de supervisión, acerca del cumplimiento y rendimiento de la gestión de TI. Se basa en las métricas establecidas en el Modelos de Gestión y Gobierno de TI, asegurando el establecimiento de medidas correctivas en los casos necesarios que garanticen la mejora continua de los proceso.

### **3.2.10. Modulo Gestión de herramientas TI embebidos o enlazados:**

La integración de herramientas TI se realiza a través de conexiones directas a las bases de datos de herramientas open source, así como la recolección de data a través de los logs o reporte generados por cada uno de ellos, lo que permite embeber la herramientas de monitoreo de la infraestructura de TI con la finalidad de integrar toda la información TI, en un mismo sistema para el acceso a la información por parte de los involucrados dentro del Gobierno y la Gestión de TI.

## **4 Resultados**

La implementación de un Sistema Integrado para la gestión de las Tecnologías de la Información en la Universidad Estatal Amazónica, permitió brindar independencia a la data generada a partir de la ejecución de los 14 procesos catalizadores del Modelo de Gestión y Gobierno de Tecnologías de la Información en la UEA.

El seguimiento a los proyectos a través del SITIC, ha permitido la identificación de cuellos de botella que ralentiza el cumplimiento de los objetivos planteados por TI, fomentando la mejora continua y evaluando el desempeño del personal técnico responsable. Además, el seguimiento de proyectos permite identificar y cuantificar la inversión realizada, el cumplimiento de los objetivos y evaluación de resultados obtenidos.

En cuanto a servicios de TI, el SITIC permitió la disponibilidad de: un catálogo sistematizado de los Servicios TI; registro de asignación de responsables y corresponsables técnicos que garanticen el registro de incidencias y la disponibilidad del servicio, datos obtenidos de herramientas de monitoreo de infraestructura de TI e incidencias detectadas por el personal de TI.

Es importante mencionar que la implementación del Sistema Integrado para la Gestión de TI, ha logrado generar un cambio en la percepción de la comunidad universitaria en cuanto el trabajo que desempeñan las tecnologías dentro de la Institución de Educación Superior, ya que la disponibilidad de documentación e información oportuna de procesos de TI, ha permitido dar respuestas inmediatas a la comunidad universitaria, esto es evidenciado a través de los resultados arrojados por encuesta de satisfacción con relación a los servicio de TI realizada a la comunidad universitaria al finalizar el semestre 2017-2018.

### **Aprendizajes**

Un Sistema Integrado para la gestión de las Tecnologías de la Información permite la administración, control, seguimiento y evaluación automatizada de la Gestión de TI, permitiendo a los involucrados la administración y tratamiento de la información de manera oportuna para la obtención de resultados y la toma de decisiones.

La implementación del SITIC, permite la independencia de la información, volviéndola propiedad de la Institución de Educación Superior y así evitar que la documentación se únicamente almacenada o custodiada por personal asignado, sin acceso por parte de los demás actores de TI.

La eficiencia en la implementación de un Sistema Integrado para la Gestión de TI, está basado en el Talento Humano de TI, que son quienes administraran y dan tratamiento a la información a través de su conocimiento profesional, es importante que sean ellos quienes cuenten con un alto conocimiento acerca de Gobierno y Gestión de TI, para que la eficacia de los procesos se vea efectuada.

La implementación del SITIC en la Universidad Estatal Amazónica ha permitido evidenciar acierto, errores e impactos no esperados, dentro de su implementación y ejecución, como es detallado a continuación:

### **Aciertos**

- Aplicación previa de un modelo de Gobierno y Gestión de Tecnologías en la Universidad Estatal Amazónica.
- Información generada convertida en propiedad de la Universidad Estatal Amazónica, permitiendo la independencia de la misma en relación al personal involucrado.
- Integración entre SITIC y herramientas de TI embebidas o enlazadas que monitorean la infraestructura de red de la UEA campus principal y extensiones académicas. Acceso federado a todos los aplicativos embebidos en el Sistema Integrado para la gestión de las Tecnologías de la Información.
- Power BI integrado en el SITIC, para de manejo de reportes que permita el análisis de la data a través de Business Intelligence.

### **Errores**

- Elaboración de un plan apropiado de comunicación masivo dirigido a la comunidad universitaria para la utilización del módulo gestión de identidad.
- No se consolida a la fecha la integración del SITIC con el sistema de Gestión documental (SIGGES) que administra la elaboración de metas de cada dependencia de la Universidad Estatal Amazónica. La necesidad de una futura integración entre el SITIC y SIGGES es la razón por la cual en el presente sistema no se crea un módulo para la definición de metas de TI, ya que en el próximo ciclo de vida se procederá con la mencionada integración.

### **Impactos no esperados**

- Acceso instantáneo a resultados de evaluación de TI, que permita una respuesta instantánea a quien solicite información relacionada a las Tecnologías de la Información.
- Alta aceptación de un Sistema integrador de la data y herramientas de TI a través de acceso federado, por parte de los involucrados en el Gobierno y Gestión de TI.
- Documentación indexada, que facilita la búsqueda de información de TI.
- Fortalecimiento de la relación entre los responsables del Gobierno de TI y el personal que administra las Tecnologías de la Información.



- Reducción de tiempo al momento de definir procesos que requieren una mejora en cada finalización de ciclo de vida.

## 5 Sección de Referencias

### Agradecimientos

Este proyecto ha sido implementado gracias al apoyo institucional de las autoridades universitarias, y del jefe de la Unidad de Tecnologías de la Información de la Universidad Estatal Amazónica.

### Referencias

- HEURTEL, O. (2011). PHP 5.3, *Desarrollar un sitio Web dinamico e interactivo*. Barcelona: Ediciones ENI .
- International Standar. (2008). *Corporate Governance of Information Technology*. ISO/IEC .
- ISACA. (2012). *Procesos Catalizadores*. Estados Unidos.
- ISACA. (2012). *Un marco de negocio para el gobierno y la gestion de las TI en las empresas*. Estados Unidos.
- Kendall, K., & Kendall, J. (2011). *Analisis y Diseño de Sistemas*. Mexico: Person.
- Martel, A. (2010). *Gestión practica de proyectos con Scrum*.

## **GOBERNANZA GESTIÓN**



## Gestión Académica a través de las TICS en la Universidad Nacional de Loja

Edison Coronel-Romero<sup>a</sup>, Luis Chamba-Eras<sup>a</sup>, Milton Labanda-Jaramillo<sup>a</sup>,

<sup>a</sup> Grupo de Investigación en Tecnologías de la Información y Comunicación, Carrera de Ingeniería en Sistemas, Facultad de Energía, Universidad Nacional de Loja, Av. Pio Jaramillo Alvarado, Loja, Ecuador  
{edisoncor, lachamba, miltonlab}@unl.edu.ec

**Resumen.** El presente artículo describe como la investigación de los procesos de arquitectura y el desarrollo de software junto con la utilización de metodologías de devops puede coadyuvar a mejorar los procesos de la academia, la gestión, la investigación y la vinculación con la colectividad en la Universidad Nacional de Loja (UNL), en la primera parte se describe el proceso de conformación del equipo durante finales del 2015, el análisis de la situación de la universidad y el diseño de la solución durante el año 2016, se presentan las soluciones implementadas en la Universidad y como apporto el Sistema de Información Académica, Administrativa y Financiera (SIAFF) a la universidad.

Palabras Clave: Academia, Sistemas de información, Educación superior, Gestión.

Eje temático: Gobernanza y Gestion TIC

**Abstract.** This article describes how the research of architecture processes and software development together with the use of devops methodologies can help to improve the processes of the academy, management, research and the relationship with the community at the National University of Loja (UNL). The first part describes the process of team building during the end of 2015, the analysis of the university situation and the design of the solution during the year 2016, the solutions implemented in the University are presented and as I contribute the Academic, Administrative and Financial Information System (SIAAF) to the university, additionally, a perspective is made on the use of free software for the implementation of the solution and what are the perspectives regarding the technological future of the University in the coming years. Reference is made to the need for the UNL to have tools in line with the current educational model in Ecuador, which begins with a process of modernization of its computer infrastructure and especially its academic management tool.

## 1 Introducción

La Universidad Nacional de Loja (UNL) en mayo de 1990 consciente de su rol social de coadyuvar a la solución de los problemas regionales y nacionales en el contexto universal, tomó la decisión de impulsar la reforma académica institucional mediante la implementación del Sistema Académico Modular por Objetos de Transformación SAMOT, en el marco de este sistema académico se desarrollaron múltiples soluciones informáticas entre ellas en el 2009 se desarrolló el Sistema de Gestión Académica (SGA) sistema que dentro de sus características esenciales es el de soportar al SAMOT [1].

El Consejo de Educación Superior (CES) tiene como su razón de ser planificar, regular y coordinar el Sistema de Educación Superior, y la relación entre sus distintos actores con la Función Ejecutiva y la sociedad ecuatoriana; para así garantizar a toda la ciudadanía una Educación Superior de calidad que contribuya al crecimiento del país. Y a partir del 2010 se expide la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES), el reglamento de Régimen Académico que regulan la educación superior en el Ecuador y cual es la relación de esta con la sociedad [2].

La UNL como parte importante de su gestión y la relación con la sociedad no se quedó fuera de la transformación de la educación superior en el Ecuador, y es así que su modelo académico se transformó con la finalidad de adaptarse a las reglas de juego de la educación superior en el Ecuador,

Es así que en la UNL se diseña y se desarrolla el Sistema de Gestión Académica (SGA) que originalmente había nacido para el SAMOT este sistema es parte de las actividades diarias de la universidad pero no fue diseñado para la nueva legislación de la educación superior en el Ecuador, para poder soportar estos nuevos cambios tuvo adaptaciones que priorizaban el nuevo modelo educativo del Ecuador y es así que poco a poco fue sufriendo muchas adaptaciones pero estos cambios eran adaptaciones que no aportan una solución 100% a la actualidad de la educación superior.

La necesidad de la UNL de contar con herramientas acorde al modelo educativo vigente en el Ecuador empieza con un proceso de modernización de su infraestructura informática y especialmente su herramienta de gestión académica.

Es así que la primera tarea es formar un equipo multidisciplinario el cual fue integrado por ex-alumnos de la carrera de ingeniería en sistemas (CIS) lo cual este equipo tendría la tarea de trabajar para el soporte tecnológico de la Universidad, así se dio nacimiento en enero de 2016 al nacimiento del Sistema Académico, Administrativo y Financiero (SIAAF) para la UNL.

## 2 Metodología

El desarrollo del Sistema de Información Académico, Administrativo y Financiero está basado en la necesidad de la institución de contar con herramientas que permitan agrupar la información académica de acuerdo a la normativa actual a nivel nacional, al ser este el principal objetivo se procedió a invitar a participar en el proyecto a profesionales de la localidad con experiencia en el desarrollo de sistemas y cuya formación académica fue realizado en la carrera de ingeniería en sistemas de la Universidad Nacional de Loja.

## 2.1 Situación inicial

Una vez conformado el equipo de trabajo, la primera tarea que se realizó es el estudio de la situación actual de los sistemas de información que la UNL tiene en producción lo cual se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Inventario de sistemas de información en la Universidad Nacional de Loja a finales del 2015.

Nombre	Objetivo de la herramienta	Origen	Lenguaje
Sistema de Gestión Académica (SGA)	Llevar el registro de acreditaciones y asistencias de los estudiantes de la UNL	Equipo de desarrollo de software 2008 - 2011	Python, TurboGears
Sistema de Gestión de Bibliotecas (SGB)	Control de las publicaciones existentes en cada una de las bibliotecas de la UNL, así como la gestión de préstamos de dichas publicaciones	Proyecto de titulación Carrera Ingeniería en sistemas	Php, Codeigniter
Sistema de Evaluación y Desempeño Docente (SEDD)	Realizar el control de la evaluación docente en las diferentes carreras de la UNL	Desarrollo de Software 2012	Python, Django
Sistema de Facturación	Facturación en la Subdirección de Tesorería de la UNL	Desarrollo de software 2015	.NET
Talento Humano	Control de personal	Desarrollo de software	Foxpro
Sistema de seguimiento a graduados	Gestión de graduados de la UNL	Proyecto de titulación Carrera de Ingeniería en Sistemas	Php Codeigniter

Se pudo evidenciar que el desarrollo de software había sido relegado desde el 2011 se retomó en el 2015, pero la forma en que se venía desarrollando dichos sistemas no obedecía a parámetros establecidos y con el orden que en la actualidad todo sistema de información debe contar.

## 2.2 Problemas

Entre los principales problemas que se pudo evidenciar es la diversidad de herramientas que fueron utilizadas para la construcción de los sistemas informáticos lo que deriva a que el mantenimiento de ellos se vuelve complejo por la diversidad de los mismos.

Cada uno de los sistemas presenta su propio mecanismo de autenticación lo que al ser varios sistemas los usuarios de los mismos poses varias credenciales

Los sistemas no presentan una integración entre ellos y cuando se requiere cruzar información entre ellos se produce carga de trabajo para los encargados de dichos sistemas

No ofrecen una solución a las actividades de los usuarios o lo hacen incompleto, lo que los usuarios utilizan registros manuales para poder completar las tareas.

### 2.3 Planificación

Al tener el software con la que cuenta la institución se mantuvo reuniones de trabajo analizando la problemáticas a nivel de sistemas de información en la institución, junto con análisis de los procesos existentes en la institución donde se concluyó la necesidad de una solución que integre todas las estamentos de la Universidad Nacional de Loja y la cual debería entrar en funcionamiento a finales del 2016, para lo cual se lo integro dentro del plan Operativo Anual (POA) de la institución, adicionalmente fue incluido dentro del presupuesto anual, donde la principal fortaleza para la construcción de está herramienta es el recurso humano que fue formado en la institución, especialmente en la carrera de ingeniería en sistemas, personal de gran talento que se les encomendo la gran tarea de realzar el análisis, diseño y la implementación de dicha aplicación.

### 2.4 Arquitectura y Herramientas

La elección de la arquitectura se basó en tendencias actuales las cual a través de una adecuada documentación se escogió una arquitectura REST y dentro de las herramientas para el desarrollo tenemos las detalladas en la tabla 2.

Al momento de la selección de las herramientas se tiene que considerar otro aspecto muy importante que es que a partir del 10 de abril del 2008 el Presidente Constitucional de la República el economista Rafael Correa Delgado firma el decreto 1014, cuya parte medular detalla “Establecer como política pública para las Entidades de la Administración Pública Central la utilización de Software Libre en sus sistemas y equipamientos informáticos” [3].

**Tabla 2. Tecnologías seleccionadas.**

Nombre	Objetivo
PostgreSQL	Sistema de Gestión de Base de Datos
Python	Lenguaje de programación
Django Framework	Framework de desarrollo web que respeta el patrón de diseño modelo-vista-controlador
Django Rest Framework	Aplicación Django que sirve para crear software basado baja la arquitectura Rest
Angular	Framework de desarrollo de aplicaciones basados en el frontend
Bootstrap	Framework CSS utilizados para interfaces de usuario
Material Design	Framework de componente de interfaz de usuario utilizados para la interfaz de usuarios
PgAdmin	Software para administración y desarrollo a nivel de base de datos PostgreSQL
PyCharm	IDE de desarrollo web para Django y Angular en su versión educativa
Git	Software de control de versiones
GitLab	Administrador de repositorios de software basado en Git
Odoo	Sistema ERP cuyo módulo de gestion de proyectos se lo utiliza para la documentación de las tareas a realizar
Slack	Herramienta de comunicación en equipo, utilizada para la correcta integración del equipo de trabajo

## 2.5 Análisis de funcionalidades

El correcto análisis de las principales funcionalidades que abarca el SIAAF corresponde a los procesos prioritarios que se dan dentro de la institución donde las principales las detallamos a continuación en la Tabla 3

**Tabla 3.** Principales funcionalidades prioritarios

Dependencia	Módulo
Unidad de planificación	Orgánico Estructural Planificación estratégica (SIPEDI)
Unidad de Talento Humano	Módulo de Talento humano
Coordinación de docencia	Distributivo docente Gestión de sílabos
Subdirección de Tesorería	Recaudación y Facturación
Coordinaciones Administrativas financieras	Laboratorios y bienes
Direcciones de Carrera	Gestión académica Títulos académicos
Dirección de bibliotecas	Bibliotecas
Unidad de bienestar universitario	Bienestar estudiantil

Al ser estas las principales funcionalidades y con carácter de prioritario se procede a la construcción de los diversos módulos, donde el principal elemento son las Unidades académico administrativas (UAA) y a partir de ellas realizar la integración entre los diferentes módulos, tal y como se puede observar en la Fig. 1 donde se gráfica la importancia de estas dentro del SIAAF.



**Fig. 1.** Integración de cada uno de los módulos que componen el SIAAF con las Unidades Académico Administrativas (UAA).



Uno de los principales inconvenientes que se presentaba durante el análisis de la solución informática, es la arquitectura con respecto a cómo va a fluir la información en cada uno de los módulos, para lo cual se agregó el módulo que es el encargado de manejar las funcionalidades básicas del sistema al cual se lo nombro como el módulo “core”, el cual cuyas principales características las detallamos a continuación:

Se genera un modelo común para la representación geográfica de la población como es el caso de países, cantones, ciudades, parroquias, etc.

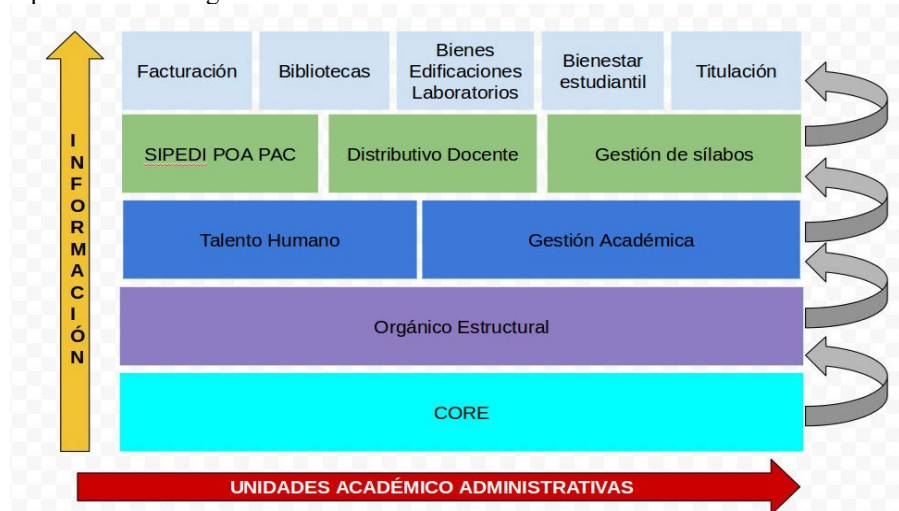
Representación de catálogos, el cual agrupara la información de datos finitos como lo son sexo, genero, tipo de documento de identificación, raza, etc, información cuyos datos no representan generar modelos adicionales

La información de la Institución de educación Superior, como el nombre, la dirección, base legal, misión, visión, etc, información que solo se la va a ingresar una sola vez pero se la va a utilizar en todos los módulos del sistema

Modelo de Persona como ente abstracto ya que a partir de este modelo se generaran otros modelos en los diferentes módulos como por ejemplo: estudiante, docente, funcionario, trabajador, etc

Administración de periodos fiscales, elemento esencial para la distribución de los tiempos en la administración y gestión de cada uno de los procesos dentro de la institución

Para una mejor visualización de como fluye la información entre los diversos módulos del sistema y los diferentes niveles de organización de la herramienta y la gran importancia del core del sistema y las unidades académicas administrativas se lo representa en la Fig 2.



**Fig. 2.** Dependencias de los módulos entre si y su relación con el módulo core, módulo que agrupo los modelos comunes entre los diferentes módulos.

## 2.6 Especificaciones técnicas

El Sistema de Información Académico Administrativo se lo desarrollo observando las prácticas modernas de desarrollo de software tales como control de versiones, integración continua y desarrollo de software como servicio (SAAS) entre otras. Se

utilizará en su totalidad herramientas, bases de datos y servicios de Software Libre y de Código Abierto (FLOSS).

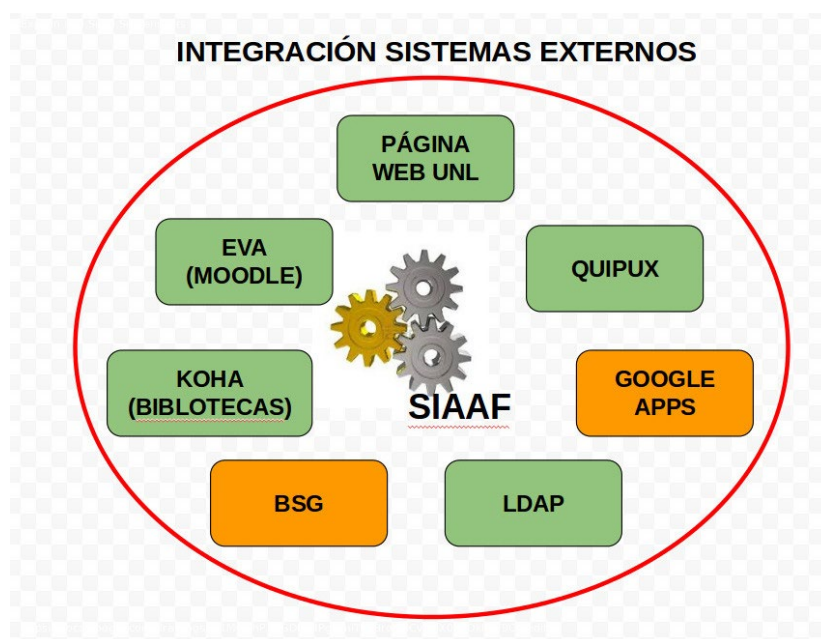
Con el fin de crear un ecosistema ágil y de reutilización de recursos existentes, el proyecto SIAAF se integra: con el proveedor de correo electrónico institucional, con los sistemas de Información por la Subsecretaría Nacional de Administración Pública (SNAP) tales como Quipux, con los servicios web (información de Registro Civil, Senescyt, CONADIS) que nos provee el Bus de Servicios Gubernamental gracias a la misma entidad SNAP y en base al Plan Nacional de Gobierno Electrónico.

Otra de las principales características con las que cuenta el SIAAF, es la utilización del Protocolo Ligero/Simplificado de Acceso a Directorio (LDAP) para la interconexión con sistemas externos como se detalla en la tabla.

**Tabla 4.** Conexión a sistemas externos

Sistema	Objetivo
Koha [4]	Sistema integrado de gestión de bibliotecas
Quipux [5]	Sistema de gestión documental
Moodle (EVA) [6]	Sistema de e-learning
Drupal [7]	Portal web institucional

La configuración del servidor LDAP estuvo a cargo de Subdirección de Redes y Equipos Informáticos (SREI) bajo el asesoramiento de la Red Nacional de Investigación y Educación del Ecuador REDCEDIA, la cual fue probado y validado con una eficiencia del 100%, al contar con un servidor de LDAP los principales servicios que se interconectan son los detallados en la Fig. 3 y queda la conexión lista para aceptar conexiones a una gran cantidad de aplicaciones externas a la institución siempre y cuando soporten autenticación via LDAP



**Fig. 3.** Integración del SIAAF con sistemas externos

### 3 Resultados y Discusión

La primera versión funcional estuvo lista para Diciembre del 2016 cuyo principales módulos empezaron a funcionar, como lo son el orgánico estructural, el cual viene siendo utilizado por el departamento de planificación institucional, donde se detalla la estructura funcional y de procesos de la Universidad como se puede observar en la Fig. 4.,

#### Módulo de orgánico estructural



**Fig. 4.** Módulo orgánico estructural donde se representa cada una de las Unidades académicas Administrativas

En la Fig. 5. Podemos observar a detalle la información que se registra de cada una de unidades sean estas académicas, administrativas o ambas, como una de las principales opciones es el poder navegar dentro de las dependencias padres y poder observar el detalle de cada una de ellas.

#### Dirección de Telecomunicaciones e Información

Estructura organizacional	2002-09-26
Estructura orgánica	Habilitantes de Apoyo
Nombre	Dirección de Telecomunicaciones e Información
Siglas	uTI
Campus	La Argelia
Unidad Académica	✘
Unidad Administrativa	✔
Depende de	Coordinación General Administrativa Financiera
Teléfono	07-2547252
Extensión	128 -179
<a href="#">Editar</a>	

**Fig. 5.** Información de la Dirección de Telecomunicaciones e Información.

#### 3.1 Módulo de talento Humano

Otro módulo importante que está en funcionamiento es el de talento humano, el cual es esencial dentro de las actividades el poder controlar el flujo del personal a través de los procesos de la institución así como la administración de permisos, licencias o comisiones de servicios del personal.

### Módulo de talento humano



Fig. 6. Principales funcionalidades de los módulos de talento humano

### 3.2 Módulo de Gestión Académica

El módulo de gestión académica administra y controla los expedientes académicos y mallas curriculares que cada estudiante tiene, donde el estudiante puede visualizar la información de las carreras que cursa, esta información es las mallas curriculares por las que ha cursado como se visualiza en la Fig. 7. Este módulo viene siendo utilizado por todas las carreras de la universidad y por cada uno de los estudiantes de la institución educativa

Expediente académico	
Carrera	Malla curricular
Ingeniería en Sistemas (Presencial)	2011

Fig. 7. Carreras que el estudiante cursa

Adicional se puede visualizar el resumen de la carrera, dentro de los datos relevantes podemos encontrar, nombre de la carrera, la modalidad de estudios, el número de asignaturas que conforma la malla curricular, de ellas cuantas tiene aprobadas, el número de créditos de la carrera el avance por créditos así como el porcentaje de avance en la carrera tal como se visualiza en la Fig 8.

<b>Carrera</b>	Ingeniería en Sistemas
<b>Modalidad</b>	Presencial
<b>Malla curricular</b>	2011
<b>Número de asignaturas</b>	58
<b>Número de asignaturas aprobadas</b>	16
<b>Número de créditos de la malla</b>	360,00
<b>Número de créditos aprobados</b>	108,00
<b>Porcentaje progreso</b>	30 %

**Fig. 8.** Resumen de la carrera que cursa un estudiantes

La información relevante del estudiante es revisar a detalle el avance que tienen en cada una de las asignaturas, la cual puede revisar a detalle, la importancia de que cada estudiante pueda controlar la información específica de las asignaturas, el número de créditos, la cantidad de horas dictadas, la acreditación, el porcentaje de asistencias como se lo visualiza en la Fig 9.

Ciclo 1																		
LAS PROBLEMÁTICAS GLOBALES DE LA REALIDAD SOCIAL Y LAS ALTERNATIVAS DE NIVELACION EN EL CAMPO INGENIERIL																		
Asignatura	Matriculas	Detalle																
MATEMÁTICAS (8,00)	1	<table border="1"> <tr> <td>Periodo</td> <td>Pregrado Septiembre 2011 Febrero 2012</td> </tr> <tr> <td>Matricula No.</td> <td>93571</td> </tr> <tr> <td>Estado</td> <td>aprobada</td> </tr> <tr> <td>Acreditación</td> <td>7,30</td> </tr> <tr> <td>Ponderación</td> <td>1,46</td> </tr> <tr> <td>Horas dictadas</td> <td>126,00</td> </tr> <tr> <td>Horas asistidas</td> <td>126,00</td> </tr> <tr> <td>Porcentaje de asistencias</td> <td>100,00 %</td> </tr> </table>	Periodo	Pregrado Septiembre 2011 Febrero 2012	Matricula No.	93571	Estado	aprobada	Acreditación	7,30	Ponderación	1,46	Horas dictadas	126,00	Horas asistidas	126,00	Porcentaje de asistencias	100,00 %
Periodo	Pregrado Septiembre 2011 Febrero 2012																	
Matricula No.	93571																	
Estado	aprobada																	
Acreditación	7,30																	
Ponderación	1,46																	
Horas dictadas	126,00																	
Horas asistidas	126,00																	
Porcentaje de asistencias	100,00 %																	

**Fig. 9.** Detalle a nivel de cada una de las asignaturas

Cabe señalar que la información es alimentada por la Coordinación de docencia la cual realiza el proceso de seguimiento de los diferente currículum de cada una de las carreras, en la Fig. 10. se observa la cantidad de mallas curriculares que las diferentes carreras ofertan detallando el nombre o descripción que en la Universidad Nacional de Loja es el año en la cual entran en vigencia, el número de créditos ofertados, la fecha de inicio del ciclos, su fecha de finalización y como es la organización interna de la malla donde pueden ser: Ciclos, Años, Semestres.

#### Mallas Curriculares

Descripción	Número de créditos	Duración	Fecha de Inicio	Fecha de Fin	Organización de la malla
2011	360,00		18 de Febrero de 2017		Ciclo
2013	342,00		18 de Febrero de 2017		Ciclo
2014	354,00		18 de Febrero de 2017		Año
Exámen complejo	25,00		18 de Febrero de 2017		Año
UTE	25,00		18 de Febrero de 2017		Año

**Fig. 10.** Detalle de mallas curriculares en una carrera

En el Ecuador existe una actualización continua de los currículos de las diferentes carreras ofertadas, y por ende el modelo educacional siempre es variante, el Sistema de Información Académico, Administrativo y Financiero es una herramienta que soporta dichos cambios en las diferentes carreras, la programación curricular esta dada por una serie de características que las asignaturas deben cumplir entre ellas por ejemplo las asignaturas tienen otras asignaturas como prerrequisitos, o correquisitos (que deben tomarse de forma simultanea), o en algunas carreras, especialmente carreras orientadas a las ciencias médicas existe la posibilidad de asignaturas hijas o dicho en otras palabras un grupo de asignaturas que son parte de otra asignatura y su acreditación es combinada entre ellas. Podemos observar un ejemplo de como es el detalle de las asignaturas en la Fig. 11.

Ciclo: 5 Nombre: FORMACIÓN DEL PROGRAMADOR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE APLICACIONES ESPECIFICAS Créditos: 36.00								
Agregar asignatura								
Nombre	Créditos/horas	Nivel Curricular	Área de formación	Grupo Asignatura	Tipo Asignatura	Prerrequisitos	Correquisitos	Asignaturas hijas
ESTADÍSTICA INFERENCIAL	4.00	Créditos				• Ciclo 4: ESTADISTICA		
CONTABILIDAD DE COSTOS	4.00	Créditos				• Ciclo 4: CONTABILIDAD GENERAL		
ESTRUCTURA DE DATOS ORIENTADA A OBJETOS	8.00	Créditos					• Ciclo 5: DISEÑO Y GESTIÓN DE BASE DE DATOS	
DISEÑO Y GESTIÓN DE BASE DE DATOS	8.00	Créditos				• Ciclo 4: METODOLOGÍA DE LA PROGRAMACIÓN	• Ciclo 5: ESTRUCTURA DE DATOS ORIENTADA A OBJETOS	
PROGRAMACIÓN AVANZADA	8.00	Créditos				• Ciclo 4: PROGRAMACIÓN BÁSICA		
ELECTRÓNICA BÁSICA	4.00	Créditos				• Ciclo 4: FÍSICA II		

**Fig. 11.** Detalle de asignaturas

#### 4. Lecciones aprendidas

El realizar este tipo de herramientas y de la gran envergadura dentro de una institución de educación superior, demanda de un gran trabajo el cual se debe organizar y priorizar las actividades esenciales, una de las principales pruebas que se tuvo es en confiar en un equipo novel, formados en la institución, los cuales demostraron su capacidad profesional y sobre todo su comprometimiento en el proyecto.

El apoyo se puede lograr externamente cuando los recursos humanos tienen comprometido el tiempo en tareas asignadas, en el caso particular la Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia CEDIA brindó un gran soporte con el apoyo y configuración de algunos servicios esenciales (LDAP).

El volumen de trabajo que se presente durante la fase de análisis y diseño del SIAAF, no fue únicamente sobre la herramienta en construcción, sino sobre el gran ecosistema de aplicaciones informáticas que se tenía que afrontar con el soporte, y es por eso que a mediados del año 2016, se procedió a realizar subgrupos de trabajos con turnos rotativos para afrontar el soporte de los sistemas antiguos y la construcción de la nueva plataforma de software.

Una de las dificultades que se encontró en las versiones preliminares es la inconsistencia de la información existente en la Universidad lo que produjo una serie de retrasos en la planificación inicial, dichos retrasos se tenían que resolver en el campo administrativo y legal para proceder, estos retrasos provocó la modificación de los tiempos de las entregas de las respectivas fases del proyecto.

## 5. Conclusiones

El Sistema de Información Académica, Administrativo y Financiero para la Universidad Nacional de Loja, es una herramienta que coadyuva a una correcta integración de los diferentes y diversos estamentos de la educación Superior combinando las técnicas y metodologías de Desarrollo de Software que brindan la productividad de los diversos procesos involucrados dentro de la Gestión, la Academia y la vinculación con la colectividad

A través del SIAAF los procesos se los realiza automatizada y el acceso a la información es inmediata, a través de los diferentes módulos que están accesibles para la comunidad universitaria.

Una de las líneas futuras es diseñar la interfaz móvil, la que permitiría el acceso inmediato a través de un sistema sofisticado de notificaciones.

### 6. Agradecimientos

Los agradecimientos a la comunidad universitaria que permiten la vinculación de la tecnología en sus procesos que realizan a diario, así como las autoridades de la Universidad por su apertura y la Comisión de intervención para el Fortalecimiento Institucional que supieron confiar en el personal humano formado en las aulas de las propias de la Universidad.

Un agradecimiento en particular a la Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia que brindó su soporte y contingente para la configuración e implementación de LDAP para la institución base para la construcción del SIAAF.

## 7. Referencias

1. "Universidad Nacional de Loja (UNL)" [Online]. Available: <http://www.unl.edu.ec>
2. Consejo de Educación Superior (CES), [Online]. Available: <http://www.ces.gob.ec>
3. Ministerio Coordinador de Conocimiento y Talento Humano, [Online]. Available: <http://conocimiento.gob.ec>
4. Koha library Software, [Online]. Available: <https://koha-community.org/>
5. Quipux Gestión documental, [Online]. Available: <https://www.gestiondocumental.gob.ec/>
6. The moodle project, [Online]. Available: <https://moodle.org/?lang=es>
7. Drupal solutions, [Online]. Available: <https://www.drupal.org/home>

## O Processo de Gestão da Inovação do Laboratório de Inovação em TIC da UFPE

### Estruturando a Operação de Inovação em TIC em uma Universidade Brasileira

Suzanna S. Dantas<sup>1</sup>, Teresa M. M. Maciel<sup>a</sup>,

<sup>1,2</sup> Núcleo de Tecnologia da Informação, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rego, 1235, Recife - PE, Brasil  
suzanna.sandes@ufpe.br, teresa.maciel@ufpe.br

**Resumo.** Este artigo descreve a experiência da Universidade Federal de Pernambuco na implantação do processo de Inovação em TIC no Núcleo de Tecnologia da Informação da Universidade Federal de Pernambuco. É apresentada, inicialmente, a estratégia de articulação definida para a criação do Laboratório de Inovação, seu propósito, escopo de atuação e linhas de operação. Apresenta, em seguida, o processo de inovação, com suas abordagens fundamentais, Design Thinking, utilizado para a geração de ideias inovadoras, Lean Startup, adotado para validar rapidamente as ideias desenvolvidas, e Métodos Ágeis, utilizados como base para o desenvolvimento do produto ou serviço. Uma aplicação em caso real foi realizada em uma ação conduzida pelo NTI-UFPE, através da colaboração entre o NTI, uma pró-reitoria e um programa acadêmico. Esta experiência gerou protótipos desenvolvidos pelos alunos da disciplina, em contato direto com a área de negócio e o NTI, sob tutoria do professor, especialista em Design Thinking. Finalmente, os principais resultados são apresentados e relacionados os trabalhos futuros.

**Palavras-Chave:** Design Thinking, Inovação

**Eixo temático:** Colaboração

**Abstract.** This article describes the experience of the Federal University of Pernambuco in the implementation of the innovation process at the Information Technology Center (NTI). Firstly, this paper describes the strategy defined for creating the Innovation Laboratory, including its purpose, scope of action and lines of operation. Besides, it presents the innovation process, its fundamental approaches, Design Thinking, used for the generation of innovative ideas, Lean Startup, adopted to quickly validate the ideas developed, and Agile Methods, used as the basis for product development. Then, an application in real case is presented, through collaboration between the NTI, a UFPE pro-rectory and an academic program. This experience generated prototypes developed by a group of students, close contact with the business and TI areas, under the tutoring of the teacher, specialist in Design Thinking. Finally, the main results are presented and related future works.

**Key-words:** Design Thinking, Innovation process.



## 1 Introdução

A Tecnologia da Informação tem se tornado cada vez mais estratégica em todos os setores da economia e no setor público o cenário não é diferente. Soluções inovadoras, sustentáveis, permanentes e economicamente efetivas para o Estado surgem como uma opção para prestar melhores serviços aos cidadãos e para otimizar processos internos. O desafio do setor é dar velocidade e colocar em prática as ações para melhorar os serviços públicos, em detrimento das estruturas burocráticas que predominam nas organizações públicas, que podem constituir barreiras à sua capacidade de inovação, conforme foi apontado por Thompson [1].

No cenário do ensino público superior, as universidades federais brasileiras vêm buscando eficiência em sua gestão, investindo na tecnologia da informação como meio para aprimorar seus resultados de seus processos gerenciais. Por outro lado, o foco atual na implantação de sistemas de informação gerenciais vem consumindo o esforço das equipes de sistemas das áreas de TIC das universidades, causando uma incapacidade em desenvolver ideias para solução de problemas relacionadas ao ensino, pesquisa, extensão e assistência estudantil.

A Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) é uma instituição de ensino superior pública federal, mantida pelo governo do Brasil. Ela é composta por uma complexa estrutura organizacional formada por 12 centros acadêmicos, 8 pró-reitorias e órgãos suplementares para apoio administrativo, cultural e acadêmico. Sua comunidade acadêmica é formada hoje por alunos da graduação, pós-graduação (mestrado, doutorado e especialização), do Colégio de Aplicação (ensinos fundamental e médio), professores mestres, doutores, especialistas, graduados e substitutos que atuam nos cursos de graduação e pós-graduação e no Colégio de Aplicação, além de servidores técnico-administrativos, nos três campi, incluindo o Hospital das Clínicas por meio da Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH). Segundo dados da UFPE [2], esta comunidade acadêmica totalizava cerca de 49 mil integrantes até o ano de 2017.

O Núcleo de Tecnologia da Informação da UFPE (NTI) é composto por cerca de 100 servidores públicos e 50 bolsistas (alunos de graduação). Os serviços prestados pelo NTI estão distribuídos organizacionalmente nas áreas de sistemas, redes, suporte ao centro de dados, telefonia e microinformática. Particularmente considerando a sua área de sistemas, nos últimos anos o NTI vem investindo esforços na automatização dos processos de gestão da universidade, incluindo administrativos, financeiros, acadêmicos e de recursos humanos. Este direcionamento é justificado pelo alinhamento à estratégia do governo federal sobre eficiência da gestão das suas universidades.

Se por um lado a gestão eficiente é um fator crítico para a UFPE, são também essenciais a geração de soluções inovadoras de TIC, que venham proporcionar avanços na qualidade e na solução de problemas referentes a processos finalísticos da universidade, a saber ensino, pesquisa e extensão, além de serviços relacionados à assistência estudantil. Apesar da clareza do que a inovação pode trazer de impacto positivo para a UFPE, o núcleo de TIC sofre sérias limitações em termos de pessoal para alocação de equipes para o desenvolvimento de tais soluções.

Diante da problemática exposta, diversos desafios podem ser identificados, conforme relacionados a seguir.

- Sob a perspectiva da UFPE
  - Necessidade de evolução através de soluções inovadoras
  - Área (pró-reitoria) de assistência estudantil com muitas demandas em TIC, no intuito de suprir necessidades por parte de alunos, sem conseguir prioridades diante do foco em sistemas de gestão.

- Dificuldade de articulação para utilização dos programas acadêmicos no sentido de solucionar problemas reais da UFPE
- Sob perspectiva do NTI
  - Dificuldade de atendimento a novas demandas de soluções (foco atual em sistemas de gestão, pouca margem de capacidade para novas ideias).
  - Soluções “quase prontas”, desenvolvidas por alunos são comunicadas tardiamente ao NTI, apresentando normalmente limitações relativas a escalabilidade, desalinhamento tecnológico, plano de continuidade entre outros problemas.
  - Cultura de inovação precária, assim como no uso de processos e técnicas que favoreçam a geração de ideias.
- Sob perspectiva do aluno
  - Ideias inovadoras já surgem em salas de aula, porém desenvolvidos de forma amadora, sem alinhamento com o NTI.
  - O aluno não tem uma visão clara dos problemas reais da UFPE e de como poderia interagir com as áreas de negócio para solucionar.
  - O aluno não tem aproximação com o NTI de forma a entender o contexto tecnológico da UFPE (premissas, limitações, tamanho etc) para desenvolver aplicações nesse contexto.
  - O aluno muitas vezes produzem boas ideias, mas falta infraestrutura e orientação para continuar o desenvolvimento das mesmas.

Em contrapartida aos desafios enfrentados, por se inserir organizacionalmente em uma instituição de ensino e pesquisa, existem oportunidades únicas ao NTI, incluindo uma gama de oportunidades de melhorias nas áreas de mobilidade, segurança, cultura, pesquisa, socialização, ensino e extensão. Adicionalmente, a Universidade também representa uma rica fonte de conhecimento, a partir de uma comunidade continuamente evolutiva formada por alunos, rede de parceiros, técnicos administrativos, pesquisadores e professores.

## 2 Estratégia de Articulação

Considerando os desafios e oportunidades relacionados na Seção 1, decidi criar um Laboratório de Inovação em TIC para promover e viabilizar a transformação de ideias inovadoras em soluções de TIC que produzissem valor agregado à comunidade acadêmica. Este laboratório está, atualmente, em fase de estruturação e conta com uma analista de TIC, a qual está conduzindo o processo e se reporta diretamente à diretoria geral do Núcleo, com o suporte da diretoria de sistemas.

### 2.1 Etapas

No sentido de sistematizar a operação do Laboratório de Inovação, foram definidas etapas fundamentais, as quais estão brevemente apresentadas a seguir.

#### . Assimilar o conceito “inovação”

O primeiro passo foi a assimilação do que seria inovação em TIC para a UFPE. Uma pesquisa desk foi realizada no sentido de mapear definições de conceito de inovação por vários especialistas no assunto. Foi utilizado uma relação consolidado de conceitos definidos por especialistas renomados na área, a partir do portal “Idea to Value” ([www.ideatovalue.com](http://www.ideatovalue.com)).

A tabela a seguir apresenta o conceitos de inovação considerados por esta pesquisa.

Autor	Qual a definição de inovação?
Nick Skillicorn	Transformar uma ideia em solução que agrega valor na perspectiva do cliente.
David Burkus	A aplicação de idéias que são novas e úteis.
Pete Foley	Uma ótima idéia, executada de forma brilhante e comunicada de forma intuitiva e completa.
Gijs van Wulfen	Algo viável e relevante, como um produto, serviço, processo ou experiência que é percebido como novo e é adotado pelos clientes.
Kevin McFarthing	A introdução de novos produtos ou serviços que adicionam valor para a organização.
Robert Brands	A inovação precisa ser definida e acordada em cada organização, certificando-se de que é estrategicamente e todos estão alinhados.
Paul Sloane	A implementação de algo novo.
Jeffrey Baumgartner	A implementação de idéias criativas para gerar valor
Drew Boyd	Algo simples que faz você dizer: "Poxa, por que não pensei nisso?".
Michael Graber	Nova criação de valor orgânico, aplicando criatividade, relacionamentos aprofundados com consumidores e clientes.
Jorge Barba	Simplificando, é entregar futuro.

**Tab. 1:** Conceitos de Inovação

#### **. Definir escopo de atuação do Laboratório de Inovação**

Para atender ao seu objetivo a atuação do Laboratório de Inovação em TIC está estruturada nas seguintes perspectivas:

- i. Incentivo à inovação em TIC;
- ii. Parcerias com a comunidade acadêmica, empresas privadas e governamentais;
- iii. Promoção da internalização da inovação no NTI;
- iv. Comunicação e difusão da inovação em projetos internos.

Vale salientar que a proposta do Laboratório de Inovação em TIC é trabalhar em parceria com a comunidade acadêmica da UFPE, através de disciplinas, extensões e eventos, assim como em articulação com outras instituições públicas e privadas para produção coletiva de inovação.

#### **. Definir linhas de operação**

Com base em seu propósito, o Laboratório considera as seguintes linhas de operação para geração e desenvolvimento de ideias:

- i. atuação direta do NTI, como agente articulador e facilitador, para geração de ideias em programas acadêmicos relacionados à inovação em TIC.
- ii. geração e desenvolvimento de ideias dentro da estrutura interna do NTI, a partir de disponibilização de espaço e bolsas de inovação a alunos de cursos de TIC.

iii. lançamento de editais para captação de ideias e soluções a partir de startups, empresas júnior, alunos ou profissionais em geral

#### **. Modelar processo de inovação**

Com base nas linhas de operação definidas, um processo básico foi definido e modelado, com propósito de suportar a execução de projetos. a Seção 3 apresenta o processo e seu detalhamento.

#### **. Conduzir aplicação piloto**

Para analisar o comportamento do processo e estratégia de articulação, foi definido um escopo preliminar de aplicação, da seguinte forma:

- i. Escopo de negócio: serviços da Pró-reitoria de Assistência Estudantil
- ii. Escopo de operação: atuação direta do NTI em disciplina acadêmica de inovação.
- iii. Escopo tecnológico: aplicações de software.

A experiência relatada neste artigo está inserida na primeira linha de operação, através da atuação direta do NTI na disciplina Interface Usuário-Máquina, pertencente ao curso de Bacharelado em Ciência da Computação, do Centro de Informática da UFPE. a Seção 4 apresenta o relato da experiência desta aplicação piloto.

### **3 O Processo de Inovação em TIC**

É comum relacionarmos o termo inovação a algo totalmente novo ou tecnologicamente avançado, cujo funcionamento não é facilmente compreendido. Contudo, inovar refere-se ao valor percebido pelas pessoas. Segundo Tim Brown [4], quando um produto ou serviço é inovador ele causa impacto na vida das pessoas e transforma para sempre a forma de essas pessoas viverem e trabalharem.

As atividades relacionadas à inovação vem desempenhando um papel fundamental na manutenção da competitividade e sustentabilidade das organizações atuais. Precisamos de novas escolhas - novos produtos que equilibrem as necessidades de indivíduos e da sociedade como um todo; novas ideias que lidem com os desafios globais de saúde, pobreza e educação; novas estratégias que resultem em diferenças que importam e um senso de propósito que inclua todas as pessoas envolvidas [4].

Para gerar ideias inovadoras, o laboratório de inovação baseou-se na abordagem do Design Thinking, na metodologia Lean Startup e nos métodos ágeis para construir o processo de inovação em TIC da UFPE.

#### **3.1 Design Thinking**

Segundo Tim Brown [4], o Design Thinking é uma abordagem à inovação poderosa, eficaz e amplamente acessível, que pode ser integrada a todos os aspectos dos negócios e da sociedade e que indivíduos e equipes podem utilizar para gerar ideias inovadoras que sejam implementadas e que, portanto, façam a diferença.

Já Vianna et al. [3], define o Design Thinking como uma abordagem focada no ser humano que vê na multidisciplinaridade, colaboração e tangibilização de pensamentos e processos, caminhos que levam a soluções inovadoras para negócios.

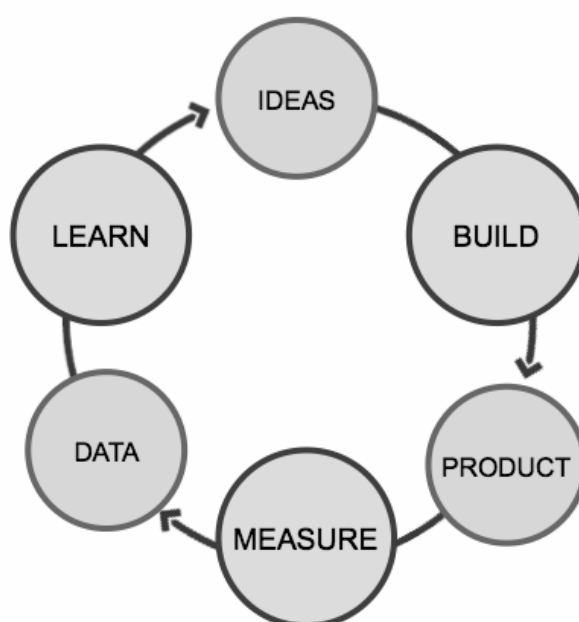
O Design Thinking é dividido em 3 etapas: Imersão, Ideação e Prototipação. Na Imersão, a equipe do projeto procura aproximar-se do problema para entendê-lo sob o ponto de vista do cliente e do usuário final. Uma vez compreendido o contexto do problema, as informações coletadas são analisadas e sintetizadas para que o problema seja melhor compreendido e a equipe possa passar para a segunda fase do

Design Thinking: A Ideação. Na Ideação, são geradas ideias inovadoras para o tema do projeto, sendo propostas soluções para o problema. Por fim, a ideia escolhida é tangibilizada através de um protótipo. Na Prototipação, última fase do Design Thinking, as ideias geradas são validadas. Os resultados são analisados e o ciclo pode se repetir inúmeras vezes até que a equipe de projeto chegue a uma solução final em consonância com as necessidades do usuário e interessante para o negócio da empresa contratante [3].

### 3.2 Lean Startup

O Lean Startup é uma nova maneira de considerar o desenvolvimento de produtos novos e inovadores, que enfatiza interação rápida e percepção do consumidor, numa visão e grande ambição, tudo ao mesmo tempo [1].

Fig. 1: Ciclo "CONSTRUIR-MEDIR-APRENDER" do Lean Startup



A metodologia da startup enxuta pode ser visualizada através do ciclo "CONSTRUIR-MEDIR-APRENDER", conforme ilustrado na Figura 1. Nele, após a geração da ideia o empreendedor constrói a solução, mede os indicadores, aprende sobre o que deu certo e errado e possui novas ideias.

Esse ciclo permite que o cliente dê feedback no menor tempo possível, fazendo com que o produto melhores de forma rápida, barata e explicada.

Para realizar uma interação no ciclo, a metodologia utiliza um conceito chamado de 'produto mínimo viável', da sigla em inglês MVP. Trata-se da versão simplificada do produto que permite uma volta completa no ciclo CONSTRUIR-MEDIR-APRENDER, com o menor esforço, tempo e custo possível. Seu objetivo é testar as hipóteses do negócio.

### 3.3 Métodos Ágeis

O processo de gestão do Laboratório de Inovação em TIC sugere o uso de metodologias ágeis, como o SCRUM, para gerenciar os projetos de inovação. A metodologia ágil, como o próprio nome já diz, é utilizada para tornar os processos empresariais mais ágeis. É uma abordagem de planejamento iterativa, onde o planejamento é realizado em etapas curtas, chamadas iterações.

Para satisfazer os clientes ou envolvidos em um projeto entregando com rapidez e, com maior frequência, versões do projeto, conforme as necessidades, os métodos ágeis baseiam-se nos quatro valores do Manifesto Ágil [5]:

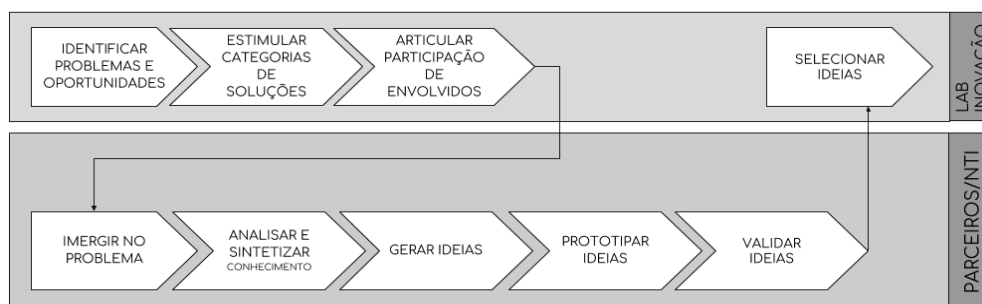
- Indivíduos e interação entre eles mais que processos e ferramentas;
- Software em funcionamento mais que documentação abrangente;
- Colaboração com o cliente e membros do projeto mais que negociação de contratos;
- Responder a mudanças mais que seguir um plano.

### 3.4. O Processo de Inovação NTI-UFPE

O processo de inovação em TIC pode ser dividido em duas fases: Criação de Ideias e Desenvolvimento de Soluções.

#### 3.4.1 Fase 1: Criação de Ideias

Fig. 2: Processo de Criação de Ideias



A primeira fase do processo de inovação de TI adotado pelo Laboratório de Inovação em TIC é composta principalmente por atividades oriundas do Design Thinking, conforme ilustrado na Figura 2. O processo é iniciado com a identificação de problemas e oportunidades pelo Laboratório de Inovação, que promoverá reuniões, eventos e dinâmicas para levantar, junto à comunidade acadêmica, oportunidades, problemas e melhorias que possam ser resolvidas com soluções de TIC.

Após o levantamento, a equipe do Laboratório de Inovação agrupa e classifica as oportunidades identificadas na atividade anterior, organizando-as para apresentá-las a seus parceiros. Em seguida, o laboratório busca articular o órgão de TI da universidade, clientes, parceiros e alunos a fim de efetivar uma aproximação entre todos os envolvidos nos problemas que serão trabalhados durante o Design Thinking.

Uma vez que o parceiro seleciona em qual oportunidade ele deve atuar, o ciclo de Design Thinking é iniciado: inicialmente é feita a imersão no problema, seguida pela análise e sintetização do conhecimento adquirido durante a imersão até a etapa de geração das ideias. As ideias, então, são prototipadas e validadas até que seja encontrada a melhor solução para o problema/opportunidade em questão.

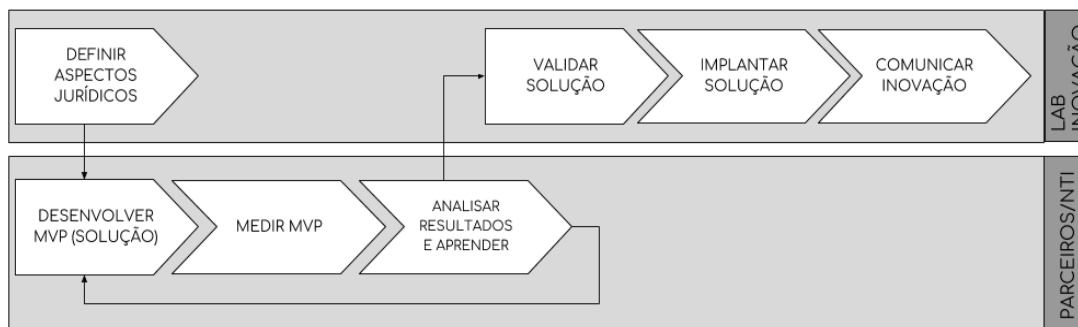
Por fim, as ideias são apresentadas para o cliente e para o laboratório de inovação, que juntamente ao NTI deverá priorizar e selecionar quais ideias prosseguirão para a

etapa de desenvolvimento.

### 3.4.2 Fase 2: Desenvolvimento de Soluções

A segunda fase do processo de gestão de inovação de TI, ilustrada na Figura 3, é baseada no Lean Startup e nos métodos ágeis.

Fig. 3: Processo de Desenvolvimento de Soluções.



Para cada uma das soluções selecionadas na Fase 1 do processo de inovação são resolvidos os aspectos jurídicos relacionados à propriedade autoral das ideias e acordos de compromisso, sigilo e confidencialidade entre as partes que desenvolverão a solução. Após estas definições, o ciclo “CONSTRUIR-MEDIR-APRENDER” do Lean Startup é iniciado e em cada interação são utilizadas as atividades dos métodos ágeis para gerenciamento das entregas do projeto.

Quando a solução for finalizada, o laboratório de inovação verificará se a mesma atende aos pré-requisitos definidos pelo NTI. Caso seja aprovado, o NTI encaminha o projeto para a área responsável pela implantação de soluções. Por fim, o laboratório deverá divulgar, junto aos meios de comunicação oficiais da UFPE, a inovação.

## 4 Relato de Experiência

A aplicação piloto foi conduzida pelo Laboratório de Inovação em TIC do NTI em parceria com o Centro de Informática da UFPE para gerar soluções inovadoras junto aos alunos do 4º período do curso Bacharelado em Ciência da Computação. Para atingir aos objetivos do laboratório, este buscou apoio junto à disciplina de Interface Usuário-Máquina, cujo objetivo é apresentar aos alunos os conceitos básicos de Design de Interação e Design Thinking para a concepção de sistemas interativos computacionais.

Nas semanas que antecederam o início do ano letivo de 2018, o laboratório de inovação e o professor parceiro reuniram-se para alinhar o cronograma da disciplina com a primeira fase do processo de gestão da inovação de TIC do NTI. Após este alinhamento, o Laboratório de Inovação em TIC reuniu-se com seu cliente, a Pró-reitoria de Assuntos Estudantis para levantar os problemas e oportunidades relacionadas a este órgão da Universidade.

A PROAES é o órgão da Universidade responsável por ampliar as condições para permanência dos jovens na educação superior pública federal, minimizando os efeitos das desigualdades sociais e regionais, com o objetivo de conclusão do curso superior, reduzindo as taxas de retenção e evasão escolar, contribuindo democraticamente para a promoção da inclusão social pela educação. Sua missão é oferecer ao discente condições materiais e psicológicas que assegurem o processo de formação acadêmica, o desenvolvimento de capacidade profissional e de cidadania.

Durante a experiência, o processo de criação de ideias apresentado na Figura 1 foi executado, desde a atividade Identificar Problemas e Oportunidades até a atividade Selecionar Ideia. Para identificar problemas, foi adotada a técnica de brainstorm junto à PROAS. Em apenas uma hora de brainstorm com os diretores da PROAES, foram relatados 9 problemas que afetam os alunos da UFPE, listados na Tabela 2:

1. Como podemos melhorar a comunicação com os alunos se os seus dados estão desatualizados?
2. Como a PROAES pode aproximar-se do aluno, tomando conhecimento dos problemas enfrentados por eles?
3. Como fazer com que os alunos respondam as pesquisas aplicadas pela Universidade?
4. Como podemos minimizar as filas de atendimento do Restaurante Universitário?
5. Como podemos garantir que apenas bolsistas residentes na Casa do Estudante tenham acesso às 3 refeições completas?
6. Como fazer com que o estudante desocupe seu lugar após o término da refeição?
7. Como podemos passar informações sobre a mecânica dos exercícios físicos quando um monitor/professor de educação física não estiver presente?
8. Como podemos controlar o acesso à academia da UFPE?
9. Como podemos monitorar o histórico de acompanhamentos assistenciais do aluno?

**Tab 2:** Lista de problemas relatados pelo cliente

A lista de problemas foi, então, apresentada aos alunos de uma disciplina do curso para realização da atividade Estimular Categorias de Solução e Articular Participação dos Envolvidos (PROAES, professor, NTI e alunos). Os alunos foram divididos em 5 equipes e cada equipe escolheu qual problema ou oportunidade seria abordada durante as atividades práticas da disciplina. Das 5 equipes, 2 equipes buscaram resolver os problemas relacionados às filas do Restaurante Universitário, 1 equipe focou no problema de comunicação com o aluno e as restantes escolheram trabalhar com problemas da área de Ensino e e Gestão, fora do escopo da PROAES.

Ao longo das 13 semanas de curso, os alunos trabalharam em todas as etapas do Design Thinking, seguindo o processo da Figura 2 desde a atividade “Imergir no Problema” até a validação da ideia. O Laboratório de Inovação em TIC do NTI participou de todas as aulas para agilizar a articulação com os envolvidos nos problemas, remover obstáculos e acompanhar o desenvolvimento das soluções. Por fim, Os protótipos foram validados com os usuários e com o cliente (PROAES).

Como resultado dessas interações, o Laboratório de Inovação percebeu uma maior aproximação entre o NTI e o cliente, os centros acadêmicos e os alunos. No segundo semestre de 2018, o Laboratório deve levantar novas oportunidades para serem apresentadas para a próxima turma de Interface Usuário-Máquina e deve apoiar a implementação das soluções que serão continuadas.

Paralelamente, o laboratório pretende deverá atuar nas estratégias descritas na Seção 3 para o desenvolvimento da solução.

## 5 Conclusões

Este trabalho apresentou um relato da experiência conduzida pelo Núcleo de Tecnologia da Informação da UFPE (NTI-UFPE), a qual teve o propósito de introduzir uma operação para a geração e desenvolvimento de soluções inovadoras de TIC.



No momento, já foi selecionada uma ideia a ser desenvolvida, que trata da fila do restaurante universitário, em reunião do NTI juntamente com a PROAES. Estamos em fase de planejamento da etapa de desenvolvimento da solução (vide Figura 3).

Além da estruturação do Laboratório de Inovação, a modelagem do Processo de Inovação NTI, e sua aplicação em um contexto real, vários benefícios foram identificados nesta experiência, que evidenciam a validade da estratégia, entre eles:

- . a aproximação entre o NTI e o Centro de Informática, assim como com a área de negócio (PROAES);
- . a visibilidade, por parte do aluno, de problemas reais da universidade;
- . a viabilidade de trazer a área de negócio (PROAES) para a sala de aula;
- . a geração de ideias novas, que poderiam não ter surgido em um contexto fechado dentro do NTI.

Como próximos passos, pode-se ressaltar os seguintes:

- . apresentar os resultados da experiência corporativamente para obter o compromisso da alta gestão da universidade;
- . definir estratégia de desenvolvimento da solução (se será dentro do NTI ou suporte ao aluno para desenvolvimento home office).
- . planejar o desenvolvimento utilizando outras estratégias de operação (geração de ideias internamente e publicação de editais).

## Referencias

1. RIES, Eric. A startup enxuta: como os empreendedores atuais utilizam a inovação contínua para criar empresas extremamente bem-sucedidas - Rio de Janeiro: Leya, 2012.
2. UFPE - UFPE em números - 2017 - <https://www.ufpe.br/institucional/ufpe-em-numeros> . Acesso em: 04 de abril de 2018.
3. VIANNA, Mauricio et. al. Design Thinking: Inovação em Negócios – Rio de Janeiro: MJV Press, 1ª ed, 2012.
4. BROWN, Tim. Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation. Harper Business, 1ª ed, 2009.
5. Manifesto Ágil – <http://www.manifestoagil.com.br/>. Acesso em 11 de junho de 2018.

## **Marco de trabajo basado en software libre para el desarrollo de soluciones informáticas en la Universidad Simón Bolívar sede Cúcuta**

Carlos Rene Angarita Sanguino<sup>a</sup>, Oscar Alberto Gallardo Perez<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universidad Simón Bolívar Seccional Cúcuta, Departamento de Sistemas, Calle 14. No 3-42 La Playa,  
San José de Cúcuta N de S, Colombia  
c.angarita@unisimonbolivar.edu.co, crangarita@gmail.com

<sup>b</sup> Universidad Simón Bolívar Seccional Cúcuta, Departamento de Sistemas, Calle 14. No 3-42 La Playa,  
San José de Cúcuta N de S, Colombia  
oagallardo@gmail.com

**Resumen.** El Sistema de Información Académica de la Universidad Simón Bolívar es una herramienta informática que da soporte a las actividades académicas y administrativas de la Universidad, que permite la interacción de toda la comunidad académica. A mi llegada a la institución gran parte de mi gestión se medía por el avance realizado en el área de Software y por el conjunto de soluciones implementadas.

Se presentaron varios problemas debido a tanto software heterogéneo y con poca documentación, mala práctica habitual en los equipos de software, pronunciada necesidad de la sede y su constante variación de requerimientos, la ausencia de presupuestos y demás.

Este trabajo muestra el proceso de implementación de un marco de trabajo para el desarrollo de software en la sede Cúcuta, el cual se ha utilizado por los últimos 5 años y ha generado un conjunto de buenas prácticas, una base de conocimiento y una cantidad de desarrollos de software para dar soporte a varios procesos de la sede.

El nuevo modelo de desarrollo inició definiendo diversas políticas de diseño y seguridad, que dio origen a una estructura para la seccional, la cual permitió un proceso de desarrollo ágil con una identidad institucional en los sistemas

Diversos sistemas se han desarrollado durante los últimos cinco años, empezando por los módulos de Gestión de Información Docente y de Asignación Académica, impactando en casi todos los procesos académicos.

**Palabras Clave:** Sistema de Gestión Académica, Desarrollo de Software, Universidad Simón Bolívar.

### **Abstract.**

Simón Bolívar University owes its existence to the creative spirit of Dr. José Consuegra Higgins, social scientist, specialized in economics who founded the institution on October 15, 1972, beginning his academic work on March 23, 1973.

In 1999, it started a new headquarters in the city of Cúcuta, where it currently has about 4,000 students among its 6 undergraduate and 4 postgraduate programs.

From its beginning, the Cúcuta headquarters used the same information systems of the main headquarters, based on proprietary databases and client server developments in Visual Basic.

Many of the tasks of the chiefs system are measured by the amount of software developed by your department or the number of systematized processes, therefore it is a factor that affects our management.

Since 2013, a crusade has begun to improve the development of information systems based on good practices and orienting them to the satisfaction of our customers.

This document describes the general aspects of the design of the information systems development framework of the Cúcuta headquarters, as well as the implementation of the first Teaching Information Management and Academic Management modules that became the proof of concept of our framework, together with all the lessons learned after 5 years of hard work.

## 1 Introducción

La Universidad Simón Bolívar, debe su existencia al espíritu creador del doctor José Consuegra Higgins, científico social, especializado en economía quien fundó la institución el 15 de octubre del 1972, iniciando sus labores académicas el 23 de marzo del 1973. (1)

En el año 1999 da inicio a una nueva sede en la ciudad de Cúcuta, donde actualmente cuenta con cerca de 4000 estudiantes entre sus 6 programas de pregrado y 4 posgrados.

Desde sus inicio la sede Cúcuta utilizaba los mismos sistemas de información de la sede principal, basados en bases de datos propietarias y desarrollos cliente servidor en Visual Basic.

Muchas de las labores de los jefes de sistemas se miden por la cantidad de software que desarrolla tu departamento o la cantidad de procesos sistematizados, por lo tanto es un factor que afecta nuestra gestión.

Desde el año 2013 se inicio una cruzada para mejorar el desarrollo de los sistemas de información basado en buenas practicas y orientando los mismos a la satisfacción de nuestros clientes.

El presente documento describe los aspectos generales del diseño del marco de trabajo de desarrollo de sistemas de información de la sede Cúcuta, así como la puesta en marcha de los primeros módulos de Gestión de Información Docente y Gestión Académica que se convirtieron en la prueba de concepto de nuestro marco de trabajo, junto a todas las lecciones aprendidas después de 5 años de arduo trabajo.

### 1.1 En el principio

La Universidad Simón Bolívar contaba con un conjunto de sistemas informáticos que fueron desarrollados en la sede principal en la ciudad de Barranquilla, y que se heredaron a la sede de Cúcuta. Estos sistemas abarcaban diversos procesos académicos como son matriculas, créditos, registro y control, etc. y administrativos como talento humano, nomina, contabilidad, etc. Uno de los principales problemas en la instalación de estos sistemas es la poca documentación de los mismos y la fractura que esto genera con el paso del tiempo debido a que los programadores en ocasiones prefieren desarrollar nuevas herramientas sin ajustarse a una misma

metodología de trabajo, sino pensando solo en solucionar de forma momentánea el problema a través de parches que funcionan pero no se articulan completamente, generando inconvenientes futuros. Frases como ¿esa tabla quien la utiliza?, ¿alguien sabe este código que hace?, ¿quién tiene la última versión del fuente? eran constantes en nuestro equipo de trabajo.

El sistema comprendía un conjunto de aplicativos con una arquitectura cliente servidor desarrollada en Visual Basic con un servidor de base de datos en DB2 versión 6 que es el motor de base de datos institucional, que se comunican a través de la red de datos de la institución. Con la llegada de estos sistemas el equipo de la sede Cúcuta se dedicó a realizar pequeños ajustes basados en los diversos requerimientos de la sede, tratando de eliminar aquello que era innecesario.

Al igual que en Barranquilla, en Cúcuta se desarrollaron algunos módulos paralelos al sistema SIA para poder dar soporte a los procesos de la sede, dentro de los diversos desarrollos del departamento se contaba con el sistema de registro de notas, el cual era orientado a la web, pero con un motor de base de datos distinto al institucional, un módulo de registro de asistencia docente, así como diversos sistemas de encuestas estudiantiles o de aplicación de pruebas.

Posteriormente se desarrolló en Barranquilla un aplicativo web “Portal de Matriculas” para que los estudiantes realicen desde la impresión de los recibos de matrícula hasta la escogencia de horarios de los respectivos grupos, dicho aplicativo fue desarrollado en PHP; después de un tiempo se implementó en Cúcuta, donde se le realizaron algunos ajustes propios de la sede y ha sido utilizado durante los últimos semestres. Este nuevo sistema en su momento llego con el mismo problema de ausencia de documentación.

Junto al Portal de Matriculas llega la implementación de un sistema para la asignación académica desarrollado en Visual .NET y utilizaba MySQL como motor de base de datos, evidenciando la falta de coordinación de los programadores en el proceso de desarrollo.

Los principales inconvenientes que se podían evidenciar era la falta de homogeneidad en el desarrollo de los sistemas o módulos, debido a que cada desarrollador interpretaba la necesidad y daba una solución que no era completa, ya que dependía en gran parte de la gestión que este realizaba al momento de ser utilizado por el usuario final, adicional a esto iniciar un desarrollo era extenso, ya que no se contaba con una base y hacer un módulo casi que obligaba a comenzar de cero.

*Era necesario un cambio para mejorar el desarrollo de software*

## **2 Desarrollando un nuevo marco de trabajo**

### **2.1 A ponernos de acuerdo**

Cualquiera que se identifique con esta situación sabe que es difícil poner de acuerdo un equipo de programadores con diversas maneras de pensar, y que llevan bastante tiempo trabajando en distintos proyectos, y hacerles entender que todo lo que han hecho está bien pero lo vamos a cambiar.

Después de varias reuniones se identificaron los principales desafíos como proporcionar acceso en todo momento, mantener una relación con los datos y las estructuras actuales, mejorar el rendimiento y la seguridad. Algo que pretendería este nuevo sistema es brindar una interfaz limpia y sencilla que contenga un alto grado de usabilidad y que permitiera consolidar una imagen institucional, que permitiera el desarrollo de otros módulos de forma rápida y sencilla.

Para la elección de la tecnología se tuvo en cuenta las capacidades de los programadores y los lenguajes con los que se encontraban más familiarizados, se pensó en una estructura soportada en lenguaje Java con frameworks como Hibernate, Jboss SEAM y JSF, pero debido a la curva de aprendizaje y el detalle anterior se optó por el uso de PHP como lenguaje de backend, fortaleciéndolo con algunas buenas prácticas que se muestran posteriormente.

## **2.2 Visión general de la arquitectura del sistema**

Después de definido el uso de PHP, se intentó incluir el paradigma orientado a objetos y buenas prácticas para fortalecer la arquitectura del sistema, se basó en un patrón MVC (Modelo Vista Controlador) que separa la interfaz gráfica del Usuario de los datos y de la lógica, basándose en tres componentes:

- Modelo: representa los datos y reglas del negocio.
- Vista: muestra la información al usuario y con otros sistemas.
- Controlador: reacciona a los eventos generados por el cliente.

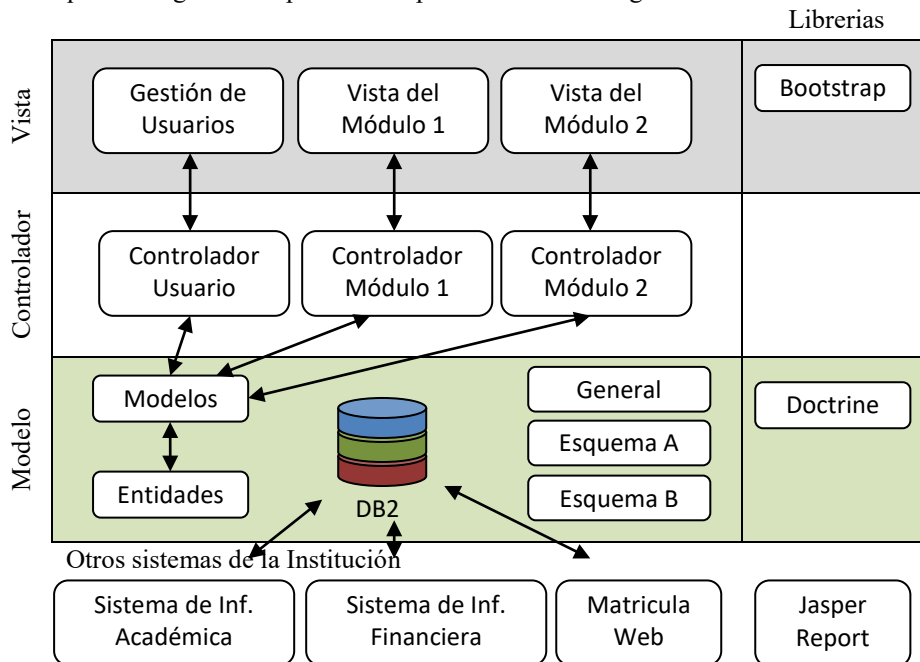
Este modelo permite separar la lógica del negocio de la interfaz de usuario lo cual da mucha flexibilidad al desarrollador.

Dejando de lado la ausencia de la arquitectura Java, la cual desde mi punto de vista es más robusta, se buscó incluir un componente ORM (Mapeo Objeto-Relacional) que en Java era Hibernate, pero para PHP se escogió entre Propel y Doctrine, inclinándose nuestro marco por la última.

No se utilizó un framework como Laravel por su madurez y porque queríamos de cierta forma tener un mayor control, ya de por sí podía tener un riesgo integrar Doctrine.

### 2.3 Arquitectura del Sistema

La arquitectura general implementada puede verse en la Fig 1:



**Fig 1** Arquitectura del sistema se basa en el patrón MVC y la interacción con otros sistemas la realizan a través de la base de datos.

El marco de trabajo se basó en un patrón MVC: Modelo, Vista - Controlador.

**Modelo:** En la capa modelo se distingue que el sistema cuenta con una base de datos unificada, dividido en esquemas que corresponden a cada módulo, pero que igualmente comparten esquemas de configuración y control. Dentro de este modelo se cuenta con un patrón DTO y un patrón DAO. Se tienen los diferentes objetos que representan las tablas de las bases de datos (entities) y los distintos objetos de acceso a datos (models) que permiten implementar los patrones anteriores a través del uso del framework Doctrine. La Fig 2 muestra un ejemplo de una entidad que representa la tabla Docente.

```
<?php
namespace Entities;

/**
 * @Entity @Table(name="docente.docente")
 **/
class Docente {

    /** @Id @Column(type="string", length = 5) */
    private $codDocente;

    /**
     * @OneToOne(targetEntity="Persona", cascade = {"persist", "remove"})
     * @JoinColumn(name="cedula", referencedColumnName="cedula")
     **/
    private $persona;

    /** @Column(type="string", length = 50) */
    private $password;

    /** @Column(type="date") */
    private $fechaRegistro;

    /** @Column(type="string", length=20) */
    private $usuarioRegistro;
}
```

Fig 2 Ejemplo de una entidad en el sistema utilizando anotaciones de Doctrine

El modelo es la base de datos, la cual se encuentra en DB2. Esta base de datos se utiliza a través de clases POO en PHP que fueron mapeadas a través del ORM<sup>50</sup> Doctrine, el cual proporciona una capa de persistencia basada en anotaciones y que adicional cuenta con un lenguaje DQL<sup>51</sup>. Doctrine puede generar las clases POO correspondientes a las entidades o tablas de las bases de datos, pero debido a la versión de la base de datos que se utiliza no fue posible, así que las estructuras fueron mapeadas manualmente, pero las mismas permiten gestionar las tablas como si fuesen objetos.

**Controlador:** La capa controlador se organizó en módulos según las funcionalidades que desempeña. La organización de los controladores se relaciona directamente con el conjunto de requerimientos a los que debe dar solución. El controlador es el encargado de recibir las peticiones del navegador y conectar a los distintos modelos para posteriormente pasar datos a la vista a través de funciones de renderizado. La Fig 3 muestra el ejemplo de un controlador

```
class docenteController extends Controller {

    private $_docente;

    public function construct() {

    }

    public function index() {

        if (!$this->hasRole("LISTAR DOCENTE")) {
            if ($this->hasRole("DETALLAR DOCENTE")) {
                $this->detallardocente();
                exit;
            }
            $this->redireccionar('error/access/5050');
        }

        if ($this->getInt('consultar') == 1) {
            $this->consultardocente(mb_strtoupper($this->getPostParam('cedula')));
        }
        if (Session::get('access')->getPrograma() != null) {
            $nombrePrograma = Session::get('access')->getPrograma()[0];
            $this->_view->docentes = $this->_docente->dql("SELECT d FROM Entities\Docente d " .
                "JOIN d.pROGRAMAS p JOIN p.pROGRAMA pp WHERE pp.prgNombre = :PROGRAMA", array("PROGRAMA" => $nombrePrograma));
        } else {
            $this->_view->docentes = $this->_docente->resultList();
        }
        $this->_view->titulo = 'Docente';
        $this->_view->renderizar('listDocente', 'Docentes');
    }
}
```

Fig 3 Ejemplo de un controlador que recibe las peticiones

<sup>50</sup> Mapeador de Objetos Relacional:

<sup>51</sup> Doctrine Query Language: lenguaje de consultas inspirado en Hibernate que utiliza un lenguaje de SQL

El controlador se implementa utilizando clases POO<sup>52</sup> en PHP que reciben las peticiones desde la vista, a través del uso de direcciones amigables, y permiten realizar la invocación o llamado de métodos que se encuentran dentro de la clases y las mismas inyectan los objetos a las clases del modelo. Igualmente los POO reciben objetos mapeados del modelo y son inyectados hacia la vista para que la información sea desplegada.

**Vista:** La capa de vista indica la aplicación cliente encargada de desplegar la información necesaria, que para este caso es una única aplicación, que es gestionada a través de permisos para poder acceder a las diversas funcionalidades. La capa de vista se organiza por módulos según el requerimiento que se resuelva. Finalmente la vista es recargada a través de una plantilla que se permite mantener una homogeneidad en el diseño de todas las vistas del aplicativo.

La vista se desarrolló con el uso de Twitter Bootstrap<sup>53</sup>, con lo cual se logra un desarrollo consistente en la vista y que es adaptable a todos los navegadores y dispositivos. La comunicación a la siguiente capa se realiza a través de la interacción del usuario, que envía una acción al controlador.

La relación con otros sistemas institucionales (Matriculas Web, SIA Académico y Financiero) se realiza a través de la base de datos si los mismos se encuentran en DB2, para aquellos sistemas externos se realiza a través de servicios SOAP y RestFull.

## 2.2 Aspectos destacados del marco de trabajo

El marco de trabajo incluyó diversas características para mantener una imagen corporativa, permitir un rápido desarrollo de módulos, una alta seguridad, diseño responsivo, etc. Aparte de su arquitectura basada en diversos patrones, se definieron un conjunto de elementos útiles que permiten mejorar la gestión de las solicitudes, ya que son actividades recurrentes.

- **Interfaz:** se desarrolla una interfaz con imagen corporativa, que mantiene los colores institucionales y que se convierte en un plantilla para el desarrollo de todas las aplicaciones de la seccional. Adicional a esto, la capa de vista cumple con ciertos criterios de adaptabilidad con el uso de Bootstrap y una dinámica de uso parecida para todos los módulos. La Fig 4 muestra el resultado del diseño de la interfaz.

---

52 Programación Orientada a Objetos: referencia los objetos realizados en PHP.

53 Colección de herramientas de software libre para la creación de sitios y aplicaciones web (1)





Fig 4 Interfaz de la vista del marco de trabajo

- **Sistema de navegación y contenido dinámico:** el marco de trabajo permite integrar dos menús, el superior (principal) y el lateral (secundario), los cuales son totalmente administrables desde la base de datos y se relacionan entre sí, son cargados según los roles definidos desde la parte de seguridad. Igualmente el pie de página se genera de forma dinámica según las opciones que tenga disponible el usuario. La Fig 5 muestra el menú de navegación principal y secundario del modulo docente.

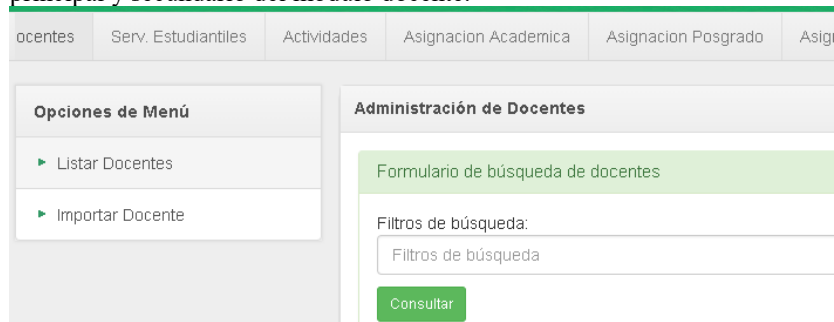


Fig 5 Menu de navegación dinámico

**Seguridad a través de roles y perfiles:** la seguridad del sistema se maneja a través del uso de usuarios y claves encriptados. Una parte importante de la seguridad es que se maneja la gestión por perfiles y roles, los cuales pueden ser asignados a los usuarios, y permiten mantener seguridad tanto a nivel de vista, como a nivel de controlador o modelo como se observa en la Fig 6.

```

if (Controller::hasRole("REGISTRAR DOCENTE")): ??
<a href="<?php echo BASE_URL; ?>docente/nuevodocente" class="btn btn-success btn-sm">Registrar docente</a>
<?php endif: ??

if (!<this->hasRole("LISTAR DOCENTE")) {
    if (<this->hasRole("DETALLAR DOCENTE")) {

```

Fig 6 Control de permisos y roles en los controladores y las vistas

Los roles pueden ser agrupados en perfiles para que puedan ser asignados a un conjunto de usuarios. Al momento de iniciar sesión se consultan los roles de los perfiles asignados y los cargados individualmente.

- **Sistema de gestión de reportes:** para la gestión de reportes se incorporaron dos elementos que hay que resaltar. El primero es el uso de Jasper Report<sup>54</sup> para la elaboración de reportes en formato PDF, ya que su diseño es fácil de realizar con la herramienta Ireport. Para poder generar los reportes se utiliza JavaBridge<sup>55</sup> como medio para poder ejecutar los archivos Java que generan el PDF. Realmente aunque nos inclinamos por PHP debíamos incluir algo de Java. La Fig 7 muestra un reporte de Análisis de Asistencia docente generado en Jasper Report desde PHP y hace parte de los más de 100 reportes con que cuenta el sistema de la Universidad.

Fig 7 Reporte de analisis de asistencia docente

Adicional se implementó una interfaz que puede ser utilizada para generar todos los reportes, ya que la misma gestiona los reportes desde la base de datos de forma dinámica y le asigna un código que identifica los componentes de la interfaz que deben ser renderizados y enviados para generar el reporte. La Fig 8 muestra la interfaz de reportes, la cual al ser dinámica, solo se debe crear el reporte en Jasper y agregar el registro a la base de datos junto a un indicador Primo de atributos.

Fig 8 Interfaz de reportes PDF

<sup>54</sup> Jasper Report es una herramienta gratuita y opensource que se compone de un conjunto de librerías java para facilitar la generación de informes en nuestras aplicaciones tanto web como de escritorio.

<sup>55</sup> PHP / JavaBridge es una implementación de un streaming, que puede ser usado para conectar un script de una maquina nativa con una maquina Virtual de Java.

Otro desarrollo que se integró al marco, que puede ser utilizado para agilizar el despliegue de reportes es la interfaz de vistas, la cual permite que una vista creada en la base de datos pueda ser descargada fácilmente desde una interfaz web, todo con el fin de suplir la necesidad de datos para ser procesados por los usuarios. Para lo anterior se hace uso del diccionario de datos de DB2.

### **2.3 Problemáticas**

El integrar algunos frameworks nos generaron inconvenientes, pero lo que mayor problema dio fue la base de datos, la versión por ser tan antigua nos obligaba a utilizar un servidor Windows Server, no se pudo utilizar Linux,

Adicional por no tener secuencias incrementales al intentar integrarlas con Doctrine no se contaba con una estrategia de generación de números de identificación o registro autoincremental, así que se editó el Framework de Doctrine para poder crear una estrategia manual con nuestra propia tabla de secuencias.

Una ganancia de Doctrine es la reingeniería inversa de las tablas a objetos en PHP, pero para esto la base debe contar con funciones DDL adicionales, las cuales no estaban soportadas por la base de datos, así que la gran mayoría de las entidades se desarrollaron de forma manual.

Al final en los nuevos proyectos que nos permitan independencia se generara una integración con PostgreSQL.

## **3 Los sistemas implementados**

Este marco de trabajo se utilizó para el desarrollo de diversos módulos del sistema de información institucional.

### **3.1 Gestión de Carga Académica**

Es una aplicación Web orientada a la gestión de la información académica de la sede Cúcuta de la Universidad Simón Bolívar. Entre sus principales funcionalidades se encuentran las concernientes a la gestión académica:

- Administración de carga académica: permite la creación de cursos de asignaturas y horarios de los mismos como se observa en la Fig 9. Igualmente permite la edición de los horarios, validando el cruce de salones y el cruce de horarios de docentes que se encuentren adscritos a los grupos. Permite la asignación de la carga académica de los docentes, validando el cruce de aulas y los toques de asignación de horas, según el tipo de contrato del docente.
- Administración de infraestructura: permite la gestión de las aulas y laboratorios, juntos con sus respectivos elementos audiovisuales. Genera reportes de ocupación de aulas para determinar la disponibilidad de salones.
- Administración de actividades complementarias: permite la asignación de actividades a los docentes por actividades externas al aula de clase, como son

semilleros de investigación, coordinación, etc. Igualmente se permite la respectiva validación de las horas asignadas para temas de pagos en nómina.

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR  
Extensión Calcuta

Inicio Docentes Actividades Asignación Académica Reportes

Opciones de Menú

- Carga Académica
- Administrar Curso
- Registrar Curso
- Consultar Horarios

Administración Carga de Docentes

Formulario de Búsqueda de Cursos de Asignatura

Programa: TRABAJO SOCIAL Jornada: Seleccione...

Asignatura: Debe seleccionar un programa... Docente: Seleccione...

Semestre: Seleccione... Grupo:

Consultar

Listado de Cursos de Asignaturas (2)

Programa	Código	Nombre	Sem	Grupo	Jornada	Cap	Docente	Nombre	Acciones
TRABAJO SOCIAL	8540	ELECTIVA EN TRABAJO SOCIAL II	6	A	DIURNO	30	1000	SIN ASIGNAR	🔍 🗑️ 🔄
TRABAJO SOCIAL	8540	ELECTIVA EN TRABAJO SOCIAL II	6	A	NOCTURNO	25	5000	COORDINADOR CONTINUA	🔍 🗑️ 🔄

Fig 8 Interfaz de carga académica

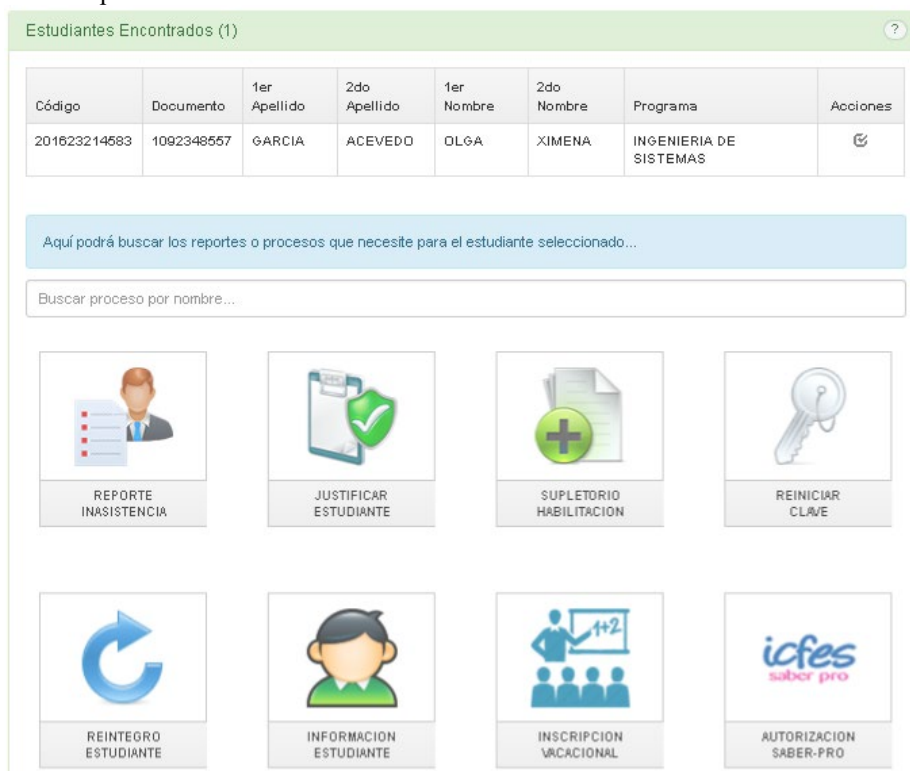
### 3.2 Gestión de Información Docente

El módulo de gestión de información docente permite que los docentes realicen el registro y actualización de su hoja de vida, según un formato definido por la sede, así de esta forma se pueden registrar estudios, experiencia, producción académica, etc. Dentro de las principales funcionalidades se encuentra:

- Administración de formación académica y continuada: permite realizar el registro de los diversos títulos del docente, tanto en formación pregrado y posgrado, así como aquella formación referente a cursos y diplomados.
- Administración de experiencia laboral: permite el registro de la información laboral de los docentes.
- Administración de producción académica: permite el registro de la información de la producción de libros, artículos, investigación, etc. que realiza el docente. Igualmente permite el registro de otra información que se solicita en la institución.
- Generar hoja de vida: permite a los docentes o funcionarios de los distintos programas, el generar la hoja de vida del docente según la plantilla definida por la institución.
- Validación de información: el sistema cuenta con una funcionalidad que permite la validación de la información registrada por los docentes. Dicha validación la puede realizar el departamento de Talento Humano, el cual determina la veracidad de la información o realizan las respectivas correcciones, para que la misma sea publicada.

### 3.3 Gestión de Información Estudiantil

El módulo de gestión de información de los estudiantes que se había heredado de Barranquilla, desarrollado en Visual Basic 6, fue reemplazado por un modulo desarrollado en el marco de trabajo. El modulo permite ver toda la información del estudiante, información básica, académica, financiera y demás. Igual a través de un control de roles y privilegios lo directores de los distintos programas pueden hacer la gestión de diversas actividades como se observa en la Fig 9, la cual concentra diversos procesos desarrollados.



**Fig 9** Interfaz de opciones de servicios estudiantiles

- Administración de información básica: permite a los programas realizar la consulta de la información básica y a registro y control permite la actualización de la misma como se observa en la Fig 10.


Opciones de Menú	Estudiante
▶ Datos Personales	Datos Personales
▶ Matriculas	
▶ Inscripciones	Código: 201623214583
▶ Horario	Usuario: o_garcia2
▶ Notas	Nombre: OLGA XIMENA GARCIA ACEVEDO
▶ Historico Notas	Genero: FEMENINO
▶ Notas Requisitos	Correo Personal: ximenag712@gmail.com
▶ Compara	Correo Institucional: o_garcia2@unisimon.edu.co
▶ Asistencia	
▶ Estado Semestre	
▶ Volantes	

Fig 10 Interfaz de información y procesos estudiantiles

- Inclusiones y cancelaciones: este proceso de gestión de la proyección académica del estudiante se realiza a través del sistema. Igual los estudiantes lo pueden hacer a través del Portal de Matricula, pero se puede gestionar de una manera más amplia desde los programas académicos.
- Reintegro: permite la gestión de los reintegros de los estudiantes.
- Reiniciar Clave: permite el reinicio de clave del portal y demás servicios estudiantiles.

### 3.4 Registro de notas, supletorios y habilitaciones

El módulo permite a los docentes el registro de notas, habilitaciones y supletorios, así como la impresión de los distintos listados para ser entregados en el área de Registro y Control

### 3.5 Gestión de vacacionales

El módulo de gestión de vacacionales permite a los programas académicos la oferta de los distintos vacacionales, así como la inscripción, aprobación, registro de notas, asistencias y demás.

### 3.5 Gestión de constancias

Permite a registro y control crear sus certificados o constancias de forma dinámica, según el formato que ellos definan pero todo bajo su propio criterio y control, utilizando una estrategia parecida a la combinación de correspondencia. Igual el estudiante puede seguir generando desde el Portal de Matricula las constancias.

Así se fueron generando diversos sistemas, como la gestión de educación continua, reemplazo del sistema de matrículas, gestión de egresados, proyección social, gestión de electivas, gestión de eventos, etc. Y se pensara en desarrollar muchos más.

## 4 Conclusiones y trabajos futuros

Después de 5 años de constante trabajo se pudo generar un marco de trabajo de desarrollo de aplicaciones que es la base del desarrollo de software de la sede, el cual después de tanto tiempo soporta los procesos y permite un desarrollo rápido y ágil.

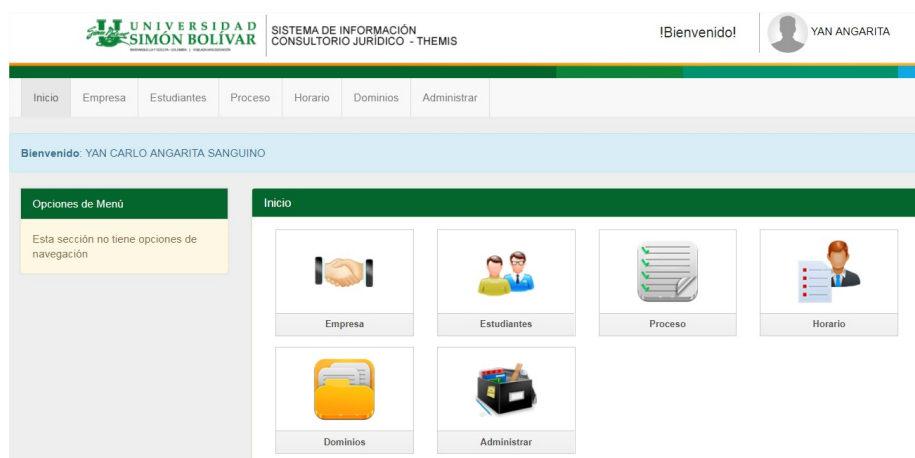
Llegar a trabajar en un ambiente nuevo es complicado, tratar en ocasiones con personas que tienen más tiempo en las empresas es complicado, pero siempre se debe intentar sacar lo mejor de ellos y en ocasiones no tener temor de empezar todo de nuevo, todo esperando que aunque el trabajo en un principio puede ser difícil el proceso a futuro será más organizado y rápido.

Al final es interesante como la percepción de los funcionarios acerca de los sistemas mejora, gracias a buenas prácticas, desarrollo más ágiles, manuales, etc. Esto no significa que el trabajo esté terminado, porque siempre los usuarios van a tener requerimientos, pero se pueden abordar de una mejor manera.

Una práctica muy importante y que ayuda a mejorar la percepción es entregar todas las funciones administrativas a los usuarios y tener manuales que les permitan resolver sus dudas, esto les da un poco más de tranquilidad.

### 4.1 Trabajos Futuros

Actualmente estamos trabajando en una versión totalmente libre, ya que teníamos una limitante con la versión de la base de datos DB2 que es propietaria y la versión que teníamos es muy antigua, y por ser desactualizada generaba múltiples inconvenientes, pero ya utilizamos el framework con una base de datos PostgreSQL, lo cual gracias a Doctrine no generó mayor traumatismo, para generar un nuevo sistema para el consultorio Jurídico de la Universidad, el cual cuenta con un nuevo diseño gráfico y se integrará con tecnologías como NodeJS y se comunicará a través de servicios Web.



## Referencias

1. Smith, TF, Waterman, MS: Identificación de subsecuencia moleculares comunes. J. Mol. Biol. 147, 195 a 197 (1981)

2. May, P., Ehrlich, HC, Steinke, T.: ZIB Predicción de una estructura de gasoductos: Redacción de un flujo de trabajo complejo biológico a través de Servicios Web. En: Nagel, WE, Walter, WV, Lehner, W. (eds.), Euro-Par 2006.LNCS, vol. 4128, pp. 1148 a 1158. Springer, Heidelberg (2006)
3. Foster, I., Kesselman, C.: The Grid: Proyecto para una nueva infraestructura informática. Morgan Kaufmann, San Francisco (1999)
4. Czajkowski, K., Fitzgerald, S., Foster, I., Kesselman, C.: Red de Servicios de Información de Recursos distribuidos en Compartir. En: 10th IEEE International Symposium on High Performance Distributed Computing, pp. 181 a 184. IEEE Press, Nueva York (2001)
5. Foster, I., Kesselman, C., Nick, J., Tuecke, S.: La fisiología de la cuadrícula: un Open Grid Services Architecture for Distributed Systems Integration. Informe técnico, Global Grid Forum (2002)
6. Centro Nacional de Información Biotecnológica, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>





## **NUEVAS SOLUCIONES**



## Implementación de la Tecnología Blockchain en la Universidad de Guadalajara

Luis Alberto Gutiérrez Días de León, Sergio Javier Uribe Nava, Jesús David Salas Valle,  
Miriam Elizabeth Huerta Raygoza.

Universidad de Guadalajara, Av. Juárez 976,  
CP 44100, Guadalajara, Jalisco.

[miriam.huerta@redudg.udg.mx](mailto:miriam.huerta@redudg.udg.mx) , [david.salas@redudg.udg.mx](mailto:david.salas@redudg.udg.mx)

**Resumen.** El proyecto Blockchain para la Red Universitaria de la Universidad de Guadalajara se enfoca en proveer una mejora en el servicio de transacciones electrónicas mediante la tecnología de Blockchain. Ésta es un conjunto de componentes tecnológicos, que corresponden a una red descentralizada, encriptación, algoritmo de consenso y validación. También incluye contratos inteligentes, los cuales permiten realizar transacciones en la red manteniendo la integridad de la información almacenada en los nodos existentes, además de confirmar cada una de ellas. Para el caso de la Universidad de Guadalajara en la Coordinación General de Tecnologías de Información "CGTI", dichos componentes se han ejecutado anteriormente de forma desagregada en los diversos procesos sistematizados de la institución. Por esta razón se determinó la factibilidad de realizar una implementación *personalizada* de la tecnología Blockchain con el objetivo de fortalecer la plataforma de desarrollo de la CGTI. Por añadidura, cabe mencionar que en la fase del presente proyecto se descarta la implementación de criptomonedas, considerando que hablar de la tecnología Blockchain no es hablar precisamente de criptomonedas.

**Abstract.** The Blockchain project for the University of Guadalajara Network focuses on providing an improvement in the electronic transaction service through Blockchain technology. This is a set of technological components, which correspond to a decentralized network, encryption, consensus algorithm and validation. It also includes intelligent contracts, which allow transactions in the network maintaining the integrity of the information stored in the existing nodes, in addition to confirming each one of them. For the case of the University of Guadalajara in the General Coordination of Information Technologies "CGTI", said components have been previously executed in a disaggregated manner in the various systematized processes of the institution. For this reason, the feasibility of making a customized implementation of the Blockchain technology was determined in order to strengthen the development platform of the CGTI. In addition, it should be mentioned that in the phase of the present project the implementation of cryptocurrencies is ruled out, considering that to speak of the Blockchain technology is not to speak precisely of cryptocurrencies.

**Palabras Clave:** Blockchain, cadena de bloques, contrato inteligente, proceso sistematizado, tecnología, transacción, criptografía, algoritmo, plataforma de desarrollo, red descentralizada, criptomonedas, plataforma de desarrollo.

**Eje temático:** El principal eje temático al que se alinea el proyecto de Blockchain para la Red Universitaria es e Infraestructura Tecnológica y Seguridad, ya que se busca tener una evolución significativa e innovadora en la implementación y adopción de las tecnologías de información. Adicional a lo anterior, el segundo eje temático de alineación es Personalización, debido a que el proyecto consiste en incorporar la tecnología de Blockchain y contratos inteligentes para fortalecer la plataforma de desarrollo de software de la Coordinación General de Tecnologías de Información, y así ofrecer un servicio del cual puedan hacer uso los procesos sistematizados de la Universidad de Guadalajara.

Para finalizar, el último eje temático de alineación es Mejora de Procesos debido a que la plataforma de Blockchain permite realizar transacciones (información cualitativa) de manera segura, agiliza la administración de los actores en la red, evita la manipulación de datos y la duplicidad de trabajo.

## 1 Introducción

Con el presente proyecto se busca obtener una evolución significativa en la implementación y adopción de las tecnologías de información de manera oportuna, incluyente e innovadora.

Además, incorporar la tendencia tecnológica Blockchain y contratos inteligentes a los procesos sistematizados de la Universidad de Guadalajara, esta actividad permitirá transmitir información de manera segura, prevenir la manipulación de datos, agilizar la administración de los actores en la red, así como una reducción sustancial de la incertidumbre en las transacciones, evitar la duplicidad de trabajo, por último, facilitar el control y verificación de los contratos inteligentes.

## 2 Problemática y contexto en que se propuso el proyecto

Blockchain se puede considerar como una base de datos distribuida que registra bloques de información y los entrelaza para facilitar la recuperación de la información y la verificación de que esta no ha sufrido modificación alguna. Este solo puede ser actualizado a partir del consenso de la mayoría de participantes y, una vez introducida, la información nunca puede ser borrada (Nakamoto, 2008).

La tecnología Blockchain está impactando a gran parte de la comunidad universitaria por su influencia transversal en la innovación tecnológica, ya que permitirá obtener una evolución significativa en la implementación y adopción de las TICS, así como:

- Fortalecer la confianza en los procesos sistematizados de la Universidad de Guadalajara
- Contar con un servicio adicional homogéneo para generar las transacciones, y
- Reducir la duplicidad de código de software de las mismas.

Por consiguiente, se detectaron las principales áreas de oportunidad en el Sistema Institucional de Control de Inventarios, timbrado de nómina, facturación y Firma Electrónica, así como, en las transacciones que implementan una generación de sellado electrónico, donde cada uno ejecutó su propia versión. Con base a lo anterior, se analizó la alternativa de realizar un mismo esfuerzo y desarrollo para todos los

sistemas considerando el objetivo principal de la tecnología y hacer uso de la robusta infraestructura que se tiene en la institución benemérita.

Por otro lado, es importante hacer principal énfasis en la decisión que se tomó al generar e implementar un concepto diferente de la tecnología Blockchain. Dicho de otra forma, *hablar de la tecnología Blockchain no es hablar de criptomonedas*, es decir, generalmente al buscar información acerca de la tecnología de Blockchain esta hace referencia a las criptomonedas, siendo que estas son el resultado de la implementación de un contrato inteligente. De manera un contrato inteligente se encuentra sobre una plataforma tecnológica, por lo que se conoce como Blockchain o cadena de bloques.

De manera que un contrato inteligente se refiere a cualquier tipo de contrato entre dos o más partes, que es capaz de ejecutarse y hacerse cumplir por sí mismo, de manera autónoma y automática. Además, las partes de un contrato inteligente pueden ser tanto personas como máquinas, por lo que las hace idóneas para la ejecución de tareas a través de Blockchain. El programa puede definir las reglas y las consecuencias estrictas del mismo, de la misma manera que lo haría un contrato tradicional, pero a diferencia de un documento legal tradicional, también puede obtener información y procesarla según las reglas establecidas previamente en el contrato para, a continuación, adoptar las medidas que se requieran como consecuencia de ello, este proceso se lleva a cabo sin la intervención humana, según explica Javier Sebastián, responsable de Regulación Digital de DLT de BBVA Research.

Con respecto al contexto de lo que es un contrato inteligente y que una criptomoneda es el resultado de un contrato inteligente implementado, se puede tener varias implementaciones de contratos inteligentes que cumplan diferentes necesidades distintas a las financieras. Siendo así, el proyecto de Blockchain para la Red Universitaria busca de inicio tener una plataforma Blockchain en la cual se puedan ejecutar los procesos sistematizados de la institución con los beneficios que la tecnología de cadena de bloques ofrece, sin embargo, esto no quiere decir que en un futuro la institución busque implementar su propia criptomoneda.

La Universidad de Guadalajara cuenta con varios procesos sistematizados desarrollados e implementados sobre una plataforma de desarrollo propia de la CGTI que permite cumplir las diversas necesidades de la institución, ya que, se tienen sistemas y/o aplicaciones a la medida se optó por seguir el mismo camino, es decir, desarrollar e implementar la tecnología Blockchain a la medida para la red universitaria.

### **3 Descripción de la solución tecnológica implementada**

El proyecto Blockchain para la Red Universitaria consiste en incorporar la tecnología Blockchain y contratos inteligentes en el uso de transacciones electrónicas en los procesos sistematizados de la Universidad de Guadalajara, las cuales deben ser confiables, íntegras e incorruptibles, de manera que se evite que un actor controle la infraestructura subyacente o debilite el sistema.

Su objetivo es generar transacciones seguras -propias de dicha tecnología- por medio de la plataforma de desarrollo de software de la CGTI y que al menos un proceso sistematizado de la Universidad de Guadalajara haga uso del servicio.

A continuación, se enlistan las fases en las que se ha desarrollado el proyecto:

1. Red descentralizada
2. Criptografía
3. Generación de la cadena de bloques

4. Algoritmo de consenso
5. Validación de la transacción
6. Implementación de un contrato inteligente en un proceso sistematizado de la Universidad de Guadalajara, y
7. Generación de una plataforma para ejecutar contratos inteligentes.

Con base en lo anterior, el proceso general que se ha llevado a cabo se inició con la realización de un caso de negocio que permitiera identificar y definir el anteproyecto, la esencia del mismo, presupuesto preliminar, justificación, problemática que resolverá, impacto organizacional, alcance, estrategias, objetivos, metas, resultados esperados, análisis de costo-beneficio, restricciones del proyecto y un breve análisis de las posibles alternativas.

Se generó un plan de inducción para el equipo de trabajo con el objetivo de impartir pláticas por expertos referentes a la tecnología Blockchain y contratos inteligentes. Se definió la infraestructura virtualizada para realizar las pruebas durante el desarrollo del sistema, esta se conforma por la habilitación de 5 servidores con su respectiva configuración.

Se realizó la especificación –personalizada–técnica, se diseñó y se desarrolló lo siguiente:

- Algoritmo de bizantinos.
- Algoritmo de consenso.
  - Se estudiaron los algoritmos *Proof of Work*, *Proof of Stake* y *Proof of Authority*.
  - Se definió entre todo el equipo de trabajo el algoritmo adecuado – Proof of Stake- para la implementación personalizada.
  - Se definió en la forma dinámica del porcentaje de nodos disponibles y aceptables.
  - Se definió la transacción de los nodos a la red Blockchain.
- Como primera instancia a modo de laboratorio se diseñó, desarrolló e implementó una red distribuida de manera virtualizada, como paso siguiente se llevó a cabo la distribución de manera física, es decir, los nodos integrantes de la red pasaron de ser virtualizados a nodos físicos.
  - Se realizaron las pruebas de servicios distribuidos mediante el algoritmo de bizantinos.
- Se definió la incorporación de nuevos nodos a la red Blockchain y sus respectivas políticas con los Centros Universitarios.

- Se validaron los servidores de los Centros Universitarios que formarían parte de la red distribuida.
- Se elaboró un proceso en el que se describe cómo se incorporarán los nodos.
- Se trabajó en un web Service tipo RESTful.
- Se creó un módulo genérico para encriptaciones PKC7, 8, 12 y SHA 256.
  - Se incorporó a la plataforma de desarrollo de la CGTI.
- Se generó la cadena de bloques.
  - Se definieron los campos personalizados de la estructura de la cadena, del bloque y de las transacciones.
- Se generó una plantilla genérica para contratos inteligentes con campos personalizables.

Es indispensable mencionar que actualmente se tienen consolidadas las fases y actividades planteadas y se han realizado las pruebas correspondientes para verificar el correcto funcionamiento del avance obtenido.

#### **4 Aspectos críticos y relevantes a resaltar y detallar**

Uno de los aspectos importantes que resalta el proyecto, es la homologación del tema entre los diferentes miembros del equipo de trabajo y directivos, se logró hablar y dominar el tema de manera unificada, se evitaron ambigüedades en los diferentes conceptos que implica la tecnología de Blockchain y contratos inteligentes.

Adicional a lo anterior, las estrategias que se utilizaron para desarrollar el proyecto, debido a que surgieron de los principales componentes de la tecnología:

- Implementación institucional de una infraestructura Blockchain privada:
- Red descentralizada en la Red Universitaria
- Criptografía tipo “Hash”
- Bloques de cadena
- Algoritmo de consenso
- Validación de la transacción
- Implementar un contrato inteligente en un proceso sistematizado de la Universidad de Guadalajara
- Plataforma para ejecutar contratos inteligentes

La implementación de un concepto diferente de Blockchain y criptomonedas como se mencionó con anterioridad, es otro aspecto importante para resaltar. Es complejo cambiar la concepción de que una criptomoneda es el producto final de un contrato inteligente que se ejecuta sobre Blockchain, sin embargo, hay diferentes implementaciones de contratos inteligentes que no son criptomonedas, es decir no todo contrato inteligente debe tener un enfoque financiero.

Al inicio del proyecto, se tomó una decisión que dirigió el proyecto hacia otro camino, y fue la elección entre realizar un desarrollo personalizado o utilizar implementación por terceros, por lo cual se hizo un análisis de las diferentes implementaciones por terceros que se encuentran en el ámbito tecnológico:



Características	Ethereum	Hyperledger Fabric	R3 Corda	Openchain	Multichain	Monax
Fundación	Julio del 2015	Julio del 2017	2015	2016	2015	2014
Gobernanza	Ethereum Developers, Enterprice Ethereum Alliance	Linux Foundation, IBM	R3	Coinprism	Coin Sciences Ltd	Monax
Descripción de la plataforma	Plataforma de blockchain genérica	Plataforma de blockchain modular	Plataforma para la industria financiera especializada en la distribución de libros contables	Es una tecnología de contabilidad distribuida de fuente abierta. Es adecuado para organizaciones que desean emitir y administrar activos digitales de una manera robusta, segura y escalable.	Ayuda a las organizaciones a construir y desplegar aplicaciones blockchain con velocidad	Es una plataforma abierta para que desarrolladores y devops construyan, envíen y ejecuten aplicaciones basadas en blockchain para ecosistemas empresariales.
Smart contracts	Solidity	Java, Go	Kotlin, Java y Smart contracts legales (legal prose)	-	Solidity	Solidity
Consenso	Minado basado en Proof of work -Ledger level	Una amplia comprensión de consensos que permite múltiples enfoques -Transaction level	Comprensión específica del consenso -Transaction level	Proof of work	Proof of work	Tendermint o bizantinoz fault-tolerant (BFT)
Escalabilidad	-	Afirma ser escalable	-	Afirma ser escalable	Afirma ser escalable	-
Lenguaje	C++	Golang, C++, Python	Golang, Java	Python, C#, JavaScript, PHP, Ruby	Javascript	Go
Licencia	MIT	GPL3, MIT, LGPL, y otros	Código abierto	Gratis, Código Abierto	Código Abierto	Código Abierto

Además, se determinó que la mejor opción sería:

- Tiempo de implementación  
Incorporación a la plataforma de desarrollo de software de la CGTI
- Costo monetario “si aplica”  
Soporte  
Licencia.

Finalmente, se decidió que sería personalizado debido a que la mayoría de los procesos sistematizados de la institución son desarrollos e implementaciones propios. La ventaja de atender las diversas necesidades de la comunidad universitaria de manera personalizada se logra al tener implementaciones “hechas a la medida”. Siguiendo el argumento de tener sistemas a la medida y para un mejor acople de los procesos sistematizados institucionales a la tecnología Blockchain, es una transición más transparente y/o saludable el desarrollo e implementación de la tecnología de cadena de bloques a la red universitaria, además como experiencia cuando se hecho uso de implementaciones de terceros, al final no terminan por cubrir las expectativas o mejor dicho las necesidades del proceso a sistematizar.

## 5 Resultados obtenidos y su impacto

Los resultados obtenidos hasta el momento son:

- Definición de la infraestructura de redes 100%
- Algoritmo de bizantinos 95%
- Web Service 90%
- Algoritmo de encriptación 100%
- Algoritmo de consenso 100%
- Contratos inteligentes 20%

Los resultados faltantes:

- Validación de la transacción
- Implementación de un contrato inteligente en un proceso sistematizado de la Universidad de Guadalajara
- Generación de una plataforma para ejecutar contratos inteligentes

Con base en lo anterior se pretende llegar al resultado final de obtener un servicio adicional en la plataforma de desarrollo de software de la CGTI para el uso de transacciones seguras que cumplan con los componentes de la tecnología Blockchain, así como de API's de desarrollo para la generación de contratos inteligentes. Es de suma importancia recalcar que el avance se irá actualizando conforme continúe el proyecto y surjan nuevos requerimientos.

El impacto que tiene este proyecto para la Universidad de Guadalajara es:

- No se requiere una inversión inicial en infraestructura debido a que se utilizará la infraestructura de los centros de cómputo de cada Centro Universitario metropolitano para la implementación de una red descentralizada.
- Fortalece las transacciones de los diferentes procesos sistematizados de la institución mediante la incorporación de la tecnología Blockchain en la plataforma de desarrollo de la CGTI.
- Reduce el tiempo de desarrollo en la sistematización de procesos que requieran hacer uso de las transacciones seguras que cumplan con los componentes de la tecnología Blockchain.

## 6 Aprendizajes

### Errores:

Es un error frecuente que se subestime el tiempo y esfuerzo de diseño, desarrollo e implementación de un proceso para su sistematización o incorporación de nuevas herramientas tecnológicas, Este proyecto no fue la excepción; una de las razones fue la diferencia conceptual en el equipo de trabajo con respecto a los componentes tecnológicos que forma Blockchain; cuando se logró unificar la concepción el avance del proyecto fue significativo.

### Aciertos:

La toma de decisiones de manera colegiada, es decir, llegar de manera unificada a la misma comprensión funcional de los diversos componentes, actores que conllevan la tecnología Blockchain.

Como se mencionó con anterioridad, el realizar un tipo de laboratorio para la red descentralizada de manera virtual, ya que, al tener la certeza del correcto funcionamiento, así como, del acople de los diversos componentes de Blockchain se procedió a su implementación de manera no virtualizada, dicho de otra manera, una implementación de los nodos de la red de forma física.

Con base a lo anterior, se concluye con un aprendizaje de innovación tecnológica, debido a que cuando inició el proyecto la mayoría del equipo de trabajo desconocía la herramienta, por cual nos enfocamos en realizar un estudio específico, en convocar pláticas con expertos, buscar referencias confiables y realizar un documento con información que sustentara la ejecución del proyecto. Un aprendizaje adicional, fue el constante cuestionamiento acerca del desarrollo de la plataforma personalizada y la utilización de plataformas desarrolladas por terceros, tales como Ethereum y Hyperledger, lo que nos permitió identificar los beneficios para la Universidad de Guadalajara.

## 7 Impactos no esperados

Uno de los impactos que no se esperaban en el proyecto fue la renuencia para modificar y mejorar la forma habitual de manejar las transacciones electrónicas en los procesos sistematizados de la institución, la capacidad de tiempo dedicado por parte del equipo de trabajo, debido a la cantidad de actividades laborales que tenían

asignadas cada persona, como consecuencia de lo anterior, el tiempo de entrega que se programó en la planeación del proyecto se retrasó tres meses cuando se tuvo que haber entregado a finales del mes de julio del presente año.

El segundo impacto no esperado fue la complejidad en la definición de la infraestructura de cada nodo de los Centros Universitarios debido a que implicó una fase nueva de planeación, análisis y coordinación de los servidores que cumplieran con los requerimientos técnicos para la incorporación de dicha red, así como la participación de personal de la Unidad de Desarrollo de la Red para monitorear la red, consumo de la misma, RAM y disco duro.

Para finalizar, el último impacto no esperado fue la dificultad en la definición de las políticas generales para la incorporación de un nuevo nodo a la red descentralizada.

## Referencias

Nakamoto, S. (2008) Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system.

Sebastián, J. (16 de noviembre de 2016) *Smart contracts: Contratos basados en blockchain*. En BBVA web. Recuperado de <https://www.bbva.com/es/smart-contracts-los-contratos-basados-blockchain/>

## Implementación de Prototipo para la Gestión de Parqueo Inteligente en la Universidad de Cuenca

José Medina<sup>b</sup>, Francisco Vega<sup>a</sup>, Mauricio Espinoza<sup>a</sup>, Victor Saquicela<sup>a</sup>,

<sup>a</sup> Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Cuenca,  
Cuenca, Ecuador  
{francisco.vegaz, mauricio.espinoza, victor.saquicela}@ucuenca.edu.ec

<sup>b</sup> Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad de Cuenca,  
Cuenca, Ecuador  
jose.medina@ucuenca.edu.ec

**Abstract.** This document describes the implementation of a prototype for intelligent parking in the campuses of the University of Cuenca. The system addresses two problems that are present when managing a proper order in parking spaces. The first is the automatic access control of vehicles to a campus and the second is the proper distribution of free spaces to park vehicles. Related to this problem, the implementation of two main components are proposed: a component of vehicle plates recognition and a component for recognition of parking spaces. Each of these components is implemented by means of image recognition using deep neural networks and free software tools.

**Resumen.** El presente documento describe la implementación de un prototipo para el parqueo inteligente dentro del campus de la Universidad de Cuenca. El sistema aborda dos problemáticas que están presentes a la hora de gestionar un adecuado orden en los espacios de parqueo. La primera es la gestión automática del ingreso de los vehículos al campus y la segunda es la adecuada distribución de los espacios libres para parquear los vehículos. Relacionado a esta problemática se propone la implementación de dos componentes principales como son: un componente para el reconocimiento de placas de vehículos y un componente para el reconocimiento de espacios de parqueo. Cada uno de estos componentes son implementados mediante reconocimiento de imágenes usando redes neuronales de aprendizaje profundo y haciendo uso de herramientas de software libre.

**Palabras Clave:** OpenCV, TensorFlow, Red Neuronal, Reconocimiento de Imágenes.

**Eje temático:** Infraestructura Tecnológica.

### 1 Introducción

En los últimos años el uso de redes neuronales artificiales (RNA) ha tomado fuerza en varios ámbitos de la ciencia, y está ayudado a solucionar problemas de la vida diaria [1]-[3]. Su gran efectividad en el campo del procesamiento de señales de audio e imágenes las ha convertido en las mejores soluciones para el reconocimiento

automático de patrones. Actualmente, debido a la gran capacidad del hardware un nuevo tipo de técnica denominado Aprendizaje Profundo (Deep Learning) ha resurgido mejorando aún más la precisión de las redes neuronales. Entre estas redes se puede mencionar las Redes Neuronales Convolucionales (CNN) que están inspiradas en el funcionamiento de la corteza visual del cerebro; mismas que están diseñadas para resolver problemas de visión artificial [1]. Dentro de la visión artificial han ayudado a solucionar problemáticas como el reconocimiento de objetos. Resolviendo complejidades posicionales resultantes de la posición 3D y la orientación de un objeto, así como la orientación de las cámaras al momento de la captura de una imagen, y sobre todo tratando con cambios de iluminación, el fondo y la oclusión que muchas veces generan imágenes drásticamente diferentes para un mismo objeto.

La gestión de parqueo inteligente es una aplicación donde se ha obtenido algunos resultados importantes [1], [4]-[6]. Estas aplicaciones pretenden automatizar y agilizar el procedimiento que toma parquear un vehículo dentro de un espacio limitado y con alta demanda de usuarios. Se puede tomar como un caso de uso el actual estado del sistema de parqueo de la Universidad de Cuenca. En cada campus de la universidad el ingreso hacia las zonas de parqueo es un procedimiento asistido por una tarjeta de identificación o por el personal de seguridad. Tanto al ingreso como a la salida del campus el usuario debe identificarse mediante una tarjeta con un ID de radio frecuencia (RFID). Este procedimiento toma tiempo ya que se debe detener el auto, sacar la tarjeta y acercarla al lector, además que muchas veces el personal olvida las tarjetas o estas se deterioran ocasionando caos a la entrada del campus, en especial en horas pico. Por lo que se podría pensar en el uso de un sistema de Reconocimiento Automático de Placas (ALPR) [5], que mediante un buen entrenamiento pueda asistir a los usuarios del parqueadero autorizando su ingreso de manera más ordenada y sobre todo ágil.

Por otro lado, abordando la misma problemática está la asignación de espacios dentro del campus [2]. Actualmente es un proceso manual, los usuarios deben dirigirse personalmente a cada zona de parqueo y apropiarse de un espacio. Debido a la gran demanda de espacios, muchas veces los usuarios gastan un tiempo considerable buscando espacios libres y en algunos casos deben dirigirse a zonas de otras facultades a las que no pertenecen, ocasionando molestias en su tránsito dentro del campus. Actualmente, la universidad cuenta con una red de cámaras instaladas en las distintas facultades las cuales proporcionan una vista completa de todos los espacios de la universidad. Entonces, se hace factible el uso de estas cámaras para la implementación de un sistema de visión artificial cuyo objetivo sea verificar la disponibilidad de los espacios de parqueo en las distintas zonas, para así asignarlos de manera ordenada y priorizando a los usuarios que trabajan en sus cercanías.

Este estudio se enfoca en la implementación de los componentes descritos anteriormente para el campus central de la Universidad de Cuenca. En la sección 2 se describe los requerimientos mínimos para la implementación del sistema. La sección 3 describe el módulo para reconocimiento de placas, mientras que la sección 4 describe su implementación. La sección 5 describe la red neuronal utilizada en este módulo. El módulo de reconocimiento de espacios libres se explica en la sección 6 y su implementación en la sección 7. En la sección 8 se resaltan las conclusiones en la implementación de este sistema.

## 2 Descripción de Requerimientos y Arquitectura del Sistema

En esta sección se describen los requerimientos dentro de cada uno de los módulos implementados y finalmente se presenta una arquitectura del sistema al unir los dos componentes principales.

### 2.1 Reconocimiento de Placas de Vehículos

El reconocimiento de automático de placas considera las siguientes características.

- Colocación de una cámara en una posición estática, con un rango de visión lo suficientemente amplio para cubrir y enfocar las placas de los vehículos en cualquier posición.
- El sistema debe estar entrenado para modelos de placas ecuatorianas de fondo blanco y con un formato determinado de tres letras y hasta cuatro números.
- El sistema debe ser robusto al ruido generado por condiciones de ambiente y mal estado de las placas.
- El sistema debe estar conectado a una base de datos que permita un acceso seguro al campus registrando los eventos de entrada y salida.
- Debe ser un sistema descentralizado y con un respaldo de control de ingreso para la gestión manual en caso de caídas de la conexión de red o del sistema.

### 2.2 Reconocimiento de Espacios de Estacionamiento

El reconocimiento de espacios libres considera las siguientes características.

- Uso de la red de cámaras IP que actualmente tiene instalada la universidad para la verificación de espacios libres.
- El sistema debe ser robusto al ruido generado por condiciones de ambiente.
- El sistema debe caracterizar a un usuario para darle prioridad sobre otros de acuerdo al lugar que frecuenta en el campus o donde trabaja.
- El sistema debe hacer uso de tecnologías como el geo-posicionamiento GPS o la localización de interiores para guiar al usuario al espacio asignado.

### 2.3 Arquitectura General

La Fig. 1 muestra diferentes módulos y como interactúan con el usuario. Primero existe un perfil de usuario que está almacenado en la base de datos dándole permisos a cada usuario para acceder al sistema de parqueo. Además, el perfil considera la necesidad de guardar datos del comportamiento del usuario y las acciones tomadas por el mismo. Con estos datos a futuro se puede analizar su comportamiento y ayudar al sistema en la asistencia de parqueo personalizada, considerando situaciones como: hora de entrada, lugar de trabajo y tiempo de uso del parqueadero. La personalización del usuario también permite considerar usuarios con necesidades especiales, para así gestionar y asignar espacios que facilite su movilidad.

La arquitectura resalta dos módulos principales: reconocimiento de placas y asignación de espacios libres. El módulo de reconocimiento permite a un usuario tener acceso a los campus de la universidad y automatiza el proceso de identificación. El módulo de asignación de espacios libres ayuda al usuario a agilizar el proceso para encontrar un estacionamiento libre.

Durante la asignación del parqueo es necesario un módulo que asista al usuario al navegar dentro del campus de la universidad. Este módulo no es analizado a profundidad en el documento, pero su función hace referencia a asistentes de navegación en interiores. Este tipo de navegación usa datos de potencia de Wifi, sensores del dispositivo móvil y sensores externos; permitiéndole al usuario navegar en espacios reducidos, algo que no se puede realizar con el uso del GPS.

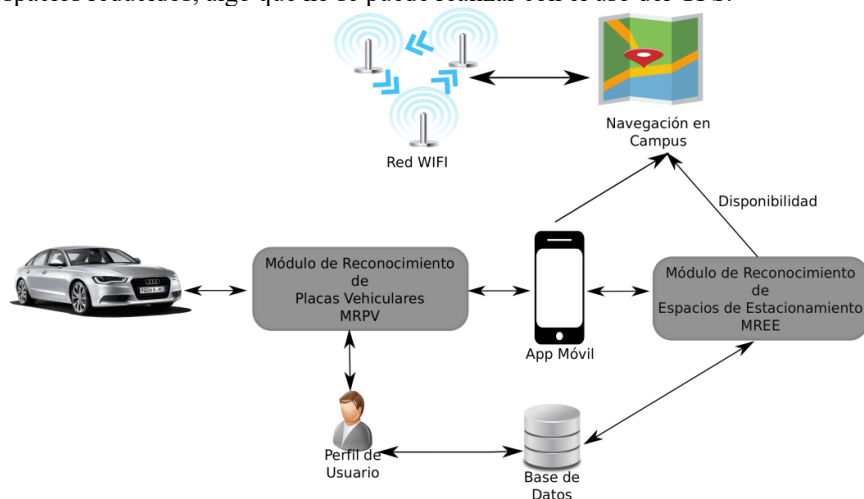


Fig. 1. Arquitectura general del sistema de parqueo inteligente.

### 3 Módulo de Reconocimiento de Placas Vehiculares (MRPV)

Este módulo permite el acceso al campus de un vehículo a través de una base de datos con los permisos de ingreso de cada usuario. Permite crear un perfil de los usuarios sabiendo los tiempos de entrada, permanencia y salida del campus. Además, almacena como se está haciendo uso de las zonas de estacionamientos, para mediante otros módulos organizar el tránsito de otros vehículos.

#### 3.1 Alcance

El sistema cubre el reconocimiento de placas en el formato ecuatoriano con las siguientes características.

- La placa consta de una serie alfanumérica que contiene 3 letras mayúsculas, seguida de un guion de separación y luego 4 dígitos.
- La dimensión de la placa es de 404 mm de alto y 154 mm de ancho.
- Los caracteres miden 38 mm de ancho por 75 mm de alto.
- La placa lleva impreso la palabra ECUADOR en letras mayúsculas y en la esquina superior izquierda contendrá impreso el logotipo de la Agencia Nacional de Tránsito.

Un ejemplo de una placa vehicular de Ecuador se presenta en la Fig. 2.





Fig. 2. Placa vehicular formato ecuatoriano.

### 3.2 Descripción General

La Fig. 1 se mostró la interacción con este módulo. Un usuario que desee ingresar al parqueadero podrá identificarse previo a crear un perfil y su registro en una base de datos (BD). La Fig. 3 además muestra el uso de una cámara IP a la entrada del parqueadero que envía una imagen un servidor y mediante el uso de una RNA identifica los caracteres de la placa, para así verifica si el usuario está registrado. Luego con la ayuda de un actuador, que puede ser un microprocesador o un microcomputador (ejm. Arduino o RaspberryPi), se acciona un brazo mecánico mediante un motor. Un sensor de posición a la entrada ayuda a detectar un vehículo acercándose y solicita un reconocimiento. Cada uno de los ingresos y salidas del parqueadero tendrá un registro en la BD.

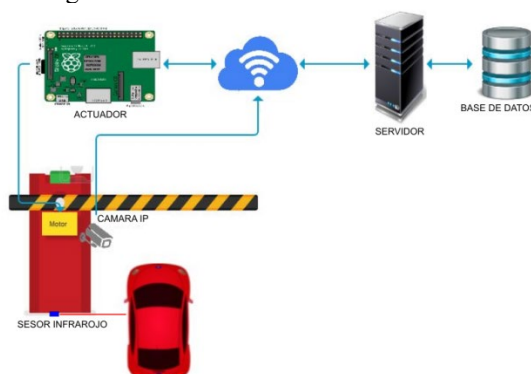


Fig. 3. Diagrama general del funcionamiento del módulo MRPV.

## 4 Implementación del MRPV

A continuación, se describe las características con las que se implementó el módulo de reconocimiento de placas.

### 4.1 Adquisición de la Imagen

La imagen a procesar se adquiere de forma digital de un video en tiempo real capturado por la cámara IP de 8 Megapíxeles, ubicada en el ingreso de los parqueaderos de la Universidad de Cuenca. Mediante la librería “urllib”, “OpenCv” y “Numpy” de Python se extrae una sola imagen del flujo de imágenes que genera la cámara IP. Se hace uso de un sensor infrarrojo colocado en las paredes laterales de la entrada para detectar el paso de un vehículo y solicitar la captura de la imagen.

## 4.2 Pre-procesamiento de la Imagen

Esta fase es considerada para el tratamiento de la imagen mediante filtros como: escala de grises, reducción de ruido gaussiano, y funciones morfológicas para eliminar el ruido que puede existir al tomar la fotografía. Los filtros usados están orientados a trabajar sobre escalas de blanco y negro dado que así se puede aislar una placa compuesta principalmente de fondo blanco.

En este punto también se corta la imagen hacia una sola región de interés (ROI). En primera instancia el ROI se establece considerando una posición fija dentro de la imagen, pero debido a que no se puede controlar la posición en la que se ubica el vehículo este ROI es amplia. Luego se extrae las formas rectangulares de la imagen mediante funciones como “Contours” del OpenCV asegurando así una ROI que aísla la placa del vehículo. Este procedimiento se puede ver en la Fig. 4 donde se ve como los distintos filtros ayudan a aislar el ROI de la placa.



Fig. 4. Filtros aplicados a imagen para aislar ROI de la placa vehicular.

## 4.3 Extracción de Caracteres

Primero sobre la placa encontrada se lleva a cabo un proceso de dilatación de la imagen usando la función “dilate” de OpenCV, esto permite visualizar de mejor manera caracteres que pueden estar imperceptibles debido al ruido generado en el pre-procesamiento o adquisición de la imagen. Luego se separa cada carácter (letra/numero) de la placa, usando solo los píxeles que rodean a cada uno; en este punto es necesario tener en cuenta un área mínima y máxima que puede tener un carácter al momento de separarlo de los demás. Una vez que se tiene de limitada las zonas de cada carácter, se interpreta cada uno por separado mediante el uso de una RNA para reconocimiento de caracteres.

## 5 Red Neuronal para el MRPV

Una vez aislada la placa se emplea una red neuronal convolucional para el reconocimiento de los caracteres de la placa.

## 5.1 Diseño de la Red Neuronal

La implementación se hace sobre una red neuronal convolucional a través del paquete de software TensorFlow. La entrada de la red neuronal es una imagen de 32x32 píxeles, por lo que la red se establece con 1024 neuronas de entrada y tres capas convolucionales. Estas se describen a continuación.

- CONV1: Tiene sus neuronas conectadas a regiones de 25 neuronas de la entrada mediante una ventana de 5x5 píxeles. La ventana se desplaza horizontalmente por la imagen con pasos de un píxel de ancho.
- FILTRO: Para CONV1 se definen un total de 64 filtros que permiten distinguir un total de 64 características.
- POOLING: Condensa los resultados de la primera capa y sus filtros reducen el número de neuronas obtenidas.
- CONV2 y CONV3: Presenta una estructura similar a CONV1, pero estas reducen el tamaño de la ventana a 3x3 píxeles. Cada uno también cuenta con filtros y un pooling para extraer solo los valores característicos esenciales.

Luego de procesar la imagen por el Pooling 3, se ingresa sus valores a una capa de salida de 1024 neuronas. La función “softmax” permite saber que letra tiene mayor parentesco, la misma será devuelta como salida de la imagen. La Fig. 5 muestra la estructura de la red neuronal convolucional en cada una de sus capas.

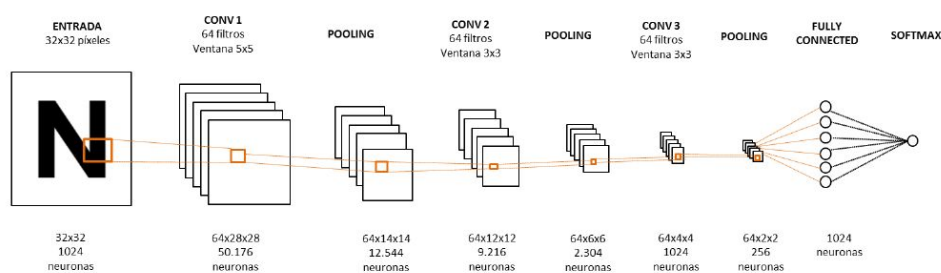


Fig. 5. Red Neuronal Convolucional para el reconocimiento de caracteres.

## 5.2 Entrenamiento

Para el proceso de entrenamiento de la red neuronal convolucional (CNN), el sistema usa el algoritmo “backpropagation” con el método de descenso del gradiente. Dentro del método del descenso del gradiente se usa la versión incremental, la cual calcula iterativamente el gradiente. Para el entrenamiento se ha escogido un total de 208012 imágenes para el entrenamiento, 3.113 imágenes para la validación y 3459 para la fase de pruebas.

El entrenamiento tiene un aproximado de 4500 iteraciones con el conjunto de imágenes de entrenamiento. La Fig. 6 muestra la precisión que se tiene durante la fase de entrenamiento de la CNN.

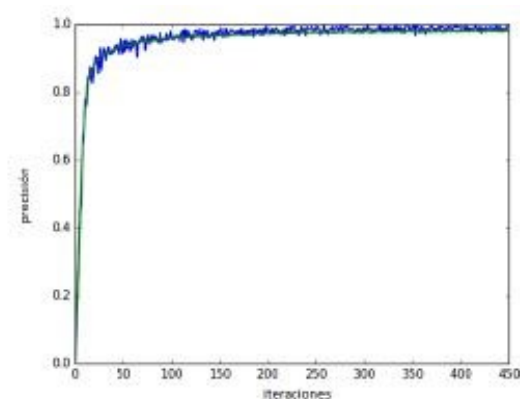


Fig. 6. Precisión en el entrenamiento de la CNN.

## 6 Módulo de Reconocimiento de Espacios de Estacionamiento (MREE)

Este módulo valida la disponibilidad de espacios libres de estacionamiento. Se usa como interfaz una aplicación móvil donde el usuario hace su petición y la misma lo dirige hasta el espacio requerido. Mediante una Red Neuronal un servidor está en constante monitoreo, el mismo usa como entrada el flujo de video de la red de cámaras que actualmente tiene desplegada la universidad en su campus.

### 6.1 Descripción General

La Fig. 8 muestra el funcionamiento del sistema de parqueo mediante cuatro módulos. El módulo 1 se relaciona a la red de cámaras para adquirir las imágenes de los espacios de parqueo. Para una implementación real este módulo debe procesar todo el flujo de video generado por la red, y deberá contar con componentes de hardware que aceleren el proceso de decodificación de las imágenes. En este caso de estudio particular se trabajará sobre un solo flujo de video que cubre algunas zonas del campus de la universidad. El módulo 2 consta de un componente de software para el reconocimiento de placas. Este módulo recibe las imágenes del módulo 1 y las almacena. Además del reconocimiento, este módulo también permite controlar luces y movimientos de la cámara por parte del personal de seguridad, dado que los flujos de imágenes corresponden a la red de vigilancia de la universidad. Con esto se aprovecha la red de cámaras no solo en la verificación de espacios vacíos, sino también en aspectos de seguridad; para ello cada acción que se desee hacer sobre la red será controlada por un servicio web.

El Módulo 3 es un servicio web que permite la comunicación con el servidor para solicitar un reconocimiento de espacios disponibles. La solicitud de un espacio se hace mediante una aplicación móvil, donde el usuario podrá hacer consultas e indicar que va a ocupar un lugar del parqueadero. El Módulo 4, contiene la aplicación móvil que además de gestionar peticiones a través del servicio web, también contiene otros servicios como: guiar al usuario hasta el espacio de parqueo, reservar un espacio de parqueo, actualizar el estado del parqueadero en tiempo real y almacenar datos estadísticos de preferencias del usuario.

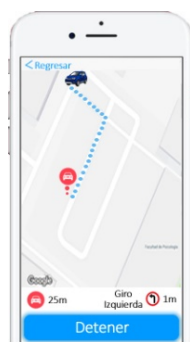


Fig. 7. Aplicación móvil: Guía hasta el espacio de parqueo

A través de la aplicación móvil el usuario podrá saber con mucho tiempo de anticipación la disponibilidad de espacios de parqueo. Con esto se evita recorrer tramos innecesarios en las distintas entradas de la universidad. Dada la amplitud del campus en un principio la aplicación toma los datos del GPS, pero una vez haya ingresado al campus la navegación será tomando en cuenta información de los sensores del dispositivo móvil. Se plantea en un futuro remplazar esta información un tanto imprecisa por un sistema de navegación en interiores guiado por la potencia de la red Wifi de la universidad [7].

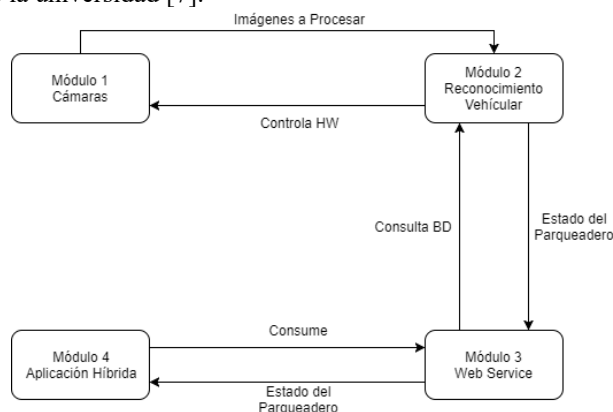


Fig. 8. Diagrama de funcionamiento del MREE.

## 7 Implementación del MREE

Para la implementación del sistema de reconocimiento se usa una RNA que identifica los vehículos dentro del parqueadero. Sabiendo que cada zona de parqueo cuenta con un número constante de espacios al reconocer el número de vehículos se podrá saber cuantos espacios están ocupados y cuantos están disponibles en un momento determinado.

### 7.1 Adquisición de las Imágenes y Pre-procesamiento

Cada imagen será obtenida de una cámara Ip de vigilancia de 8 Mpx. Las cámaras que actualmente se encuentran instaladas en el campus están a una altura de 3 metros. El rango de visión de una de ellas se puede ver en la Fig. 9.

Antes de hacer el reconocimiento de una imagen se debe corregir la misma para obtener mejores resultados. Lo primero que se considera es el enfoque hacia una ROI al igual que en el reconocimiento de placas, este procedimiento reconoce espacios de parqueo estáticos. Con la tecnología actual de las cámaras de vigilancia se puede tener el dato preciso del ángulo de giro y la distancia de enfoque. Además, sabiendo la posición donde se instala la cámara se puede segmentar los espacios del parqueo como ROIs; en cada ROI es donde se determina si hay o no la presencia de un vehículo.

En la Fig. 9 se puede ver que el fondo de la imagen del parqueo mantiene colores oscuros, con este dato sobre la imagen se hace un filtrado de color. Este tipo de filtro permite aislar los vehículos dado que su escala en colores RGB es diferente al fondo. OpenCV tiene diferentes funciones para cumplir con este objetivo una de ellas es "thresholding" que permite obtener la segunda imagen de la Fig. 9 que aísla los vehículos de mejor manera.

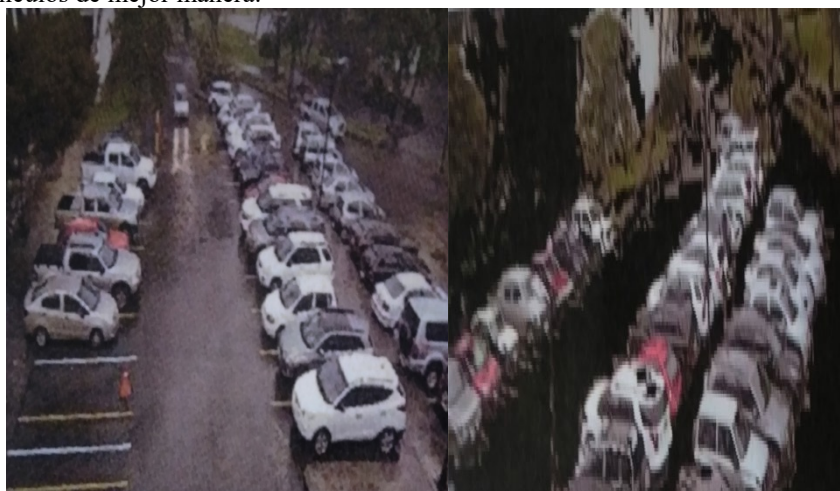


Fig. 9. Angulo de visión de espacios de parqueo y filtrado de fondo de la imagen.

## 7.2 Red Neuronal y Entrenamiento

La implementación de la Red se hace mediante la herramienta TensorFlow, que implementa un propio clasificador de imágenes llamado "Inception", conocido también como "Google Inception V3". Este proyecto de Google se utiliza ampliamente en proyecto de visión artificial, cumpliendo estándares de calidad y pruebas de funcionamiento en amplios campos del dominio.

El entrenamiento de la red se hace con un conjunto de imágenes que consideran características propias de la vida cotidiana, como presencia de objetos entre estudiantes, docentes y otro personal rondando por el parqueadero; con ello la RNA es entrenada para no confundir otros objetos con vehículos. Sumado a esto el conjunto de imágenes de entrenamiento considera distintas situaciones climáticas (soleado, nublado, lluvioso) buscando minimizar el error en la detección a diferentes iluminaciones de ambiente.

Se utiliza un conjunto de datos que contiene 12.500 imágenes, de dos parqueaderos diferentes, de tamaño 1280 x 720 pixeles, y de distintos ángulos de visión. El entrenamiento toma alrededor de 52 horas en un computador de características básicas (RAM: 8 GB, procesador i7), consiguiendo así un error menor al 3%. Un 30% de las imágenes son separadas para las pruebas de evaluación donde se alcanza una tasa de

error de 7%. Esta tasa de error se puede disminuir haciendo el reconocimiento sobre el flujo de video de otras cámaras en la misma zona de parqueo aumentando el ángulo de visión.

## 8 Conclusiones y Recomendaciones

En este documento propuso e implemento una red neuronal utilizada en aspectos de visión artificial como reconocimiento de placas y reconocimiento de vehículos. El éxito de la implementación consiste en seleccionar un adecuado conjunto de imágenes al entrenar la RNA y un buen pre-procesamiento de la imagen antes de ser analizada.

Las herramientas como OpenCV y TensorFlow, facilitan de gran manera el trabajo a la hora de diseñar sistemas de clasificación de imágenes basados en redes neuronales; es decir que los cálculos complejos necesarios para el entrenamiento y las técnicas como el backpropagation o el descenso del gradiente, quedan reducidas a simples llamadas a funciones predeterminadas, permitiendo enfocar los esfuerzos al diseñar y optimizar el sistema en el momento de la implementación.

Algunas recomendaciones para mejorar los resultados es ampliar el conjunto de datos de entrenamiento, recopilando nuevas imágenes o mediante el uso de otras técnicas que permitan crear nuevas imágenes a partir de transformaciones de imágenes existentes. Al momento de la implementación de la aplicación para asistencia en parqueo se puede recomendar hacer un levantamiento mediante sistemas GIS, que abarque geográficamente todo el campus y así asistir al usuario con una guía similar al asistente de conducción de Google. Como se mencionó en la sección 6 se podría pensar también en el uso de posicionamiento mediante Wifi que mejora la precisión al guiar a un usuario dentro de espacios pequeños en términos geográficos.

Cabe resaltar que la inversión respecto a la adquisición de software y hardware especializado para estas funciones es considerablemente alta, por lo que la alternativa presentada hace viable la implementación de este tipo de sistema para la Universidad de Cuenca considerando su situación actual.

## Agradecimientos

El presente trabajo es parte de los proyectos de desarrollo dirigidos por la Dirección de Tecnologías de la Información y la Comunicación (DTIC) y su implementación hace uso de resultados obtenidos por técnicos del DTIC.

Los autores desean expresar su agradecimiento a los estudiantes Franklin Lara y Daniel Campoverde por su participación en el trabajo.

## Referencias

1. Cazamias J, Marek M.: Parking Space Classification using Convolutional Neural Networks.
2. Álvarez Durán M. A.: Análisis, diseño e implementación de un sistema de control de ingreso de vehículos basado en visión artificial y reconocimiento de placas en el parqueadero de la universidad politécnica salesiana-sede cuenca, B.S. thesis, 2014.
3. Vázquez N, Nakano M, Pérez-Meana H.: Automatic system for localization and recognition of vehicle plate numbers. *Journal of Applied Research and Technology*. 2003;1(1):63-77.
4. Sánchez-Agustino N.: Diseño de un sistema de reconocimiento automático de matrículas de vehículos mediante una red neuronal convolucional.
5. Fernández McCann DS.: Álgebra y operadores morfológicos en el procesamiento digital de la imagen aplicados a la identificación de celdas disponibles en un parqueadero.

6. Sermanet P, Eigen D, Zhang X, Mathieu M, Fergus R, LeCun Y.: Overfeat: Integrated recognition, localization and detection using convolutional networks. arXiv preprint arXiv:1312.6229. 2013 Dec 21.
7. Evennou F, Marx F.: Advanced integration of WiFi and inertial navigation systems for indoor mobile positioning. Eurasip journal on applied signal processing. 2006 Jan 1;2006:164-.



## Twitter para detectar tendencias en TIC para su uso en educación

Hernán Gil Ramírez<sup>a</sup>, Rosa María Guilleumas García<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias de la Educación, Carrera 27  
#10-02, Pereira, Risaralda (Colombia),  
hegil@utp.edu.co, roguiga@utp.edu.co

**Resumen.** Organismos vinculados a la educación como la UNESCO, la OCDE y los ministerios de Educación y de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) de Colombia plantean la necesidad de usar las TIC en la educación. Sin embargo, son las instituciones educativas y los maestros quienes deben tomar la decisión de qué tecnologías integrar y de qué forma hacerlo, en ocasiones, sin información suficiente y actualizada. Investigaciones recientes aportan evidencia de que Twitter es un escenario viable para obtener de forma rápida y confiable la información necesaria sobre las tendencias vigentes en el mundo a partir de las publicaciones generadas por millones de personas, en nuestro caso particular, sobre el uso de las TIC en educación. En este contexto, usando la información publicada en Twitter, se ha buscado avanzar en la construcción de una propuesta metodológica que permita identificar las tendencias en las TIC para uso en educación y las redes de especialistas a las cuales conectarse; todo esto sin requerir procesar millones de datos que demanden costosas aplicaciones y potentes computadores así como personal altamente calificado para este procesamiento. Para dicho propósito se ha usado el análisis de redes sociales y la minería de texto, apoyados por las aplicaciones informáticas NodeXL, Excel, T-Lab y Tableau. Recientemente se ha empezado a explorar el análisis de sentimientos usando R. Entre los impactos obtenidos se destacan los aportes metodológicos y empíricos a profesores para la toma de decisiones sobre a qué redes de expertos conectarse y qué TIC usar en las Licenciaturas en Pedagogía Infantil y Bilingüismo; el apoyo a estudiantes en proceso de formación en investigación (semilleros); el apoyo a estudiantes de la maestría y doctorado en educación para la elaboración de sus investigaciones; la publicación de libros; la participación en eventos académicos nacionales e internacionales; y la realización de seminarios en maestría y doctorado.

**Palabras Clave:** Tendencias Tic en educación, Redes sociales, Twitter.

**Eje temático:** Mejora de procesos.

### Abstract.

Educational organizations such as UNESCO, the OECD and the ministries of Education and Information and Communication Technologies (ICT) of Colombia endorse the necessity of using ICT in education. However, it is educational institutions and teachers who must make the decision of which technologies to integrate and how to do it; sometimes, without sufficient updated information. Recent research provides evidence that Twitter is a viable scenario to obtain quickly and reliably the necessary information on current world trends from the publications generated by millions of people. In our particular case, trends in the use of ICT in

education. In this context, using the information published on Twitter, we have sought to advance in the development of a methodological proposal to identify trends in ICT for use in education and to detect networks of specialists. Our work avoids processing millions of data, which demand expensive applications and powerful computers as well as highly qualified staff. Instead, we use social networks analysis and text mining supported by software like NodeXL, Excel, T-Lab and Tableau. Recently, we have started to use R to explore sentiment analysis. Among the impacts obtained, it is important to highlight the methodological and empirical contributions for making of decisions about what networks of experts to join and what ICT to use, in the B. A. in Child Pedagogy and B.A. in Bilingualism; Also the support given to research students at undergraduate, master and doctoral programs in Education for the elaboration of their investigations; the publication of books; the participation in national and international academic events; and the guidance of master and doctoral seminars.

Key Words: ICT trends in education, social networks, Twitter.

Thematic axis: Process improvement.

## **1 Problemática y contexto en que se propuso el proyecto**

El creciente uso de las TIC está influyendo en muchos de los cambios que experimenta la sociedad. Para la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones) [1], se ha presentado un significativo incremento en la adopción de las TIC, lo que se evidencia en la cantidad de personas que utilizan Internet y teléfonos móviles en el mundo. Según estadísticas (expresadas en millones) reportadas por Kemp [2], a enero de 2015, el total de la población mundial era de 7.210 y los usuarios activos de Internet 3.010 (42% de la población mundial) y una cantidad significativa de los usuarios de Internet se conectaba a este servicio a través de teléfonos móviles; los usuarios activos de medios sociales eran 2.078 (29% de la población mundial); los usuarios activos únicos de móviles 3.649 (51% de la población); los usuarios activos de medios sociales a través de móviles eran 1.685 (23% de la población mundial); las cuentas de usuarios activos mensuales de redes sociales se acercaban a los 2.080 millones (29% de la población mundial); y el número de usuarios que accedían a cuentas sociales vía móvil era de 1.650 (23% de la población mundial).

Los datos presentados muestran un significativo uso de Internet, de redes sociales y dispositivos móviles, a través de los cuales se genera y se accede a un gran volumen de datos, a partir de los cuales, en buena medida, se pueden detectar los intereses de un amplio sector de la sociedad. Adicionalmente, organismos vinculados a la educación, internacionales como la UNESCO y la OCDE, y nacionales, como el Ministerio de Educación y el Ministerio de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) de Colombia, plantean la necesidad de usar las TIC en educación. Como anota Severin [3], la incorporación de las TIC en los espacios educativos ya no es una opción, sino que se hace indispensable desarrollar iniciativas de integración de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje a fin de responder a las demandas de la sociedad actual.

Los cambios en la educación que exige la sociedad de este primer cuarto del siglo XXI requieren la toma de decisiones inaplazables sobre qué TIC usar en educación. Sin embargo, la integración de las TIC en los procesos educativos está sujeta a dificultades, entre ellas, el hecho de que, con frecuencia, los recursos no se usan en las TIC necesarias y adecuadas, o se invierte en TIC, pero no se aportan elementos sobre su potencial uso en educación, con los sobrecostos y errores que esto implica para la educación y la sociedad y los efectos negativos que se ocasionan en el proceso.

En este contexto es importante la advertencia de la ITU sobre el hecho de que “...muchos indicadores de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) tienen una correlación significativa con el IDT [Índice de Desarrollo de las TIC], especialmente los relacionados con la reducción de la pobreza y la mejora de la salud. Además, (...) los progresos en el desarrollo de las TIC están relacionados con progresos en la consecución de algunos de los ODM, otro testimonio del papel de las TIC como facilitador del desarrollo.” [4]. Unido a lo anterior, la UNESCO [5] agrega que “Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) pueden contribuir al acceso universal a la educación, la igualdad en la instrucción, el ejercicio de la enseñanza y el aprendizaje de calidad y el desarrollo profesional de los docentes, así como a la gestión, dirección y administración más eficientes del sistema educativo.” Por esta razón se deben poder tomar decisiones responsables y basadas en información confiable sobre el uso de las TIC en educación.

En este sentido, la ITU afirma que “En esta época digital rápidamente cambiante, una de las principales dificultades que plantea la medición de la sociedad de la información es la ausencia de datos actualizados, en particular en los países en desarrollo. La ITU se une a la comunidad internacional de las estadísticas para buscar posibilidades de utilizar fuentes de datos nuevas y emergentes, tales como las asociadas con los big data, a fin de obtener datos oportunos y pertinentes para la elaboración de políticas...” [4]. Una opción viable es usar la potencia de las redes sociales como sensor social.

Valenti, López, Riorda y Strafe [6], predicen que en el 2020, “... habrá unos 28.000 millones de sensores que podrán monitorear todo tipo de cosas...” y agregan que “Los gobiernos se involucran cada vez más en aprovechar el potencial de las redes sociales y el análisis de datos...”, lo cual es posible gracias al avance significativo en el uso de las TIC.

Investigaciones recientes, aportan evidencias suficientes acerca de la importancia de Twitter como canal de circulación de información generada y compartida en tiempo real por millones de personas, lo cual lo convierte en una herramienta válida para detectar tendencias en campos como los desastres naturales, los movimientos sociales, las finanzas, o los temas relacionados con el uso de TIC en educación.

Por lo tanto, frente a los estudios tradicionales, cuya elaboración suele ser costosa y lenta e involucrar una reducida cantidad de perspectivas posibles y una base de personas poco amplia para tener múltiples puntos de vista, se plantea el uso de la información que se publica a través de Twitter para detectar tendencias en la información que circula por las redes de comunicación creadas por el flujo de los tuits en los que se incluyen los términos TIC y educación.

Con este propósito, se buscó detectar las tendencias en los temas de interés que se difunden y propagan en Twitter, específicamente en las redes de comunicación creadas por el flujo de tuits en los que se incluyen los términos TIC y educación.

No obstante, para aprovechar el potencial de los grandes volúmenes de datos que se generan en Twitter, es necesario el desarrollo de métodos para importarlos y analizarlos, a fin de avanzar en el modelamiento de problemas del mundo real, usando los patrones hallados en las publicaciones para proporcionar información útil, que complemente la información especializada. Esto podrá servir a los organismos reguladores y orientadores de la educación- la comunidad educativa (profesores, directivos, estudiantes y padres de familia), a las empresas vinculadas al sector y en general a la sociedad- como base para la toma de decisiones más informadas, justo a tiempo, y con mayores posibilidades de acierto en relación con el uso de las TIC en educación y ayudará a la generación de cambios en los procesos de enseñanza y aprendizaje que beneficiarán no solo a la comunidad educativa, sino a la sociedad en general.

## 2 Descripción de la solución tecnológica implementada

Con el objeto de identificar las probables TIC para uso en educación y las redes a las cuales conectarse, a partir de la monitorización de publicaciones en Twitter, se ha realizado una investigación en tres fases: La primera, para detectar las tendencias de los temas de interés en los tuits publicados por los usuarios conectados, en Twitter, a un grupo de 43 profesores especialistas en educación y TIC; en la segunda, para identificar las redes de especialistas que están publicando tuits sobre TIC y educación a las cuales conectarse, así como para identificar las tendencias de la información que circula en dichos tuits; y la tercera, para establecer los temas de interés predominantes en los tuits publicados sobre las tendencias identificadas en la fase anterior e identificar la polaridad en favor o en contra de dichas TIC.

**Fase 1.** Durante los años 2014 y 2016, se realizó la investigación "Dinámica de funcionamiento de redes sociales de profesores en Twitter", la cual se desarrolló a partir de los tuits publicados durante tres meses, por los usuarios conectados a un grupo de 43 profesores expertos en educación y TIC. Para este propósito importamos de Twitter, usando NodeXL, 185.517 tuits, de los que emergió una red de comunicación conformada por 49.229 nodos y 98.494 conexiones. [7].

Para establecer los actores de la red de comunicación estudiada, se elaboró una macro de Excel [8] y para analizar los datos se usó el método de Análisis de Redes Sociales- ARS (Social Network Analysis, SNA por su sigla en inglés).

Con el objeto de detectar las tendencias en los temas de interés en los tuits publicados, se valoraron los hashtags, los dominios web y los términos usados. Para identificar las tendencias de los hashtags y los dominios web, se usaron macros de Excel y mediante dicha aplicación se calcularon también las frecuencias de aparición de los hashtags y dominios web y se seleccionaron los que mostraron valores de frecuencia más altos. Para identificar las tendencias a partir de los términos, dada la cantidad de tuits procesados, se utilizó el programa T-Lab. [7] y se realizó un análisis automatizado, usando minería de texto.

**Fase 2.** En el año 2017 se inició la investigación, "Redes de comunicación creadas por el flujo de tuits publicados, a través del tiempo, en los que se incluyen los términos TIC en educación". Durante seis meses y usando NodeXL, se importaron de Twitter 78.220 tuits, que correspondían a seis redes de comunicación, una por mes: la primera con 9.818 conexiones y 4.294 nodos; la segunda con 13.304 conexiones y 5.404 nodos; la tercera con 13.507 conexiones y 5.127 nodos; la cuarta con 14.316 conexiones y 5.003 nodos; la quinta con 14.019 conexiones y 5.133 nodos; y la sexta con 13.256 conexiones y 4.568 nodos, para un promedio de 13.037 conexiones por periodo.

Para detectar la estructura de las redes de comunicación creadas en los periodos estudiados, se establecieron los nodos de cada red de comunicación y estas se analizaron con NodeXL, mediante el empleo del método de Análisis de Redes Sociales- ARS (Social Network Analysis, SNA por su sigla en inglés).

Se identificaron las tendencias de los hashtags y de los dominios web, usando macros. Se extrajeron los hashtags y los dominios web referenciados en los tuits importados y se llevaron a hojas de Excel, donde se calculó su frecuencia de aparición. A partir de esta información, se seleccionaron los hashtags y los dominios web con valores de frecuencia más altos. Para identificar las tendencias a partir de los términos, se realizó el análisis de las palabras incluidas en los tuits con NodeXL.

**Fase 3.** Para establecer los temas de interés predominantes en los tuits publicados sobre las tendencias identificadas en la fase anterior e identificar la polaridad en favor o en contra de dichas TIC (fase en construcción), se importarán de forma directa de

las bases de datos de Twitter, los tuits que incluyan las tendencias identificadas (inicialmente, elearning), mediante la API Rest de Twitter y usando el lenguaje R. Este proceso se realizará semanalmente, durante un periodo de un mes.

Para identificar los usuarios potencialmente más influyentes en la red de comunicación creada por el flujo de los tuits en los que se incluye el término elearning, se calculará el índice de influencia, a partir de las siguientes variables: Capacidad de difusión (Popularidad), número de conexiones recibidas, volumen de publicaciones, cantidad de interacciones, reenvíos y vías generadas.

Para establecer los temas de interés predominantes en la red anteriormente mencionada se usará el texto de los tuits. Tras su depuración, se les aplicarán técnicas de minería de texto y mediante el empleo de una serie de librerías del lenguaje R se realizará su análisis. Este incluirá la identificación de las palabras con mayor frecuencia de uso, con las cuales se construirá una nube de palabras y un dendograma. Además, se identificarán en los tuits importados, los hashtags y los dominios web para establecer los temas de interés predominantes. Se calculará el índice ponderado a partir de las frecuencias de publicación, la cantidad de usuarios únicos que publicaron los temas y la cantidad de días que fueron publicados.

Para determinar la polaridad en favor o en contra (tono emocional, positivo, neutro o negativo), de quienes publican en la red estudiada se usará el análisis del sentimiento (en inglés, "sentiment analysis"). Usando el archivo de texto depurado, y mediante el empleo de una serie de librerías del lenguaje R, se abordará el enfoque semántico apoyado en el uso de lexicones de sentimientos (en inglés, Sentiment Lexicon).

### **3 Aspectos críticos y relevantes a resaltar y detallar**

La propuesta metodológica desarrollada permite identificar las tendencias en las TIC para uso en educación y a qué redes de especialistas conectarse, evitando procesar millones de datos que impliquen la necesidad de utilizar aplicaciones que demanden grandes y costosos computadores y personal altamente calificado. Esta metodología puede ser usada en tiempo real o casi real y es ajustable a las necesidades de información particulares de los usuarios. En este sentido, nuestra propuesta metodológica parte del uso de cantidades de datos relativamente pequeñas obtenidas de Twitter, que los profesores pueden procesar con sus equipos de oficina, y garantiza resultados confiables, oportunos y en corto tiempo, que faciliten la toma de decisiones sobre las TIC a integrar en su proceso de enseñanza y aprendizaje.

### **4 Resultados obtenidos y su impacto**

En este apartado se presentan los resultados obtenidos y su impacto, asociados a cada una de las dos fases desarrolladas en el proyecto.

#### **4.1 Resultados obtenidos**

En la fase 1 se identificaron las tendencias de los temas de interés asociadas a los hashtags, a los dominios web y a los términos más usados en los textos de los tuits.

Entre los hashtags con mayor frecuencia de citación, se destacan educación, ABPmooc\_intef, elearning, tic. Se hace evidente que los hashtags que se identificaron

como tendencia no fueron impuestos por grupos de interés minoritarios, sino que en términos generales, fueron referenciados por muchas personas, que los visibilizaron a través de sus tuits.

Entre los dominios web referenciados en los tuits publicados, se encontraron sitios de blogs (blogspot), sitios para la publicación de vídeos (Youtube); redes sociales (Facebook, Instagram, LinkedIn, foursquare); periódicos y diarios en línea (Paper.li, eldiario.es); sitios de curaduría de contenidos (Scoop.it). Es de resaltar que la mayor cantidad de dominios web referenciados fueron las redes sociales y los periódicos y diarios en línea. También es de destacar la significativa cantidad de dominios web, que hacían referencia a sitios de blogs diferentes a blogspot. Dentro de este grupo destacan importantes y reconocidos blogs educativos como blog.educalab.es; blog.tiching.com; blogs.ciberespiral.org así como el blog del periódico el país (blogs.elpais.com). La relación de dominios web en general y de blogs en particular muestra las tendencias en el uso de la web y muestra a los profesores qué dominios web integrar en sus aulas.

Con relación a la frecuencia de aparición de los términos de interés, se destacan Educación, Educativo, Social, Aprender, Curso, Seguir, Blog, Proyecto y Twitter.

En la fase 2 se identificaron las tendencias de la información que circuló en los tuits publicados en los que se incluyeron los términos TIC en educación, a partir de los hashtags, los dominios web y los términos predominantes.

Entre las tendencias identificadas a partir de los hashtags, se destaca el predominio de herratic, aprendizaje, socialmedia, videos, edtech, infografía, recursos, profesores y elearning. Aunque entre los hashtags con mayores frecuencias, se incluían educación y tic, estos hashtags se excluyeron para el análisis, en razón a que hacían parte de los criterios de importación de los datos.

Dominios web como scoop.it; paper.li; aulaplaneta.com; twitter.com; tiching.com; y youtube.com, son tendencias en los seis períodos estudiados. Dominios web que hacen referencia a curaduría de contenidos, diarios en línea, recursos de editoriales, redes sociales, apoyos sobre usos educativos de TIC, y repositorios de vídeos respectivamente.

Con relación a las tendencias en los términos usados en los tuits, a lo largo de los seis períodos estudiados, se destacan palabras como aprendizaje, herramienta, aula y blog que se encuentran entre las más citadas, así como recursos, digital, innovación y tecnología.

En la fase 2, usuarios como aulaplaneta, ramon3434, tiching, scoopit se registran entre los más mencionados, seguidos por planeteducativo, ministerio\_tic, lunadavid y mineducacion. Este dato muestra quienes serían los mejores actores a seguir.

En resumen, cuatro hashtags, elearning, edtech, Elearning y Edtech son tendencias en las dos fases. Tres dominios web, youtube.com, scoop.it y paper.li son tendencias en las dos fases. Sólo un término, Blog es tendencias en las dos fases, algo que no sucede con ninguno de los usuarios con mayores menciones. Asimismo, mientras un número significativo de tendencias asociadas a los hashtags y a los dominios web siguen predominando a lo largo del tiempo, sin embargo, esto no se mantiene en las tendencias asociadas a los términos incluidos en los tuits.

Hay que señalar que, si bien la forma de recolectar los datos fue diferente en la fase 1 y en la fase 2, los resultados tienen puntos de coincidencia, particularmente en las tendencias detectadas. Sin embargo, la comparación entre ambas fases permite también observar cómo van cambiando tanto las tendencias detectadas como los usuarios más seguidos en las redes estudiadas, lo cual lleva a concluir que es necesaria una actualización periódica en relación con las tendencias sobre TIC en la educación.

## 4.2 Impacto

Entre los impactos obtenidos se destacan: los aportes metodológicos y empíricos a profesores, apoyo a estudiantes en proceso de formación en investigación (semilleros), apoyo a estudiantes de la maestría y doctorado en educación, realización de seminarios en maestría y doctorado, socialización de la propuesta, y publicación de libros.

**Aportes metodológicos y empíricos a profesores.** Los resultados del proyecto se han usado por profesores de programas académicos de pedagogía infantil y de bilingüismo de la Universidad Tecnológica de Pereira, como referentes para determinar qué TIC integrar en los cursos de informática educativa, aprendizaje del inglés asistido por computador, herramientas multimediales para la educación bilingüe y e-learning, y también como base en la conformación de sus redes de referencia.

**Apoyo a estudiantes en proceso de formación en investigación.** Se ha apoyado el proceso de formación de estudiantes que hacen parte de los semilleros de investigación del eje cafetero, en temáticas asociadas al proyecto. Se ofreció una conferencia sobre "Redes sociales como herramienta para la investigación", en el cuarto encuentro de semilleros de Risaralda y otro seminario sobre búsqueda de información y gestores bibliográficos, en el programa de formación de semilleros de investigación, actividades organizadas por RREDSI (Red Regional de Semilleros de Investigación).

**Apoyo a estudiantes de la maestría y doctorado en educación.** La experiencia, los resultados y el diseño metodológico logrado a través del proyecto, se ha incorporado en la dirección de tesis tanto de la maestría como del doctorado en educación de la Universidad Tecnológica de Pereira. En la maestría, se dirigieron dos tesis sobre tendencias de las TIC para uso en educación. La primera, "Tendencias de los TIC para usos en la educación a partir de la monitorización de las cuentas en Twitter de 11 portales educativos iberoamericanos", y la segunda, "Tendencias de las TIC para uso en educación a partir del monitoreo de las cuentas de Twitter de 24 curadores de contenido educativo". En el doctorado, se está dirigiendo una investigación sobre redes de apoyo social y escolar a niños y niñas con presunción o diagnóstico de Leucemia.

**Realización de seminarios.** A partir de la experiencia acumulada en el desarrollo del proyecto, se han orientado seminarios sobre análisis de datos y sobre búsqueda de información, a los estudiantes de la Maestría en Educación de la Universidad Tecnológica de Pereira y sobre análisis de textos con T-LAB y procesamiento automático de textos-ARS, a los estudiantes del doctorado en Psicología de la Universidad del Norte.

**Socialización de la propuesta.** Se han socializado la metodología y los resultados del proyecto, en congresos nacionales e internacionales. Se presentó la ponencia "Social Networks of Teachers in Twitter", en el 2nd Annual International Symposium on Information Management and Big Data, SIMBIG 2015, realizado en Cusco, Perú; se presentó la ponencia "Dinámica del funcionamiento de redes sociales de profesores en Twitter", en la primera jornada de socialización de resultados de investigación de la Universidad Tecnológica de Pereira, realizada en Pereira, Colombia; y se presentó la ponencia, "Tendencias en los temas de interés en una red de comunicación de profesores en Twitter.", en el Workshop de Investigación: Análisis estructural e investigación-acción, realizado en Montería, Colombia.

**Publicación de libros.** Los resultados del proyecto y sus aportes metodológicos, se han publicado en los libros "NodeXL para el análisis de redes de comunicación en Twitter" y "Redes de Comunicación de Profesores en Twitter", y en el capítulo de

libro “Social Networks of Teachers in Twitter. In: Lossio-Ventura J., Alatrística-Salas H. (eds) Information Management and Big Data. SIMBig 2015, SIMBig 2016. Communications in Computer and Information Science, vol 656. ed: Springer Publishing Company, Inc.

*Otros apoyos.* Se han dictado dos conferencias sobre “Interacción en redes sociales para la productividad intelectual”, como parte del programa donante de tiempo para egresados y comunidad de la Universidad Tecnológica de Pereira.

## 5 Lecciones aprendidas

El conocimiento que hemos adquirido a través del proceso de desarrollo del proyecto y que surge, tanto de las experiencias de éxito, como de las dificultades que hemos tenido que afrontar, nos ha permitido identificar las acciones que debemos realizar para reforzar los aciertos y superar las dificultades, en nuestros futuros trabajos.

Entre los aciertos, es de resaltar la capacidad para identificar tendencias en TIC para uso en educación, así como el impacto logrado en los programas de formación de docentes [9] al incorporar la información sobre dichas tendencias en los contenidos de los cursos.

También consideramos un acierto significativo el haber logrado avanzar en el desarrollo de una metodología eficiente para la captura y el análisis de los datos, la cual ha sido posteriormente aplicada por estudiantes de maestría y doctorado en sus investigaciones.

Como principales dificultades identificadas, podemos mencionar la necesidad de contar con potentes equipos de cómputo que permitieran procesar la gran cantidad de datos con la que inicialmente decidimos trabajar. El estudio de otras investigaciones realizadas en el campo del análisis de redes sociales mostró la viabilidad de obtener resultados confiables a partir de un conjunto de datos más reducido que pudieran ser procesados con equipos y software al alcance de un usuario promedio.

Dado el incipiente desarrollo del análisis de redes sociales en Colombia y la falta de grupos académicos que trabajen el análisis de redes sociales en educación, nos ha sido difícil el intercambio de experiencias, así como obtener retroalimentación sobre nuestro trabajo a nivel nacional, lo cual nos llevó a establecer contactos con otros investigadores en redes sociales pertenecientes a disciplinas tan variadas como la física, la salud, la sociología y la computación.

Una última dificultad a reseñar se relaciona con el hecho de que no basta con identificar tendencias, sino que es necesario avanzar en el desarrollo de propuestas que aprovechen su potencial pedagógico.

Lo anteriormente expuesto nos lleva a plantearnos las siguientes acciones que realizar en el futuro para recoger las lecciones aprendidas y mejorar el proyecto:

Buscar nuevos escenarios para la difusión de los resultados de nuestro trabajo, tanto en relación con la metodología de recolección y análisis de los datos, como de las tendencias de las TIC para uso en educación identificadas.

Complementar la identificación de tendencias con la descripción de su potencial uso pedagógico como apoyo a los procesos de enseñanza y aprendizaje dentro y fuera del aula.

Impulsar la creación de una red académica nacional de investigación en análisis de redes sociales y mantener los vínculos creados con otros académicos tanto nacionales como internacionales de este campo.



## 6 Referencias

1. ITU, Statistics, <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>, (2016).
2. Kemp, S., Digital, Social & Mobile Worldwide in 2015, <http://wearesocial.com/uk/special-reports/digital-social-mobile-worldwide-2015>, (2015).
3. Severin E., Tecnologías de La Información y La Comunicación (TICs) en Educación, <https://publications.iadb.org/handle/11319/3641>, (2010).
4. ITU, Informe sobre medición de la sociedad de la información 2014. Resumen ejecutivo, [http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/mis2014/MIS\\_2014\\_Exec-sum-S.pdf](http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/mis2014/MIS_2014_Exec-sum-S.pdf), (2014)
5. UNESCO, Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación, <http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/icts/>, (2016)
6. Valenti, P., López-Ghio, R., Riorda, M. y Strafe, F., El gobernauta latinoamericano. Estudio del perfil de los gobernantes latinoamericanos en redes sociales, <http://gubernauta.org/Gubernauta-Completo.pdf>, (2015).
7. Gil, H., y Guilleumas, R.M., Redes de comunicación de profesores en Twitter. Editorial UTP, (2017).
8. Gil, H., y Guilleumas, R.M., NodeXL para el análisis Redes de comunicación en Twitter. Editorial UTP, (2017b).
9. Licenciaturas en Pedagogía Infantil y en Bilingüismo con énfasis en inglés de la Universidad Tecnológica de Pereira.

## Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco del Proyecto de Investigación 4-17-2, “Redes de comunicación creadas por el flujo de tuits publicados, a través del tiempo, en los que se incluyen los términos TIC en educación”, financiado por la Universidad Tecnológica de Pereira.

## **GOBERNANZA – PLANIFICACIÓN**



## Lecciones aprendidas en la implantación de la Cartera Estratégica de Proyectos TI en las universidades españolas

Faraón Llorens-Largo <sup>a</sup>, Francisco Maciá-Pérez <sup>a</sup>, Juan Manuel Aparicio-García <sup>a</sup>, Carlos Juiz <sup>b</sup>, Antonio Fernández-Martínez <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Universidad de Alicante, Apartado de correos 99,  
03080 Alicante, España

[Faraon.Llorens@ua.es](mailto:Faraon.Llorens@ua.es), [pmacia@dtic.ua.es](mailto:pmacia@dtic.ua.es), [juanma.aparicio@ua.es](mailto:juanma.aparicio@ua.es)

<sup>b</sup> Universitat de les Illes Balears, Carretera de Valldemosa, km 7,5,  
Palma, Illes Balears, España

[cjuiz@uib.es](mailto:cjuiz@uib.es)

<sup>c</sup> Universidad de Almería, Carretera Sacramento s/n,  
04120 La Cañada de San Urbano, Almería, España

[afm@ual.es](mailto:afm@ual.es)

**Resumen.** La cartera de proyectos TI es una buena práctica bastante implantada en las universidades, tanto en las españolas como en las latinoamericanas. En este trabajo se aborda el análisis cualitativo por medio de entrevistas de nueve experiencias de implantación de la cartera de proyectos TI en sendas universidades españolas. De estas entrevistas se entresacan las lecciones que pueden ser útiles a los responsables de TI de las universidades que quieran iniciar un proceso de implantación o que quieran evaluar y revisar su actual modelo. Para facilitar su lectura se han estructurado en cinco momentos clave del proceso de implantación: desde la idea inicial, el diseño de la cartera, la puesta en marcha, la valoración de la experiencia y finalmente la consolidación y mejora.

**Palabras Clave:** Cartera de proyectos, TIC, gobernanza, universidades.

**Eje temático:** Gobernanza y Gestión TIC.

## 1 Introducción

### 1.1 Transformación digital de las universidades

La transformación digital es el mayor reto al que se enfrentan en estos momentos las organizaciones, y en concreto las universidades. Y solo estarán en condiciones de abordarlo si dejan de percibir a las TI como mera infraestructura y proveedores de servicios y las convierten en verdaderas aliadas estratégicas. Debido a la fuerte dependencia que las organizaciones tienen de las TI, es muy difícil encontrar un proceso de negocio que no esté soportado en mayor o menor medida por estas tecnologías. Por tanto, las TI son un factor clave del desarrollo y competitividad en una organización [1]. Bajo estas condiciones se podría afirmar que las TI de una empresa están bien gobernadas si, por ejemplo, están generando valor a partir de sus inversiones en TI, pasadas, presentes y futuras. Es decir, el gobierno de las TI, englobado dentro del gobierno corporativo de la organización, debe asumir las responsabilidades de las inversiones de TI como fuentes del valor de TI en la organización. Puesto que el gobierno de las TI consiste en la capacidad organizativa ejercida por el consejo de dirección de la universidad, para controlar la formulación e implementación de la estrategia de las TI y, de este modo, asegurar su alineamiento con el resto de las funciones universitarias, se debe conocer primero cómo aproximarse a ese alineamiento estratégico de las TI.

El mecanismo de gobierno que normalmente es menos tangible es el alineamiento estratégico. Se entiende por alineamiento, la sincronización optimizada entre los objetivos y procesos de negocio con los servicios tecnológicos que se proveen, de una forma dinámica y en constante interacción entre la estrategia y la operativa de la organización [2]. Por consiguiente, el alineamiento estratégico de las TI se produce a través de varios niveles de estructuras en la organización y a través de distintos procedimientos y actividades. En cualquier organización, se puede alinear la estrategia de la institución y de las TI a través de procesos como por ejemplo el proceso de inversiones de TI, el control de gastos, el pago por uso de las TI, la gestión de la calidad de los servicios tecnológicos, etc. Pero quizás, la selección y priorización de la cartera de proyectos de TI, sea uno de los procesos más efectivos para la ejecución de la estrategia de TI para cualquier organización. Ello es debido a que los proyectos de TI son una de las acciones más visibles y de mayor impacto de los servicios de informática en las empresas privadas o públicas, y por ello también en las universidades.

### 1.2 Cartera de proyectos TI en las universidades

Para poder gobernar las TI debemos conocer primero el estado actual de las mismas [3]. Existen numerosos estudios que analizan el estado de las tecnologías de la información en las universidades. Vamos a centrarnos en los indicadores relacionados con la cartera de proyectos TI de estos estudios.

Si nos ceñimos a los estudios latinoamericanos, encontramos el informe *UNIVERSITIC LATAM: Descripción, Gestión y Gobierno de las Tecnologías de la Información en las universidades latinoamericanas*, que recoge el objetivo “Desarrollar una cartera de proyectos alineada con los objetivos de la universidad” y lo mide a través de ocho indicadores. En su edición de 2014 [4], los valores para algunos de estos indicadores son: el 61% de las universidades participantes en el

estudio tiene definido y publicado el procedimiento para evaluar y priorizar el orden de ejecución de los proyectos TI; el 64% soporta los proyectos TI en una documentación adecuada que ayude al equipo de gobierno a tomar decisiones sobre su ejecución; el 55% diseña anualmente una cartera de proyecto TI bien definida que es priorizada y aprobada por el equipo de gobierno de la universidad; con un número medio de 28 proyectos TI en la cartera y un coste total de la cartera de 740,250 euros. Este informe recogía la información de 41 universidades, apenas el 2.8% del total. Además, pertenecientes a 11 países distintos. Aunque estos datos nos pueden dar una primera idea, dada la reducida tasa de respuesta y la heterogeneidad de la muestra, se optó por realizar estudios sectorizados por países.

México publicó por primera vez en 2016 el informe *Estado actual de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en las Instituciones de Educación Superior en México*, promovido por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES). Este informe también incorpora un objetivo relacionado con el portafolio de proyectos (cartera de proyectos) y su alineación con los objetivos de la institución, con cuatro indicadores. En su edición de 2017 [5], en el que participaron 149 instituciones de educación superior (IES), el valor para estos indicadores es: el 71% de las IES que respondieron la encuesta cuenta con un portafolio de proyectos de TI priorizado y alineado a los objetivos de la institución; en el 63% la alta dirección (Rector o Secretarías) participa en la priorización de los proyectos de dicho portafolio; y el 30% respondieron que tiene implementada una metodología de administración de proyectos.

Ecuador acaba de publicar su informe *UETIC 2017. Estado de las Tecnologías de la Información en las Universidades Ecuatorianas* impulsado por la Red Nacional de Investigación y Educación Superior del Ecuador (CEDIA) [6]. Recoge la respuesta de 37 universidades, y el 43% de las mismas tiene un portafolio de proyectos TIC formalmente aprobados y alineados con los objetivos de la universidad y en el 22% la alta dirección participa en la priorización de los proyectos.

En el caso de España, el informe anual *UNIVERSITIC: Análisis de las TIC en el Sistema Universitario Español* publicado por Crue Universidades Españolas recoge información aportada por las propias universidades sobre el estado de sus tecnologías de la información. Este informe, que lleva publicándose anualmente desde 2006, incluye el objetivo “Desarrollar una cartera de proyectos alineados con los objetivos de la universidad” dentro del eje 2 - Proyectos TI de la capa de Gestión de las TI. Para evaluar este objetivo, se propone la pregunta ¿diseña anualmente una cartera de proyectos TI bien definidos que es priorizada y aprobada por el Equipo de Gobierno de la universidad? En la última edición, *UNIVERSITIC 2017* [7], el indicador sobre la cartera de proyectos TI lo han proporcionado 46 universidades. De estas, 22 universidades (el 48% de las que han respondido) han dicho que gestionan anualmente una cartera de proyectos TI priorizada y aprobada por el equipo de gobierno. Y 24 universidades han respondido que no (el 52%).

Analizada la situación general de la cartera de proyectos TI en las universidades mexicanas, ecuatorianas y españolas a 2017, nos preguntamos por las claves para la implantación exitosa de la misma. Para saber cómo hemos llegado hasta aquí vamos a analizar en detalle algunas experiencias concretas. Tenemos algunos datos cuantitativos, pero en este trabajo nos interesa conocer cuáles han sido las claves en el éxito (o fracaso) de la implantación de la cartera estratégica de proyectos de TI. Es por ello por lo que vamos a abordar una investigación cuantitativa y centrada en algunas experiencias concretas, como describiremos en el siguiente apartado. A partir de este momento, vamos a fijarnos únicamente en las universidades españolas.

### 1.3 Diseño de la investigación

La metodología empleada en este trabajo ha sido la investigación cualitativa a través de entrevistas. Tras disponer de datos de implantación de la cartera de proyectos TI en las universidades, se ha querido recoger de forma sistemática la experiencia de algunas de estas universidades, para poder aprender de los implicados directos. La entrevista es una técnica de gran utilidad en la investigación cualitativa para recabar información. La entrevista es más eficaz que el cuestionario porque obtiene información más completa y profunda. Además, al haber interacción entre el entrevistado y el entrevistador durante el proceso de la entrevista, se abre la posibilidad de aclarar dudas y complementar respuestas, promoviendo resultados más útiles. La entrevista es muy ventajosa principalmente en los estudios descriptivos y en las fases de exploración.

Un aspecto clave de este tipo de investigación es la selección de los entrevistados y los criterios utilizados para dicha selección. Como hemos visto, entre las universidades españolas contamos con, al menos, 22 experiencias de diseño e implantación de una cartera de proyectos TI. Se ha intentado buscar una representación lo más amplia posible de todas las casuísticas universitarias: públicas y privadas, presenciales y a distancia, grandes y pequeñas, históricas y nuevas. También se han incluido experiencias que no se hayan consolidado, ya que no solo se aprende del éxito, sino también de los fracasos. Por último, se ha tenido en cuenta el papel jugado en el liderazgo de esta, siendo tan importante como las universidades el perfil profesional y personal de los entrevistados. Con todas estas condiciones en mente, hemos seleccionado diez responsables de TI que han diseñado y puesto en marcha una cartera de proyectos TI en sus nueve universidades.

Se trata de una investigación en la que se ha utilizado la entrevista semiestructurada, ya que este tipo de entrevistas, al mismo tiempo que ofrecen un grado de flexibilidad aceptable, mantienen la suficiente uniformidad para alcanzar interpretaciones acordes con los propósitos del estudio. Por un lado, tenemos la parte estructurada, en la que el investigador previamente planifica las preguntas que quiere formular y se plantean las mismas preguntas a todos los participantes en la investigación. Para ello, tras analizar detenidamente el propósito de la investigación, se han preparado y pasado a los entrevistados nueve preguntas para que sirvan a modo de guion para la entrevista. Por otro lado, los entrevistados tenían libertad para responder directamente a las preguntas o simplemente hablar de su experiencia.

Estas preguntas se han seleccionado con la pretensión de recoger la experiencia de los entrevistados en todas las etapas del proceso, desde los preliminares de acercamiento a la idea hasta llegar a tener en funcionamiento una cartera de proyectos TI estable. Las preguntas utilizadas en la entrevista han sido:

1. ¿Cómo surgió la idea o necesidad de implantar la cartera?
2. ¿Con qué ayuda se pudo contar para iniciar el proceso?
3. ¿Qué retos previos tuvieron que ser superados para iniciar el proyecto?
4. ¿Qué problemas surgieron durante la puesta en marcha?
5. ¿Qué problemas aparecen desde el lanzamiento y durante la ejecución de la primera convocatoria?
6. ¿Cómo valoras la experiencia?
7. ¿Cómo crees que valoran la experiencia los demás?
8. ¿Qué cambiarías ahora a partir de la experiencia y visión obtenidas?
9. ¿Se ha consolidado la experiencia? ¿Por qué crees que ha sido?

## 2 Análisis cualitativo de las experiencias de implantación

Se han analizado las respuestas de los diez entrevistados que han sido responsables de la implantación de la cartera de proyectos TI en nueve universidades españolas. En este apartado vamos a exponer las experiencias organizando el texto de las respuestas a las nueve preguntas en cinco momentos clave del proceso de implantación de la cartera estratégica de proyectos de TI, desde la idea inicial y los tiempos previos a la decisión de su implantación, el diseño de esta y la puesta en marcha, el momento de la verdad con el lanzamiento de la primera edición, finalizando con la valoración de la experiencia y las previsiones de futuro.

### 2.1 Primeros pasos

En este apartado recogemos los aspectos relacionados con la fase previa a la decisión de implantar la cartera de proyectos TI en la universidad, derivadas, fundamentalmente, de las respuestas a la pregunta *¿cómo surgió la idea o necesidad de implantar la cartera?*

Es indiscutible el papel jugado por la Comisión TIC de Crue Universidades Españolas en la implantación de esta buena práctica en las universidades españolas. Así lo reflejan todos los testimonios de estas ocho experiencias: “desde el área de recursos TI de la Gerencia de la universidad se venía trabajando en los grupos y comisiones de la Crue-TIC, más concretamente en el grupo de trabajo de Análisis, Planificación y Gobierno TI. Este grupo se ocupa de la promoción de los beneficios del Gobierno TI a través de cursos y jornadas. Una de estas jornadas fue justamente sobre Cartera de Proyectos”. Y “la labor realizada por Crue-TIC en estos últimos años, incidiendo en la importancia del gobierno de TI en las universidades y sus actuaciones de formación y difusión han sido fundamentales para avanzar en este camino”. Además de convencer y formar, el gran aporte de Crue-TIC fue hacer ver a los responsables de las universidades que no estaban solos y que podía ayudarles a hacer realidad este proyecto: “ya llevábamos un par de años haciendo una gestión global de proyectos, pero tras la experiencia de la acción de Crue-TIC de estrategia TI en las universidades y los primeros cursos formativos, vimos cómo formalizarlo y encajarlo en una estrategia TI global de la universidad”.

La mayoría de los testimonios también coinciden en que confluieron en el tiempo distintas iniciativas paralelas que se complementaron y dieron como resultado la decisión de abordar la implantación de la Cartera de Proyectos en sus universidades. Algunas de estas iniciativas eran externas, pero otras eran internas a las propias universidades: “el mismo programa electoral elaborado para las elecciones a Rector ya recogió todo un epígrafe dedicado al compromiso con lograr un Buen Gobierno que se materializaría en una primera aproximación en la implantación de Gobierno TI. Dentro de esta estrategia, una de las medidas era la creación de una cartera de proyectos TI estratégica”.

También surge la iniciativa como respuesta a determinados problemas detectados en el funcionamiento de las propias universidades. Algunos de carácter tecnológico, como el “grado de obsolescencia de la tecnología, o así era percibida, que no nos permitía implementar cambios en los procesos o en la organización, que no podía seguir al negocio”. Pero fundamentalmente de dirección: “atender todas las peticiones de proyectos que se solicitaban al Servicio de Informática y Comunicaciones era una tarea imposible. Todos los vicerrectorados y servicios consideraban que sus solicitudes eran prioritarias y urgentes y desde el servicio nos sentíamos desbordados e impotentes, ya que era imposible atenderlas todas a la vez. Esto generaba frustración



tanto en los solicitantes como en el personal del propio servicio. Algunos usuarios, disgustados porque no se atendían sus solicitudes con la rapidez deseada, se preguntaban a qué nos dedicábamos en el servicio y se quejaban del funcionamiento”.

Y en algunos momentos, se estaban tomando decisiones basadas únicamente en aspectos de gestión: “la decisión sobre qué peticiones atender primero se tomaba casi siempre por el propio personal del servicio en función de los recursos humanos disponibles y la importancia que le diésemos a los usuarios peticionarios y a las distintas solicitudes. Generalmente se priorizaban las relativas a la gestión académica y las que tenían que ver con cambios normativos. Posteriormente, se consideró la conveniencia de que fuesen los miembros del equipo de gobierno los que conociesen de primera mano todas las necesidades en materia TIC y tomaran las decisiones de priorización de los proyectos con una visión más global”.

Todo esto demuestra una concienciación de los responsables de tecnologías de la información de las universidades con la pertinencia de instaurar en sus instituciones la cultura del gobierno de las TI: “después de todo el proceso de análisis de madurez, la Cartera de Proyectos TI se consideró una de las medidas clave para avanzar en los aspectos de Gobierno de las TI”.

## 2.2 Diseño de la cartera

Una vez tomada la decisión de implantar la cartera de proyectos TI en la universidad, en este apartado recopilamos las ayudas con las que se ha contado y los retos a los que se han enfrentado en los inicios del proyecto. Corresponden a las respuestas dadas a las preguntas *¿con qué ayuda se pudo contar para iniciar el proceso? y ¿qué retos previos tuvieron que ser superados para iniciar el proyecto?*

Si para la concienciación sobre la necesidad de evolucionar hacia el Gobierno de las TI y la implantación de la Cartera de Proyectos TI como buena práctica, fue clave el papel jugado por Crue-TIC, como ayuda para el diseño de la cartera es crucial el grupo GTI4U (Gobierno de las TI para Universidades – [www.gti4u.es](http://www.gti4u.es)), compuesto por investigadores de distintas universidades españolas. Así lo manifiestan distintos testimonios: “contamos con la consultoría y asesoramiento del Grupo de Investigación GTI4U”, “nos ayudó mucho Antonio, uno de los padres del proyecto, vino a la Universidad, lo explicó a la Junta de Gobierno, nos ayudó en la creación del equipo de Gobierno, y nos fue tutorizando” y “también fue importante que viniera un Rector con experiencia en Gobierno de las TI a aconsejar a nuestro Rector que se involucrase y liderase la puesta en marcha de la Cartera”. Cabe destacar las sinergias positivas que se pueden crear entre los responsables de tecnología de las universidades y los investigadores de estas. Es de lamentar el dato de que la colaboración de los responsables de las TI institucionales con los grupos de investigación de su universidad es prácticamente inexistente, ya que solo un 7% de los proyectos TI se elaboran contando con la participación de aquellos, tal como se recoge en el informe UNIVERSITIC 2017 [7]. Es una oportunidad desaprovechada.

Una vez que ya se cuenta con la voluntad política y el asesoramiento de expertos, surgen una serie de retos que hay que ir superando antes siquiera de enfrentarse a la implantación de la cartera de proyectos. El primero y primordial es entender qué es y qué no es una Cartera de Proyectos Estratégica. Según uno de los entrevistados “esto no fue nada fácil debido a diversos factores. Debíamos enfrentarnos a un abanico muy amplio y variado de personas, perfiles e intereses. Cada uno de los cuales requería o podía requerir enfoques diferentes en cuanto a la utilidad o relevancia de la cartera, del cometido que ellos tendrían en la misma, de la implicación mínima que se esperaba. Así mismo, puesto que la cartera de proyectos actúa como puente entre los

aspectos estratégicos y los funcionales, se debía explicar la Cartera de Proyectos Estratégica desde el contexto del Gobierno de las TI y el Buen Gobierno como su utilidad en los aspectos más aplicados como ayuda y apoyo en la gestión de los proyectos TI. En definitiva, una cadena larga y compleja de actores y procesos en la que se necesitaba el apoyo, o la creencia, o la confianza, o al menos la no oposición directa a la iniciativa”.

Otro de los grandes retos es romper con la dinámica existente hasta el momento para lograr el visto bueno de un proyecto TI: “es curioso, pero creo que los roles y responsabilidades estaban cambiados. En un principio no se entendía muy bien la labor de la Comisión de Innovación y Planificación Tecnológica por los propios miembros, y en las reuniones se producían largos debates y conversaciones sobre los detalles menores de algunas solicitudes o cuestiones informáticas de otra índole, sin llegar a profundizar en la importancia estratégica o tomar las decisiones de priorización. Por otro lado, el personal del Servicio de Informática acostumbrado a decidir sobre los proyectos que se abordaban, fue muy reticente a asumir que su rol no es el de decidir, sino el de la gestión de los proyectos, su análisis, desarrollo e implantación”.

Finalmente podemos hablar del impacto sobre la estructura de la organización. Como ya se ha visto, bien a nivel individual a título de vicerrector o por medio de una comisión específica de tecnologías de la información, la creación de estructuras de gobierno TI es fundamental para poner en marcha la cartera de proyectos TI: “destacamos cómo este proceso favorece la creación de la figura del CIO, si no existía, o la empodera notablemente”.

### **2.3 Puesta en marcha y lanzamiento**

Pero no creamos que ya lo hemos conseguido cuando se ha tomado la decisión y se ha diseñado el proceso. Una vez explicado en qué consistirá la experiencia y cómo se implementará surgen una serie de inconvenientes durante la puesta en marcha y a lo largo de la primera convocatoria de la cartera de proyectos TI, fruto de la inexperiencia. Este apartado analiza las respuestas a las preguntas *¿qué problemas surgieron durante la puesta en marcha?* y *¿qué problemas aparecen desde el lanzamiento y durante la ejecución de la primera convocatoria?* Algunos de los problemas surgen de no haber abordado correctamente las etapas anteriores y de ser una iniciativa innovadora con la que apenas se cuenta con experiencias de referencia. La resistencia al cambio y el desconocimiento de los conceptos relacionados con la cartera estratégica de proyectos TI, son los dos principales problemas que se deben prever y ser abordados en las etapas previas a la puesta en marcha para paliar sus efectos negativos en el momento del lanzamiento.

La resistencia al cambio es uno de los aspectos claves antes de abordar cualquier innovación. La implantación de muchos proyectos falla por no haber sabido gestionar el cambio. Este aspecto es resaltado por todos los entrevistados: “la resistencia interna en el servicio de TI por la supuesta pérdida de cierto poder de decisión, sobre todo los mandos intermedios”; “los miembros de la comunidad universitaria fueron bastante reacios a tener que seguir un procedimiento. Recibimos críticas sobre que el nuevo sistema suponía un incremento de la burocracia, que era poco flexible y algunos usuarios, incluidos miembros del equipo de gobierno, se saltaban el procedimiento abordando directamente a los programadores consiguiendo en muchas ocasiones retrasar los proyectos prioritarios y dedicando los escasos recursos de personal informático, a tareas de poco valor añadido o a proyectos que van a rachas, que aparecen y desaparecen y nunca llegan a materializarse”; y “requieren de todo un plan

de gestión del cambio que se hace más crítico en organizaciones grandes, complejas y, en el caso de las universidades, con trabajadores funcionarios”. Pero también dejan claro que esta resistencia al cambio tiene mucho que ver con el desconocimiento y la falta de formación en el tema: “el problema de la gestión del cambio en realidad nos estaba evidenciando una serie de problemas más o menos ocultos”. Veamos algunos de estos problemas.

Si en la fase inicial es clave explicar qué es una Cartera Estratégica, en esta de ejecución es fundamental que se sepa qué es un Proyecto de TI. Este aspecto queda claramente recogido cuando un entrevistado dice que uno de los principales problemas es que “no se sabe qué es o qué no es un proyecto TI y, por lo tanto, qué acciones se deben incluir en la cartera”, “a los solicitantes les costaba trabajo redactar en términos estratégicos la propuesta de Proyecto TI y habitualmente se ceñían al punto de vista técnico o funcional” y “los responsables funcionales (políticos o gestores) encontraron muchos problemas para rellenar la información solicitada y no sabían interpretar lo que se les pedía. Es una actividad con la que no suelen estar familiarizados. De ahí la necesidad de contar con una oficina de apoyo a la CPTI”.

Siguiendo con los problemas que pueden ser prevenidos con una formación previa tenemos “la necesidad de que los responsables funcionales tomen conciencia de que ellos son los propietarios del proyecto (y no el área de TI) y, por lo tanto, tienen que tomar parte activa desde el mismo comienzo, con una definición lo más completa y precisa posible de los aspectos clave del proyecto: definición, necesidad, recursos a dedicar, riesgos, grupos de interés, indicadores de éxito, etc.”.

Para finalizar este apartado, resaltar que en las entrevistas sale continuamente y en respuesta a distintas preguntas, un aspecto que ya hemos resaltado como fundamental para el éxito en la implantación de la cartera de proyectos de TI en una universidad: la implicación del equipo de gobierno. Algunas declaraciones han sido: “creo que la puesta en marcha no es excesivamente difícil si se cuenta con el apoyo y la implicación del equipo de gobierno” y “en la primera convocatoria hubo menos problemas que en sucesivas puesto que el apoyo del equipo rectoral era más decidido”. Pero, además, ese apoyo se tiene que mantener a lo largo del tiempo. Los entrevistados comentan como un gran inconveniente al que se tuvieron que enfrentar “el cambio en los apoyos originales con los que contaba el proyecto: personas que no creían en la iniciativa se van convenciendo poco a poco y deciden darle un margen de confianza. Sin embargo, personas y colectivos que inicialmente habían impulsado el proyecto descubren que no es lo que esperaban y pierden el interés, cambian sus expectativas, o dejan de creer en su utilidad o viabilidad”.

En esencia, la cartera de proyectos supone un cambio cultural en la organización e implica a todos: los equipos directivos que deben tomar decisiones, los responsables funcionales con competencias en sus ámbitos y los responsables técnicos que deben dar soporte a las tareas de la universidad. En resumen: “implantar la cartera de proyectos supone un importante cambio cultural de la organización: asumir responsabilidades y adoptar una forma de trabajar más organizada, un modelo de análisis y planificación en lugar de improvisación continua y, por tanto, lleva su tiempo”.

## 2.4 Valoración de la experiencia

Al preguntar sobre la evaluación de la experiencia, tenemos que diferenciar entre la valoración que hacen los propios implicados en el diseño y puesta en marcha de la cartera (*¿cómo valoras la experiencia?*), y la valoración que los entrevistados creen que hacen los demás actores (*¿cómo crees que valoran la experiencia los demás?*).

En cuanto a la valoración personal de los entrevistados, directamente implicados en la puesta en marcha de la cartera de proyectos de TI en sus universidades, estas son calificadas, de forma unánime, como positivas o muy positivas. Se utilizan también otros calificativos como imprescindible (“la valoro como imprescindible. Es la principal herramienta que tenemos para poder hacer una planificación táctica anual” y “como Vicerrector responsable de las TI la cartera resultó imprescindible para hacer comprender al resto del equipo de gobierno cómo los Proyectos TI ayudan a satisfacer los objetivos estratégicos de la universidad y a involucrarlos en esta tarea”) o necesaria (“por supuesto, muy positiva, aunque sobre todo necesaria, si queremos establecer un poco de organización en el trabajo de las áreas de TI, alinearnos con los objetivos de la universidad y mejorar los servicios que proporcionamos”). Pero no solo ha sido una experiencia positiva para los responsables de TI, también lo ha sido para sus universidades: “ha sido muy positiva para la Institución. Dejé de recibir quejas sobre el Departamento: todo el mundo sabía qué se iba a hacer cada año, y el plazo estimado de realización. Dimos mucha publicidad al resultado, comunicando a los peticionarios la posición en que había quedado su proyecto” y “la gran transparencia que aporta la iniciativa ha generado una muy alta confianza de todos los actores participantes. Se ha logrado poner en valor las TI y descargar al Servicio de Informática de una responsabilidad grande en la toma de decisiones que no le correspondía”.

Pero evidentemente, no todo ha sido positivo ni un camino de rosas. Ha habido también que superar circunstancias duras: “por supuesto que hay también momentos difíciles y tensos, que se genera una cierta carga de burocracia. Además, nuestra experiencia fue breve (2 años) y no pudimos alcanzar el estado de madurez deseado para percibir las ventajas de una forma más clara”. Pero, la puesta en marcha de la cartera de proyectos es solo el primer paso, que hay que consolidar. Incluso en las universidades que la tienen implantada, aún tienen tarea por delante: “la considero muy positiva, aunque todavía tenemos un amplio recorrido de mejora”.

En cuanto a cómo creen que los demás valoran la experiencia, con carácter general, la valoración también ha sido positiva: “durante aquellos años fue muy positiva, al menos es lo que me han referido personalmente, algunos afectados por el proceso y las encuestas de satisfacción que se hicieron *ad hoc* lo avalan”. Pero en este aspecto es conveniente analizar la valoración según el perfil del que se trate.

En relación con el equipo de dirección y responsables de las áreas funcionales, su aceptación ha sido progresiva: “estos actores han ido evolucionando desde unos estados iniciales en los que unos se mostraban desde escépticos a expectantes hasta unos estados finales en los que ya podemos encontrar diferentes grados de convencimiento e, incluso, colaboración, participación e implicación”. O “una vez vas venciendo las reticencias iniciales, se van percibiendo las ventajas. La impresión inicial es que genera una carga de trabajo, que se pierde flexibilidad y capacidad de toma de decisiones, que se generan retrasos... pero todo el mundo entiende en algún momento que, dado el volumen y variedad del trabajo y el carácter transversal de las TI, hay que establecer alguna forma de planificar y organizar”.

En lo que coinciden todos los entrevistados es en las ventajas para el Servicio de Informática (SI): “en general se ve mucho más motivado a todo el personal del SI, a pesar de que la cartera de proyectos también les obliga a una rendición de cuentas más exhaustiva y a que se ha generado una mayor presión debido a que siempre se crean expectativas que difícilmente se pueden cumplir por completo”. En la misma línea: “dentro del propio Servicio de Informática, la planificación ha ayudado a que el personal trabaje de una forma más organizada, tenga más claras las tareas que tiene que hacer y se han reducido considerablemente las urgencias sobrevenidas y por tanto el nivel de estrés”. Pero pese a ser mayoritariamente positiva la valoración, también se

comenta algún riesgo para el SI: “sin embargo, puede producirse un intento de intromisión de la dirección estratégica en la dirección técnica”. Podemos resumir la valoración para el SI con la sentencia: “considero que esta práctica ha contribuido a que en los últimos años nadie me haya vuelto a decir o cuestionar directamente a qué nos dedicamos en el Servicio de Informática”.

Pero la satisfacción sobre la cartera de proyectos debería medirse de forma más rigurosa, más allá de la percepción de sus promotores. También echamos de menos más opiniones de Vicerrectores que ofrezcan su experiencia desde el punto de vista más estratégico. Tendrían que establecerse procedimientos regulares para ello.

## 2.5 Consolidación y mejoras

Una vez hemos hablado de la fase previa de planteamiento de la idea de implantar una cartera de proyectos TI en la universidad, de su diseño, de su puesta en marcha y lanzamiento, y de su valoración, solo queda analizar si el proyecto continúa vivo y qué cosas se harían de otra manera a la luz de la experiencia. Así, en este apartado recopilamos y organizamos las respuestas correspondientes a las preguntas *¿se ha consolidado la experiencia?*, *¿por qué crees que ha sido?* y *¿qué cambiarías ahora a partir de la experiencia y visión obtenidas?*

El primer aspecto que interesa conocer es si la experiencia se ha consolidado, y en caso afirmativo, cuáles creen que son las razones de ello. Cinco son las experiencias en las que se ha consolidado la cartera. En cambio, en tres de las ocho experiencias recogidas no se ha consolidado el proyecto de la cartera y, en el momento de las entrevistas, no se sigue haciendo. Como ya se ha comentado, hemos querido recoger tanto experiencias de éxito como experiencias que no han tenido continuidad, ya que analizando las causas de esa falta de continuidad podemos aprender para abordar implantaciones con mayores garantías de éxito.

En los casos en los que la cartera se ha consolidado, este éxito no ha sido ni inmediato ni uniforme, teniendo sus altibajos: “poco a poco, pero sí, al final se ha logrado un alto nivel de consolidación”. Algunos comentarios son más explícitos y, aunque asumen el éxito y consolidación de la misma, exponen sus concesiones: “se ha consolidado, aunque con un seguimiento y dirección desigual a través de los distintos cambios de equipo rectoral y del vicerrector responsable del área TI. Nos hemos encontrado con vicerrectores que han querido de manera unilateral definir la cartera de proyectos sin contar con el Comité de Estrategia. Otros han trasladado su responsabilidad diciendo que desde el área hiciéramos la priorización. Otros han intentado encontrar una fórmula matemática en base a unas variables para cada proyecto solicitado, opinando que siempre hay que incluir una variable discrecional y estratégica. Pero se ha consolidado y estaremos ya cerca de la 10ª edición. Lo cierto es que en general, todos los equipos rectorales, la usan, pero no les duele saltarse la cartera de proyectos con excesiva aleatoriedad cuando aparece algo que consideran importante... Esto puede ser normal si hay verdaderas urgencias, pero denota que la cultura de la planificación estratégica TI aún no ha calado lo suficiente”.

En resumen, la cartera de proyectos TI es una buena práctica de gobierno: “La cartera de proyectos de TI me parece una buena práctica y una forma lógica de hacer las cosas. Las inversiones en TIC tienen un coste elevado y suponen muchos recursos tanto informáticos como organizativos. No se puede abordar todo a la vez. Si no se quiere poner en riesgo a la organización, resulta indispensable reflexionar previamente, realizar un análisis fundamentado desde una visión general de la universidad y el cumplimiento de sus objetivos estratégicos. La gobernanza de las instituciones públicas debería ejercerse por Comités formados por varias personas con

responsabilidad, que justifiquen y documenten sus decisiones, evitando en lo posible decisiones individuales tomadas a salto de mata”.

La importancia del equipo de gobierno y la cultura en gobierno TI es tal que, aun en los casos de consolidación, se ha destacado como un aspecto clave para el éxito de la iniciativa, pero, al mismo tiempo, se ha resaltado su peligro como eslabón débil de la cadena: “por experiencia universitaria sabemos que puede cambiar el equipo de gobierno, y esto es un riesgo y debemos hacer análisis de riesgos”. De forma similar: “a pesar de que llevamos ya varios años de recorrido, creo que este tipo de procedimientos siguen estando muy condicionados a la sensibilidad del equipo de gobierno respecto a la gobernanza. Es fácil caer en la tentación de tomar decisiones de forma unilateral sin justificar, en base al poder que nos da un determinado cargo y que a veces pueden servir más a intereses personales que de la propia organización. Habría que articular mecanismos para consolidar el procedimiento de forma que fuese independiente de los cambios en los equipos de gobierno”.

### 3 Lecciones aprendidas

Hemos analizado las entrevistas a nueve responsables de TI de ocho universidades que han implantado una cartera de proyectos TI, con mayor o menor éxito, pero reales. Las experiencias corresponden a universidades españolas, y se han seleccionado para cubrir el máximo de situaciones: hay universidades tanto públicas como privadas, presenciales y una online, grandes y pequeñas, históricas y jóvenes. De estas ocho experiencias, en el momento de escribir este trabajo, cinco carteras siguen en funcionamiento y tres se han abandonado. En este último apartado, basándonos en la experiencia que nos han transmitido los entrevistados, vamos a extraer lo que en nuestra opinión son las lecciones que hemos aprendido y que consideramos que pueden ser de utilidad a quien quiera poner en marcha una cartera de proyectos TI en su universidad (y, en general, en cualquier tipo de organización). Seguro que hay muchas más, ya que cada experiencia es única y tiene sus particularidades. No estarán todas las que son, pero sí que son todas las que están.

Aquí van nuestras lecciones aprendidas:

1. No estás solo. Si quieres implantar una cartera de proyectos de TI en tu universidad, o quieres revisar la que ya tienes en funcionamiento, existen experiencias y expertos en el tema que te pueden ayudar y asesorar. En las universidades hay cada vez más investigadores especializados en la cartera de proyectos TI, incluso grupos especializados en el diseño y la implantación en las universidades. Puedes acudir a ellos, porque la formación a los responsables previa a la puesta en marcha se ha destacado como una de las claves del éxito de la cartera. Se pueden aprovechar sinergias y compartir experiencias si existe una red de universidades que ampara esta apuesta estratégica y genera recursos, organiza eventos y promueve la formación.
2. No necesitas saberlo todo de antemano. Ni estás solo, ni debes hacerlo tú solo. Convencer que la cartera de proyectos de TI es una buena práctica para tu universidad es el primer paso. Pero el éxito dependerá en muchas ocasiones de tener personas preparadas en tu institución que puedan llevarlo a cabo. Debes formar al personal de tu universidad, a los distintos actores que participan en la misma, cada uno a su nivel. Hay muchos conceptos que les resultarán nuevos, que no habían escuchado antes, o simplemente que no son de su ámbito: qué es el gobierno de la TI, qué es una cartera estratégica de proyectos de TI, qué es un proyecto de TI, etc. Los directivos universitarios

- no necesariamente tienen que tener conocimientos de dirección. Además, necesitan de personal especializado en la gestión de la cartera de proyectos. Es conveniente diseñar acciones formativas que te permitan abordar el proyecto con las mejores condiciones para poder, no solo poner en marcha la cartera, sino para asegurar su continuidad.
3. Se trata de gobernanza. Es necesario tener esto siempre en mente. Aunque hablemos de gobierno de la TI, es indisoluble del gobierno de la universidad. Tal como ha quedado claro en las entrevistas, es fundamental la implicación, firme y sostenida en el tiempo, del rector y del resto del equipo de gobierno de la universidad. Como ya pusimos de manifiesto en [8], el elemento facilitador más importante para explicar el éxito en la implantación y mejora del gobierno de las TI era el apoyo del equipo de gobierno y el papel del CIO (“Chief Information Officer”). Como su objetivo más visible es la alineación de los proyectos de TI con la estrategia universitaria, sus inicios pueden estar en el programa electoral del rector o en el plan estratégico de la universidad o en otros instrumentos de dirección similares. Y puede conllevar en algunos casos la creación de estructuras de gobierno para su realización, tal como comisiones estratégicas de TI o una oficina de la cartera de proyectos TI. En cualquier caso, la cartera estratégica de proyectos de TI es una buena práctica que puede significar un primer paso hacia el Gobierno de las TI en la universidad.
  4. Pero también de una buena dirección. Aunque es un instrumento para el gobierno de la universidad, también permite que la dirección TI pueda hacer mejor las cosas. Se ha visto que en algunos casos surge como una necesidad de la dirección de TI, que le sirve para solucionar problemas detectados en su ámbito. Ha quedado claro que la cartera de proyectos TI mejora el funcionamiento del Servicio de Informática, al mismo tiempo que la percepción de este por el resto de la comunidad universitaria. La cartera estratégica de proyectos TI no es solo cuestión de tecnologías de la información. Compete a la universidad en su conjunto y por tanto es imprescindible convencer a todos los implicados, no solo la parte TI.
  5. El objetivo final es la universidad del futuro. Es un instrumento necesario si se quiere abordar la transformación digital de la universidad. Representa un cambio cultural en la organización. Y por tanto hay que vencer la resistencia al cambio y romper dinámicas existentes. Representa un claro ejercicio de transparencia y visibilidad.

La cartera de proyectos ha sido calificada de imprescindible y necesaria, y las experiencias como positivas y muy positivas, aunque ha quedado claro que se pasa por momentos difíciles y hay muchos retos a superar. Nadie ha dicho que sea fácil poner en marcha una cartera estratégica de proyectos TI en una universidad, pero lo que parece claro de las experiencias recogidas es que merece la pena.

## **Agradecimientos**

Los autores desean expresar su agradecimiento a Tomás Jiménez, José Pascual Gumbau, Francisco Sampalo, Zulema Furones, Alberto Canals y Clara Beleña por su buena disposición para responder a nuestra entrevista y por compartir su experiencia con nosotros.

## Referencias

1. Juiz, C. and Toomey, M.: *To govern IT or not govern IT?*, Communications of the ACM, 58(2), pp. 58-64. (2015). Doi: 10.1145/2656385.
2. Juiz, C.: *Gobernanza corporativa para la selección de proyectos y priorización de las inversiones en Tecnologías de la Información*. Revista del Instituto de Estudios Económicos. Volumen 1 y 2. (2016).
3. Fernández Martínez, A., Llorens-Largo, F., Hontoria Hernández, E.: *UNIVERSITIC: IT Survey in Spanish and Latin American Universities*. European Journal of Higher Education IT. ERAI (EUNIS Research and Analysis Initiative), EUNIS (European University Information Systems). (2015).
4. Fernández Martínez, A., Llorens-Largo, F. (coord.): *UNIVERSITIC LATAM 2014: Descripción, Gestión y Gobierno de las Tecnologías de la Información en las universidades latinoamericanas*. Cátedra Santander-UA de Transformación Digital de la Universidad de Alicante, San Vicente del Raspeig-España (2017).
5. Ponce-López, J.L. (coord.): *Estado actual de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en las Instituciones de Educación Superior en México*. Estudio 2017. ANUIES (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior), México D.F. (2017).
6. Padilla-Verdugo, R., Cadena-Vela, S., Enríquez-Reyes, R., Córdova-Ochoa, J., Llorens-Largo, F.: *UETIC 2017. Estado de las Tecnologías de la Información en las Universidades Ecuatorianas*. CEDIA (Red Nacional de Investigación y Educación Superior del Ecuador), Cuenca-Ecuador (2018).
7. Gómez, J. (ed.): *UNIVERSITIC 2017. Análisis de las TIC en las Universidades Españolas*. Crue Universidades Españolas, Madrid-España (2017).
8. Fernández, A., Hontoria, E., Llorens-Largo, F.: *¿Cómo gobiernan sus Tecnologías de la Información las universidades españolas?* Actas TICAL2014 - Cuarta Conferencia de Directores de Tecnología de Información. Pp. 425-442. Cancún, México (2014).



## **Desarrollo del Plan Estratégico de Tecnologías de la Información, para la Universidad Técnica Particular de Loja - Ecuador**

María Paula Espinosa Vélez, Carlos Gabriel CórdovaErreis, Jorge Stalin Calderón Bustamante

Universidad Técnica Particular de Loja, Dirección de Operaciones, San Cayetano ,  
Loja, Ecuador

[mpespinoza@utpl.edu.ec](mailto:mpespinoza@utpl.edu.ec), [cgcordova@utpl.edu.ec](mailto:cgcordova@utpl.edu.ec), [jscalderon@utpl.edu.ec](mailto:jscalderon@utpl.edu.ec)

**Resumen.** Este artículo presenta el resultado del proyecto de Desarrollo del Plan Estratégico de Tecnologías de la Información, para la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), el mismo que tiene por objetivo atender los nuevos retos que las Universidad y particularmente la UTPL, deben asumir hoy en día, mismos que requieren de estrategias de desarrollo tecnológico articuladas y debidamente planificadas. Por esta razón, el proyecto se desarrolló sobre la base de los requisitos del negocio, los mismos que se obtienen a partir de la estrategia institucional, del Portafolio de Proyectos y Cadena de Valor de la Institución; y se complementa con el estudio de las principales tendencias de TI en la industria de la Educación Superior. Finalmente se presenta de forma general, una propuesta del modelo de Arquitectura de TI basado en estándares y mejores prácticas, que permitan soportar de manera eficiente y flexible el modelo operativo de la institución.

**Palabras Clave:** PETI, PEDI, Estrategia, Cadena de Valor, Arquitectura de TI, Tendencias Académicas.

**Eje temático:** Gobernanza y gestión TIC

### **Abstract.**

This article presents the results of the Strategic Development of Information Technologies project conducted at Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), in Ecuador. This institution is facing some challenges in this area, which requires well planned, articulated and adequate technological developmental strategies. For this reason, the project was based on the needs of the University, which were obtained from the institutional strategies, the portfolio project and the value chain and it is complemented by the study of the main IT trends in Higher Education. Finally, a proposal of the IT Architecture model based on international models and best practices is presented, which allows the institution's operating model to be much more efficient and flexible.

## 1 Introducción

Tal como lo señala el Estudio de Prospectiva, sobre las Tendencias de la Universidad para el 2020[1], a consecuencia de la interconexión entre las diferentes áreas del planeta, la sociedad actual está experimentando cambios a un ritmo sin precedentes en la historia de la Humanidad, lo cual incide no solo en la forma de comercializar un producto, sino también en la forma de interrelación en la sociedad. Las TICs sin duda, juegan un papel fundamental, no solo como una plataforma de comunicación sino como un habilitador fundamental de los principales procesos de la organización.

Esta evolución social, se manifiesta también en los nuevos retos y tendencias que las IES deben asumir: “nuevos sistemas de gestión capaces de soportar la internacionalización, movilidad y tramitación integral on-line; docencia orientada no sólo a la adquisición de conocimientos sino también de otras competencias y habilidades; investigación cooperativa que se aproxime al tejido productivo y facilite la innovación en éste; métodos de docencia que aprovechen todo el potencial de las TIC; desarrollo de la tercera misión con mayor participación de la sociedad, etc.” [1].

Además, como se enfatiza en [2] la orientación es hacia un enfoque más abierto y participativo, sobre entornos y plataformas colaborativas, a nivel de docencia, investigación y transferencia de tecnología, es decir; los nuevos retos que afrontan las IES, requieren de importantes procesos de transformación digital.

La Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), en Ecuador, es una Institución de Educación Superior que brinda oferta académica de pregrado, postgrado y cursos cortos a través de las Modalidades de Estudios: Presencial y Abierta y a Distancia. En relación al último periodo de matrícula, registra aproximadamente 43000 estudiantes, 82 centros de atención distribuidos en el Ecuador y 3 centros internacionales en Madrid, Roma y Nueva York. Entre su proyección para los siguientes años, se destaca: ampliación y diversificación de su oferta académica sobre la base de tendencias mundiales, internacionalización y en base a estudios integrales de las demandas del entorno, potenciar la calidad de sus procesos misionales, fortalecer la gestión del ciclo de vida del estudiante y graduados, así como potenciar a investigación a través de redes y entornos de colaboración.

Esta proyección institucional, requiere que la Universidad potencie al máximo el uso de la TICs a través de planes estructurados de transformación digital, por ello la necesidad de desarrollar una Plan Estratégico de Tecnologías de la Información (PETI) para UTPL, que oriente el desarrollo tecnológico de la Institución para los próximos 3 años.

### 1.1 Objetivos

- Crear una estrategia de implementación de TICs en base a la estrategia de la UTPL y sus planes operativos, que atienda a los procesos priorizados y que agregue valor al que hacer de la Universidad, incorporando tendencias de TI de la industria y apoyando a la transformación digital
- Diseñar el plan de TI a 3 años, considerando las principales dimensiones de transformación.
- Consolidar e integrar la tecnología existente, garantizar la optimización de recursos y eficiencia operativa e incorporar innovación en la Universidad.

- Evaluar el nivel de madurez de los principales procesos de gestión de TI, así como el plan de acción para mejorar los resultados.

## 2 Metodología

El PETI es una herramienta reconocida por ordenar los esfuerzos de incorporación de tecnología en la organización. Se establecen las políticas requeridas para controlar la adquisición, el uso y la administración de los recursos de TI, sin embargo; el desarrollo del mismo, está altamente relacionado con la creación de un plan de transformación, que va desde el estado actual de la organización, a su estado final deseado (visión), con el propósito de crear una ventaja competitiva. Por tanto, su objetivo principal es la transformación de las estrategias de negocio en una estrategia de TI, seguido de la construcción de la arquitectura de sistemas, luego la definición de elementos claves de la arquitectura tecnológica. Continúa con el diseño de los modelos operativos de TI, y finaliza con la definición sobre la estructura de la organización de TI[3].

Por tanto, el plan de TI para UTPL se desarrolló partiendo de la estrategia de la Universidad reflejada en el Plan Estratégico de Desarrollo Institucional (PEDI), mediante un modelo deductivo y a través de la evaluación de la relación entre las líneas estratégicas, objetivos y procesos se llega a los requerimientos de tecnología. Se trabajó, además, identificando la propuesta de valor, sus fundamentos y requisitos y el análisis de cómo dicha propuesta de valor se traduce en proyectos y cadena de valor y éstos finalmente en la operación institucional. De esta manera, se identificaron los requisitos de negocio, es decir, lo que se tiene que hacer y posterior a ello, se alinea con el cómo hacerlo, en donde se hace la definición específica de requerimientos de tecnología.

Otros insumos importantes para configurar el plan, fueron: (a) direccionadores estratégicos que resultaron fruto de talleres, discusiones y evaluaciones con los diferentes niveles directivos y operativos de la instituciones ; y (b) las tendencias de TI en la industria, que retroalimentaron la visión y necesidades generadas por cada requisito de negocio.

### 2.1 Requisitos de Negocio

El Plan Estratégico de Desarrollo Institucional 2011- 2020 constituye un instrumento que orienta el rumbo de la universidad y sirve como marco de unidad, sentido y dirección para el quehacer de la comunidad educativa. Fue aprobado en sesión conjunta el 11 de febrero del 2011 y en el año 2015, a partir de la creación de la Dirección General de Proyección y Desarrollo Institucional, se inició un proceso de evaluación y actualización, en función de su cumplimiento en los primeros 5 años de vigencia [4].

En el PEDI, la Universidad define su pertinencia institucional y sus retos estratégicos a través de siete líneas estratégicas:

- Línea Estratégica 1. Desarrollar una universidad como alma máter para el siglo XXI.
- Línea Estratégica 2. Investigación, desarrollo e innovación.
- Línea Estratégica 3. Docencia pertinente y de alto nivel.
- Línea Estratégica 4. Educación a distancia.

- Línea Estratégica 5. Recursos naturales, biodiversidad y geodiversidad
- Línea Estratégica 6. Ciencias biomédicas.
- Línea Estratégica 7. Liderazgo y excelencia.

Cada una de estas líneas, define a su vez, un conjunto de objetivos estratégicos que determinan retos tangibles para la institución.

El PEDI se operativiza a través del Plan Operativo Anual (POA), que no es más que un portafolio de proyectos institucionales, que determinan un conjunto de acciones anuales que las diferentes instancias de la Universidad debe desarrollar, a fin de lograr de manera parcial o total las metas institucionales establecidas a partir de los objetivos estratégicos.

Otro instrumento que permite tangibilizar la estrategia de la Universidad, es la Cadena de Valor, que es la visión sistémica de sus procesos y de las diferentes formas de agregación de valor en la Universidad a través de la Docencia, Investigación y Vinculación. Todos éstos elementos, se contextualizan en el Modelo de Gestión de la Universidad y es el insumo que permite de forma gradual, alinear la estrategia universitaria y determinar los requisitos de negocio de la Institución. La Figura 1, presenta el Modelo de Gestión en donde se pueden identificar los nueve elementos de gestión:

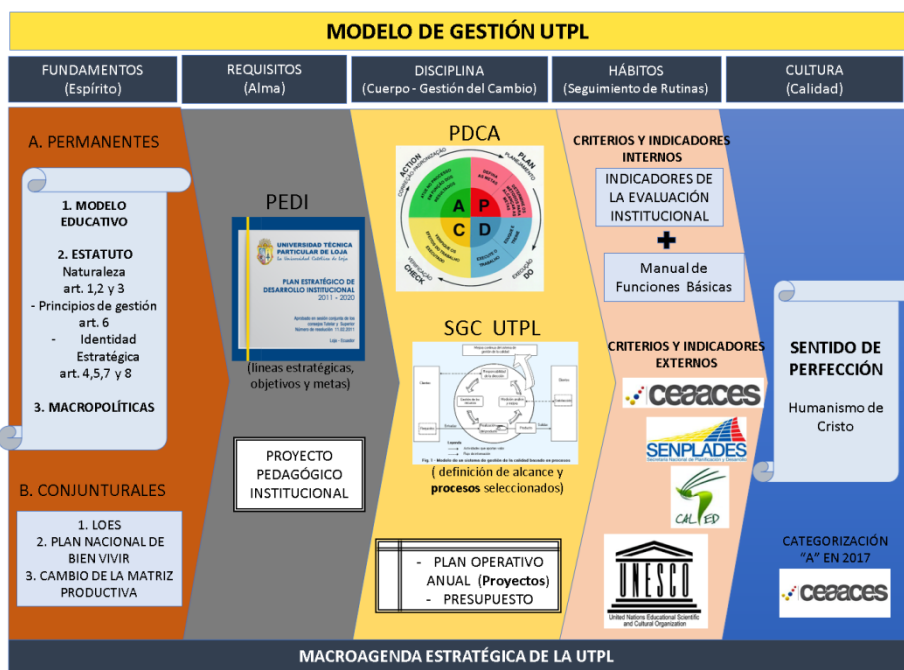


Fig. 1. Modelo de Gestión UTPL[5]

En este modelo se observan los fundamentos o bases de la gestión institucional, que son permanentes (misión, visión, valores, principios) y coyunturales (directrices que obedecen a momentos políticos). Los requisitos están constituidos por el PEDI y por el Proyecto Pedagógico Institucional (PPI). La disciplina está dada por un conjunto de metodologías, que articulan la ejecución tanto del PEDI como del PPI, a

través del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) y del POA. Además, como elementos de seguimiento de la gestión de la Institución están los indicadores propios y los establecidos por los diferentes mecanismos de control y regulación de la educación superior. Finalmente, todos estos ámbitos, son la base de la Cultura Institucional orientada por el “*Sentido de Perfección*”, como elemento principal de la visión institucional y que significa la *búsqueda de la mejora continua*.

A través de talleres de discusión, focus group y espacios de análisis que vincularon alrededor de 136 personas de la Institución, se identificaron los requisitos de negocio de la Universidad por cada uno de los macroprocesos de la cadena de valor. La Figura 2 muestra la Cadena de Valor institucional, a partir de la cual se realizó un análisis de todos los procesos, subprocesos hasta definir actividades concretas que marcaron los requisitos del negocio.

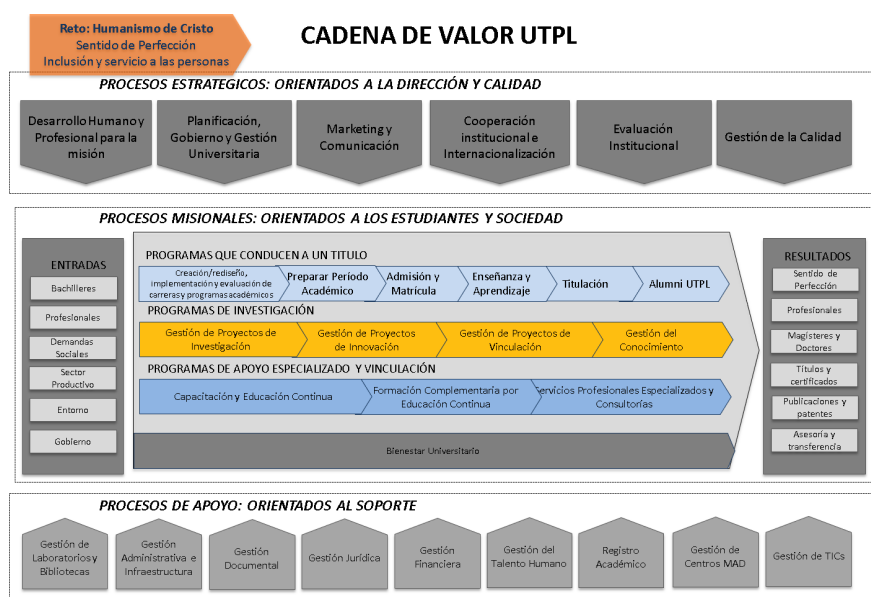


Fig. 2. Cadena de Valor UTPL[5]

La Tabla 1, presenta el ejercicio de análisis y mapeo de los procesos institucionales hasta llegar a requisitos de negocio. En esta tabla se presenta el detalle de procesos y subprocesos, su descripción y alcance, las oportunidades de mejora de cada uno de los subprocesos.

**Tabla 1.** Matriz de Requerimientos de Negocio y Requerimientos de TI.

<b>Proceso</b>	<b>Subproceso (SGC)</b>	<b>Requerimientos de negocio:</b> <u>Objetivo del Proceso</u>	<b>Requerimientos de TI:</b> <u>¿Cuáles son las tecnologías de información que debemos utilizar?</u>
3.4. Gestionar Matrícula	3.4.3. Realizar Matrícula	Garantizar que todas las matrículas ocurren de forma completa e a tiempo, con buena orientación a los estudiantes y simplicidad en su ejecución presencial y en línea	Sistema de inscripción previa de matrícula (ERP)
3.4. Gestionar Matrícula	3.4.3. Realizar Matrícula	Garantizar que todas las matrículas ocurren de forma completa y a tiempo, con buena orientación a los estudiantes y simplicidad en su ejecución presencial y en línea	Integración con Moodle
3.4. Gestionar Matrícula	3.4.3. Realizar Matrícula	Garantizar que todas las matrículas ocurren de forma completa y a tiempo, con buena orientación a los estudiantes y simplicidad en su ejecución presencial y en línea	Sistema ERP de matrícula más simples y intuitivo
3.4. Gestionar Matrícula	3.4.3. Realizar Matrícula	Garantizar que todas las matrículas ocurren de forma completa y a tiempo, con buena orientación a los estudiantes y simplicidad en su ejecución presencial y en línea	Tecnologías de flujo de ejecución (Workflow) y Control de eventos (Event Management) – BPM
3.4. Gestionar Matrícula	3.4.3. Realizar Matrícula	Garantizar que todas las matrículas ocurren de forma completa y a tiempo, con buena orientación a los estudiantes y simplicidad en su ejecución presencial y en línea	Control de horario de las tutorías (ERP)
3.4. Gestionar Matrícula	3.4.3. Realizar Matrícula	Garantizar que todos los pagos se realicen de acuerdo con los compromisos establecidos por los estudiantes con la Universidad Crear modelos alternativos de pago para garantizar la atracción y la retención de los estudiantes Desarrollar modelos de crédito estudiantil	Tecnologías de flujo de ejecución (Workflow) y Control de eventos (Event Management) - BPM

Este ejercicio de identificación se realizó por cada uno de los procesos de la Cadena de Valor, lo que permitió, además de identificar los requerimientos de negocio, los requisitos de tecnología. Como resultado del análisis, se logró una ampliación del mapeo de la Cadena de Valor hasta subprocesos, se identificaron posibles palancas de valor por cada proceso y oportunidades de mejora (procesos, personas, organización e indicadores), se identificaron los requerimientos referenciales de tecnología, además de reforzar la cultura de procesos a través de la identificación del rol de las personas en la Cadena de Valor y visión de TI como habilitador. Finalmente, este proceso se integró las actividades del SGC.

## 2.2 Direccionadores Estratégicos

Durante la discusión desarrollada con los diferentes grupos de trabajo, se identificaron direccionadores estratégicos, así como palancas que permitan crear, optimizar y proteger valor de la organización. Las palancas de valor, son instrumentos que ayudan a alcanzar los objetivos y orientar el desarrollo de los proyectos. Entre los direccionadores estratégicos identificados están: (a) Internacionalización, (b) Nueva oferta académica, (c) Acciones en curso de cada proyecto, (d) Eficiencia terminal, (e) Evaluación docente y (f) Retención de estudiantes.

Las palancas de valor identificadas son:

### Crear Valor:

- Ampliación del mapeo de la cadena de valor hasta sub procesos
- Identificación de posibles palancas de valor por cada proceso y oportunidades de mejora (proceso, personas, organización e indicadores)
- Identificación de los requerimientos referenciales de TI
- Refuerzo de la cultura de procesos a través de la identificación del rol de las personas en la cadena de valor y visión de TI como habilitador
- Incorporación de las discusiones en el sistema de gestión de la calidad

### Optimizar Valor

- Eficiencia Terminal (en el plazo)
- Planificación a largo plazo
- Optimizar Flujo de trabajo / Reducir retrabajo con mejor integración
- Eficiencia operativa
- Optimizar el tiempo de los docentes en trabajos operativos
- Mejorar Distributivo / ocupación docente
- Usabilidad de los sistemas
- Flexibilidad de los sistemas y sus modalidades de pagos

### Proteger Valor

- Mejor servicio a los estudiantes
- Reducir Deserción
- Conformidad Jurídica e Institucional

## 2.3 Análisis de Tendencias y Arquitectura de TI

Para el análisis y propuesta de TI, se definió a nivel institucional los siguientes principios con el fin de guiar la implementación de todos los proyectos en la universidad.

- **Consolidación e Integración:** Fundamental para tener agilidad, consistencia y capacidad de respuesta a las necesidades de la UTPL.
- **Optimización y Eficiencia operativa:** Aplicar de forma inicial herramientas de optimización y eficiencia operacional enfocado en la atención de los alumnos; Integrar y optimizar las operaciones de TI hasta 2020.
- **Innovación:** Aplicar tecnologías innovadoras en el ámbito académico, introduciendo contenidos en realidad virtual y aumentada para mejorar la calidad de los componentes educativos; Aplicar análisis matemáticos avanzados enfocados en la atracción y retención de los alumnos, así como para seleccionar los mejores caminos educativos que garanticen mejor aprendizaje.

### 2.3.1 Tendencias de TI

Como todo plan estratégico, fue necesario estudiar las tendencias tecnológicas del mercado, en especial los desafíos que la IES tienen que atender hoy en día. Algunas referencias importantes que se consideró en éste estudio son: (a) Propuesta de Innovación de prácticas pedagógicas de Horizon [6] ; (b) Tendencias en la Educación Superior de Horizon [7]; (c) Informes de Gartner sobre Tendencias de Tecnología 2016 – 2018; y (d) Informe de Forbes sobre Tendencias de Transformación Digital en Educación [8]. De este análisis se desprende las tendencias más relevantes para la UTPL hasta 2020, que se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Tendencias de Tecnología relevantes para UTPL.

APLICACIONES	INFRA ESTRUCTURA
1. Tercerización en el uso de aplicaciones	20. Smartphones y tabletas
2. Enterprise Information Systems (BI)	21. Ubicuidad tecnológica: AnyDevice, Any Time & Anywhere
3. Evaluación Digital	22. Arquitectura avanzada del sistema
4. Creciente ubicuidad de las Redes Sociales	23. Arquitectura de seguridad adaptable
5. Analíticay Big Data	24. Red de aplicaciones y arquitectura de servicio
6. Inteligencia artificial	25. Automatización de los servicios
7. Bots: Sistemas cognitivos y machine learning	26. Cloud computing
8. Contenido Invertido	27. Hybrid Integrated Platforms
9. Makerspaces: Creación de conocimiento colaborativo y recursos educativos abiertos	28. Bitcoins



10. Entorno de experiencia del usuario: Realidad Virtual, Aumentada y Mixta 11. Conversational platform 12. Gaimificación 13. Integración del aprendizaje Online, Híbrido y Colaborativo 14. Redesign learning spaces (classroom set of devices) 15. IoT – Internet of Things 16. La impresión en 3D 17. Robots-escritores crearán contenido 18. Event-Driven Model 19. LMS de nueva generación	29. Blockchain 30. BYOD – Bring your own device 31. Interfaces Naturales de Usuario
--	---

### 2.3.2 Arquitectura de TI

La Universidad, desde hace algún tiempo comenzó su cambio hacia un modelo de Arquitectura Empresarial, partiendo en particular sobre los modelos de Arquitectura de TI. Teniendo esto como antecedente, en la construcción del PETI se evaluó cada uno de los requerimientos con soporte en la tecnología actual de la Universidad, así como en la tecnología futura que podría atender dichos requerimientos. Para definir la Arquitectura de TI se consideró los principios listados en la Tabla 3:

**Tabla 3.** Principio de Valor de Arquitectura de TI.

PRINCIPIOS DE PROCESOS DE VALOR	PRINCIPIOS DE APLICACIONES	PRINCIPIOS DE PROCESOS DE DATOS	PRINCIPIOS DE PROCESOS DE VALOR
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovación</li> <li>• Prioridad</li> <li>• Agilidad</li> <li>• Valor</li> <li>• (ROI) Estratégico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usabilidad</li> <li>• Interoperabilidad</li> <li>• Coherencia</li> <li>• Plug and Play</li> <li>• Orientado a Servicio</li> <li>• Seguridad</li> <li>• Accesibilidad</li> <li>• Sistema de Ciclo de Vida</li> <li>• Reúso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integridad</li> <li>• Integración</li> <li>• Confidencialidad</li> <li>• Ciclo de Vida de la Información</li> <li>• Datos Clave</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de Planeación Ecológicamente Verde ó Sustentable</li> <li>• Monitoreo</li> <li>• Racionalización</li> <li>• Estandarización</li> <li>• Virtualización</li> </ul>

Los principios antes expuestos deben complementarse con las siguientes directrices para definir la arquitectura tecnológica futura de la universidad:

- Intuitividad, integración social media y criterios de usabilidad para docentes y alumnos
- Sencillez, ahorro de tiempo en las operaciones y mayor intuitividad, disminuyendo capacitaciones

- Innovación y actualización sin necesidad de solicitudes (relación empresa / usuarios)
- Disponibilidad con infraestructura en la nube (Cloud)
- Ampliación de funcionalidades por medio de APPS
- Adaptabilidad al mundo de los teléfonos “MOBILE”
- Analítica de datos y medición de indicadores (redes de usuarios)

En la Figura 3, se presenta el modelo referencial de la Arquitectura de TI propuesta, aquí se aprecia varias capas lógicas de servicios en donde se debe identificar las tecnologías, procesos, lineamientos, principios, estándares, y mecanismos de comunicación para una correcta administración y gestión de estos elementos con el fin de consolidar una arquitectura integral para el soporte y apoyo de los procesos de la institución.

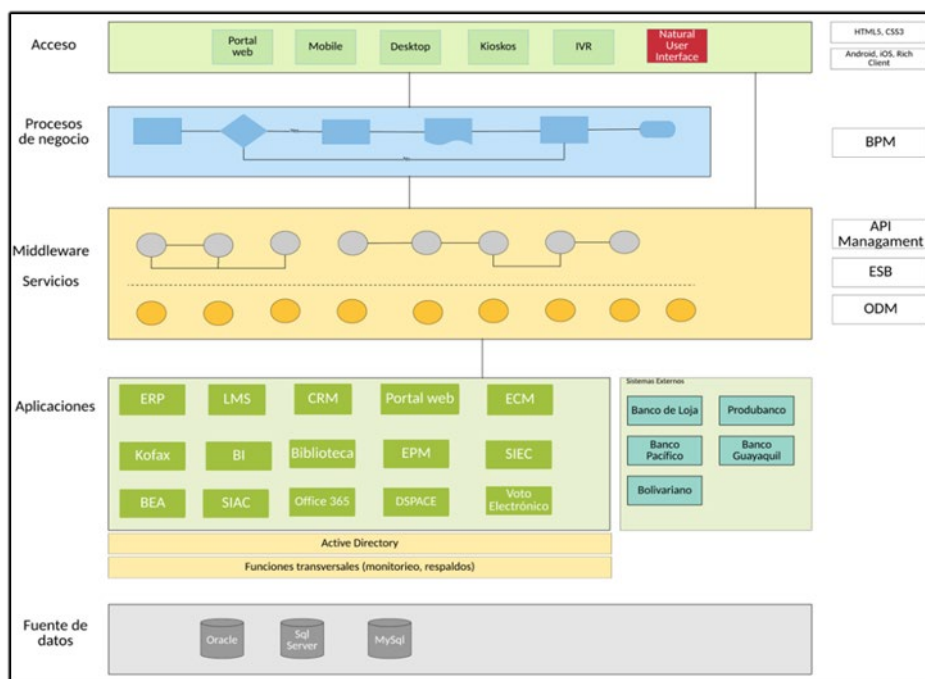


Fig. 3. Arquitectura de TI Propuesta

## 2.4 Mejores prácticas de TI

Como parte de la consolidación de la Arquitectura Empresarial, se evaluó el modelo de gestión de TI en la Universidad, para lo cual se realizó entrevistas con todos los actores vinculados, modelos de trabajo, organigrama de la institución, de tal forma que permita evaluar y proponer un nuevo modelo de trabajo. Finalmente, la propuesta es la que se presenta en la Figura 4, con un modelo de gestión centralizado de TI.

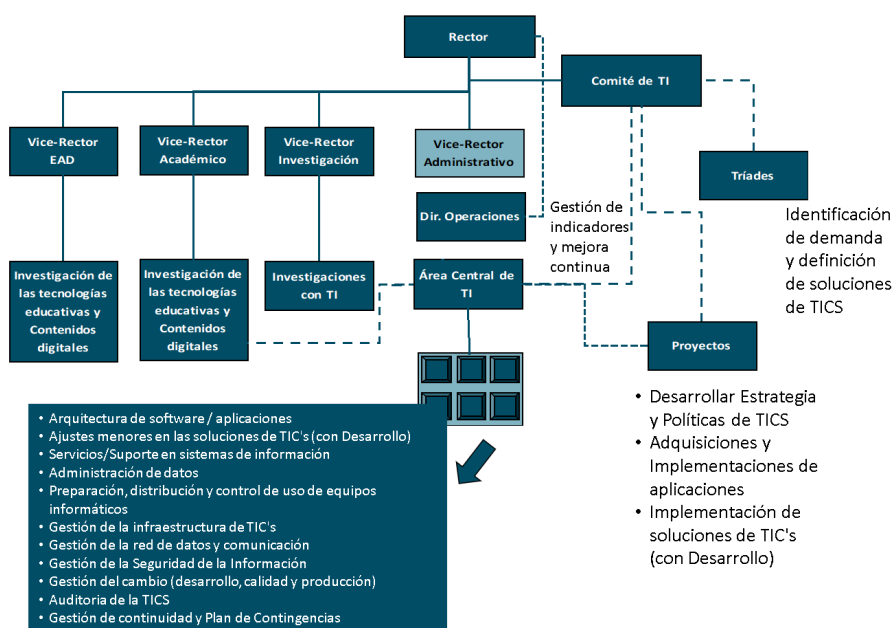


Fig. 4. Modelo Organizativo para la Gestión de TI

## 2.5 Definición de GAP de TI

Una vez definido el modelo de gestión fue necesario trabajar en los procesos críticos de TI, evaluando en cada frente el nivel de madurez y proponiendo una ruta de trabajo hasta el 2020 con ejecución en los POA anuales. A continuación, se muestra el resumen de los procesos identificados, su nivel de madurez (ponderación 0 a 5) y su objetivo al 2020.

Tabla 4. Procesos críticos de TI, madurez actual y esperada.

NIVELES DE MADUREZ POR AREA	PROMEDIO UTPL	META PEDI 2020
Administración de datos	1,5	3,4
Adquisiciones e Implementaciones de aplicaciones	1,3	3
Arquitectura de software / aplicaciones	1,1	3
Auditoría de la TICS	n/a	3
Desarrollar Estrategias y Políticas de TICS	1,6	3
Gestión de continuidad y Plan de Contingencias	n/a	3
Gestión de indicadores y mejora continua	1,1	3
Gestión de la infraestructura de TI's	2	3,2
Gestión de la red de datos y comunicación	2,3	3,7

Gestión de la Seguridad de la Información	2,5	3,2
Gestión de Riesgos	n/a	3
Gestión del cambio (desarrollo, calidad y producción)	0,8	3
Identificación de demanda y definición de soluciones de TICS	2	3
Implementación de soluciones de TIC's (con Desarrollo)	1,2	3,25
Preparación, distribución y control de uso de equipos informáticos	2,4	3
Servicios/Soporte en sistemas de información	2	4

<b>Leyenda</b>	
Actividades aisladas	1,23
Integración parcial	2,1
Actividades integradas y centralizadas	2,3
Las áreas no ejecutan el proceso (Excepto UGTI)	<1

### 3. Propuesta de PETI

Con los insumos generados en cada una de las etapas, se procedió con la priorización de los requerimientos de TI siendo las principales tecnologías a abordar: (a) Enterprise Resource Planning o Planificación de Recursos Empresariales (ERP); y (b) Learning Management System o Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS), sin descartar otras tecnologías identificadas y sobre las cuales se trabajó también en una hoja de ruta. A continuación, una tabla resumen de la tecnología identificada y la incidencia en los procesos identificados.

**Tabla 5.** Cobertura de procesos por tecnología de mercado propuesta

	# de Procesos	ERP	BPM	BI	CRM	LMS
Cadena de Valor UTPL Completa	940	247	244	210	25	21
Procesos priorizados PEDI	301	116	53	85	20	19
Cobertura actual - priorizados	301	40	9	15	4	11
Cobertura potencial con los sistemas actuales	301	9	0	70	4	0
Cobertura con nuevas plataformas	301	67	44	0	12	8

Finalmente, el PETI incluye los siguientes entregables:

- Inventario de soluciones tecnológicas requeridas en base a procesos priorizados.

- La implementación de un sistema ERP académico de mercado que genere agilidad y reducción del costo total de propiedad de TI.
  - Complementar la tecnología de BI que existe actualmente sobre una arquitectura integrada.
  - La tecnología de BPM está entre las herramientas sugeridas, por su ayuda en la ejecución de los procesos.
  - Sistemas CRM que ayuden en la efectividad de las campañas y análisis de desempeño de las campañas para retroalimentar y ajustar los ciclos siguientes.
  - Desarrollar el LMS para un uso mucho más flexible y automático para el proceso de enseñanza.
- Secuencia propuesta de implementación TICs, en función de la optimización de los activos existentes y la búsqueda del valor generado al negocio.
  - Oportunidades de Mejora de los Procesos Estratégicos, Misionales y de Apoyo (mejores prácticas de la industria)
  - Presupuesto para la implementación, así como otros planes de apoyo: gestión del cambio, articulación con el SGC, integración, etc.
  - Propuesta del Modelo de Gestión de tecnología y planes de mejora del nivel de madurez de los principales procesos de TI.
  - Principios de selección de herramientas para el PETI: cloud, mobile, intuitivas, sociales, etc.

## 5 Conclusiones

- No es posible concebir un proceso de transformación digital, sin evaluar de forma integrada la visión de la organización, estrategias, procesos, organización, personas e indicadores. La tecnología es un elemento habilitador.
- La implementación de un sistema ERP académico de mercado, si bien puede dar agilidad y reducir el costo total de propiedad de TI, debe ser evaluado con base en todos requisitos de procesos de la universidad.
- La implementación de tecnologías BI requiere previamente la creación de modelos de análisis estructurados y la capacitación de las personas en una visión analítica, caso contrario se podría tener tecnología subutilizada.
- La tecnología de BPM ayuda en la ejecución de los procesos, sin embargo; la mayor complejidad es consolidar la cultura de gestión por procesos y una disciplina de ejecución, incluso es importante desarrollar acuerdos de nivel de servicio por procesos.
- Los sistemas de CRM pueden ayudar en la efectividad de las campañas y análisis de desempeño de las campañas para retroalimentar y ajustar los ciclos siguientes, pero el uso diferencial se dará en el uso para gestionar todo el ciclo de vida de los estudiantes con la UTPL.

- Si bien es necesario un LMS para un uso mucho más flexible y automático para el proceso de enseñanza la capacitación de los profesores es un tema fundamental, así como la alineación del modelo pedagógico.
- Es imperativo que se monitoree el impacto en el aprendizaje de los alumnos, a fin de adecuar cada proceso al mejor uso de las funcionalidades del LMS y de la dinámica de enseñanza – aprendizaje
- Tener un mayor conocimiento de los alumnos y de las empresas asociadas, por el uso intensivo de investigaciones, traerá insights importantes para los ajustes del proceso con orientación a la creación de valor a los estudiantes.
- La excelencia en calidad de datos es fundamental para la eficacia y eficiencia de los procesos, y requiere disciplina y calidad en el origen.
- El uso de tecnologías innovadoras en la gestión y ejecución de los procesos debe ser iniciado cuando las tecnologías actuales tengan estabilidad, integración y alto grado de utilización.
- La interoperabilidad basada en estándares y mejores prácticas de los sistemas informáticos como: ERP, LMS, CRM, BPM, entre otros, es fundamental para soportar los procesos de negocio de la institución, lo que se traduce en mejores servicios a los estudiantes y comunidad universitaria.

## Referencias

1. Universitaria, O. d. (2010). *2020 TENDENCIAS UNIVERSIDAD, Estudio de Prospectiva*.
2. Telefónica, F. (2011). *Universidad 2020: Papel de las TIC en el nuevo entorno socioeconómico*. España: Ariel.
3. Bellido, J. N., & Orbegoso, C. F. (s.f.). *Planeamiento Estratégico de Tecnología de Información de la Escuela Superior Privada de Tecnología*. SENATI.
4. UTPL. (2011). *Plan Estratégico de Desarrollo Institucional 2011 - 2020*. Loja: Ediloja.
5. UTPL. (actualización 2018). *Plan Estratégico de Desarrollo Institucional 2011 - 2020*. Loja: Ediloja.
6. L. J., Becker, S. A., V. E., & A. F. (2014). *NMC Horizon Report: 2014 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
7. Becker, S. A., M. C., A. D., A. F., Giesinger, C. H., & V. A. (2017). *NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition*. Obtenido de NMC Horizon Report : <https://www.nmc.org/publication/nmc-horizon-report-2017-higher-education-edition-spanish/>
8. FORBES. (2017). Obtenido de Transformación Digital: <https://www.forbes.com.mx/alcance-la-transformacion-digital-las-empresas/>

## Implementación de la Estrategia de Transformación Digital de la Universidad de Guadalajara

Luis Alberto Gutiérrez Díaz de León<sup>a</sup>, Edna Minerva Barba Moreno<sup>b</sup>, José Guadalupe Morales Montelongo<sup>c</sup>

Coordinación General de Tecnologías de Información, Universidad de Guadalajara,  
Av. Juárez 976, Guadalajara, Jalisco, México. <sup>a,b,c</sup>

luis.gutierrez@redudg.udg.mx<sup>a</sup>, edna.barba@redudg.udg.mx<sup>b</sup>,  
jose.gpe.morales@redudg.udg.mx<sup>c</sup>

**Resumen.** El presente trabajo aborda la estrategia que la Universidad de Guadalajara emprendió para establecer un mapa de ruta para el desarrollo de tecnologías de información y comunicación (TIC), con la finalidad de avanzar en el gobierno de TI, y colocar a las tecnologías como un medio para el avance de las estrategias de la institución. En esta ruta se ha establecido el Plan de Desarrollo de Tecnologías de Información (PDTI), en congruencia con el Plan de Desarrollo Institucional (PDI), que define los ejes temáticos y líneas de acción para avanzar en la Estrategia de Transformación Digital Universitaria de una de las instituciones más grandes de México, presentando importantes resultados.

**Palabras Clave:** Estrategia de transformación digital, gobierno de TI, estrategia TIC, Plan de Desarrollo de Tecnologías de Información.

**Eje temático:** Gobernanza y gestión de TIC.

### Abstract.

This paper presents the effort lead by the University of Guadalajara to establish a roadmap for the development of Information and Communication Technologies (ICT) in order to advance in IT governance practices and setting the technologies as a mean to impulse the strategies at the university. With important results, this effort established the IT Development Plan, according with the current Institution Development Plan, that defines the baseline to advance of the University's Digital Transformation Strategy.

## 1. Introducción

Con una comunidad de 280,297 estudiantes, la Universidad de Guadalajara (UdeG) es la segunda universidad más grande de México, y está conformada por una Red Universitaria que está presente en las diversas regiones del occidental estado de Jalisco [1].

La institución atiende a las diversas regiones a través de 16 centros universitarios, y un Sistema de Universidad Virtual (SUV), que brindan educación superior y contribuyen con el desarrollo económico y cultural de las regiones. Esto se suma a los 173 espacios de educación media superior que, a través del Sistema de Educación Media Superior (SEMS), complementan la oferta de educación para el estado de Jalisco, que supera los 8 millones de habitantes, y donde los jóvenes representan 25.8% [2]. De esta manera, la institución tiene presencia en 109 de los 125 municipios localizados en las diversas regiones del Estado [4].

Los centros universitarios atienden las necesidades de profesionalización en apoyo a la vocación productiva de las diversas regiones donde tienen influencia. De esta manera, cada región se ha desarrollado de acuerdo con la conectividad de los caminos, la disponibilidad de los servicios y los accidentes orográficos.

En este contexto, acercar la tecnología a las comunidades universitarias representa un reto importante que solo cobra sentido cuando se logra su adopción por parte de los académicos, investigadores y estudiantes en beneficio de sus actividades y del proceso de enseñanza-aprendizaje; núcleo del cual se desprenden las actividades sustantivas de las instituciones de educación superior (IES).

La alineación con las necesidades institucionales y el cumplimiento de marcos de referencia y buenas prácticas es fundamental para una institución que adopta y amplifica el impacto de la tecnología en los ámbitos de la gestión administrativa y los procesos del gobierno universitario.

## 2. Un mapa de ruta para las TIC universitarias

Para la Universidad de Guadalajara ha sido fundamental el establecimiento de un mapa de ruta estratégico de tecnologías de información; mismo que permita gobernar su implementación en completa congruencia con el Plan de Desarrollo Institucional.

Esta ruta estratégica debe establecer niveles de gobierno de TI adecuados para la comunicación con las altas autoridades para que esté presente durante la definición de las estrategias universitarias, de manera que las tecnologías sean un referente y un medio para su implementación en la Red Universitaria.

De ahí la importancia del ejercicio de planeación estratégica que permitió la construcción del Plan de Desarrollo de Tecnologías de Información (PDTI) [3], mismo que presenta “la ruta estratégica para la efectiva integración y adopción de las TIC en la Universidad” a través de siete ejes temáticos, alineados con las estrategias y objetivos del Plan de Desarrollo Institucional.

### 2.1. Líneas estratégicas y estructurales

La agenda digital de la Universidad, articulada a través de siete ejes temáticos, incluye líneas estratégicas y una línea estructural tal como se muestra en la Figura 1.

De esta manera, las líneas estratégicas y estructurales articulan 36 estrategias específicas, que establecen los indicadores y metas necesarios para avanzar en la ruta de transformación digital universitaria. Se describe a continuación el alcance de cada una de las líneas referidas:

- **Línea estratégica de gestión de la información.** Con un sistema de información institucional que articula los procesos en donde colaboran las diversas entidades universitarias, esta línea permite abordar el reto de acercar servicios de valor para los universitarios extendiendo esta plataforma y avanzando hacia el gobierno



electrónico a través de la sistematización y automatización, así como para el aprovechamiento de la información.



Figura 10. Líneas estratégicas y estructurales del PDTI.

Fuente: Plan de Desarrollo de TI (2017, p.40).

- **Línea estratégica de gestión de servicios y su infraestructura.** Esta línea prioriza la operación de los servicios y la gestión de incidentes basada en normas y estándares para mantener o mejorar los niveles de operación de los servicios de TIC, incluidos los servicios de conectividad y telecomunicaciones que opera la institución para vincular los diversos espacios de la institución.
- **Línea estratégica de gestión de seguridad.** Con la premisa de que la seguridad es responsabilidad de todos, esta línea aborda la seguridad de la información como un proceso dirigido por la gestión de riesgos y la implementación de controles, que avanza hacia un sistema de gestión de seguridad de la información congruente con las necesidades de la institución.
- **Línea estratégica de gobierno de las TIC.** La visión y misión que la institución plasma en el Plan de Desarrollo Institucional son las piedras angulares para implementar el modelo de gobierno a través de un modelo de madurez en las prácticas de gobierno, gestión y operación de las tecnologías, impulsando el uso y aprovechamiento en los diversos espacios universitarios.
- **Línea estratégica de formación, cultura y adopción de las TIC.** Esta línea impulsa la adopción de las tecnologías de información en la comunidad universitaria que avanza hacia la formación de habilidades digitales, la inclusión

digital, la vinculación colaborativa con organismos de TIC y la responsabilidad social a través del uso de energías verdes.

- **Línea estratégica de tecnologías para el aprendizaje.** Esta línea aborda las competencias tecnológicas, plataformas de aprendizaje y recursos digitales que inciden en el proceso de enseñanza-aprendizaje que involucra a profesores y estudiantes, a través del aprovechamiento de las nuevas tecnologías, la promoción de modalidades no presenciales y el soporte al equipamiento tecnológico.
- **Línea estructural de gestión administrativa.** Esta línea articula la gestión interna, la gestión financiera y del desarrollo de los colaboradores, impulsando el cumplimiento de los objetivos de la máxima instancia de TIC de la institución. Lo anterior, en el marco de las diversas normativas y regulaciones aplicables que corresponde a la gestión y el ejercicio de los recursos.

## 2.2. Programas presupuestales para TIC

Una vez establecido el Plan de Desarrollo de Tecnologías de Información, y derivado de diversos diagnósticos, fueron aprobados los programas presupuestales específicos para avanzar en los diversos aspectos del aprovechamiento de las tecnologías de la información en la institución.

- Programa de actualización tecnológica
- Programa para la sistematización de la gestión universitaria
- Programa de infraestructura de conectividad
- Programa de adopción tecnológica

Estos programas permiten implementar acciones en las distintas líneas estratégicas del PDTI. Se describe a continuación el alcance de cada uno de los programas referidos:

- **Programa de actualización tecnológica.** Este recurso busca mantener y mejorar las condiciones tecnológicas de los espacios educativos y las dependencias a través de la actualización de equipamiento, redes de datos, herramientas tecnológicas y licenciamiento.
- **Programa de sistematización de la gestión universitaria.** Contribuye con la simplificación administrativa de la institución a través de los sistemas de información.
- **Programa de infraestructura de conectividad.** Con un enfoque en la infraestructura tecnológica base para la interconexión de los espacios de la institución.
- **Programa de adopción tecnológica.** Promueve la adopción y el aprovechamiento de las TIC a través del desarrollo de competencias digitales de la comunidad universitaria.

## 3. Resultados importantes

La estrategia ha permitido consolidar esfuerzos importantes en beneficio de la comunidad universitaria. Algunos de los esfuerzos más destacados por su impacto institucional son descritos en lo sucesivo.

### 3.1. Infraestructura y conectividad

#### *Infraestructura tecnológica y tecnologías sustentables*

La estrategia ha permitido consolidar una de las redes más robustas de Latinoamérica [9] con la implementación de tecnologías SDN e IPv6, siendo de las más extensas; lo que coloca a la institución en el lugar 133 del listado de operadores de redes con más volumen de tráfico en el protocolo IPv6, compartiendo la lista con operadores globales de telecomunicaciones [5].

Reflejo de los avances en este rubro fue pasar de un nodo central de conectividad a una arquitectura distribuida que despliega 19 nodos de conectividad en el área metropolitana de Guadalajara, así como en las regiones de Jalisco.

#### *Energías verdes*

Acorde con los esfuerzos realizados por la institución para la aplicación de energías verdes, se logró que uno de los nodos de conectividad sea alimentado completamente por energías renovables.

#### *Despliegue de la red inalámbrica*

Sin embargo, ante una comunidad de nativos digitales y la penetración de las tecnologías móviles en el aula, se ha fortalecido la red inalámbrica institucional, desplegando más de 2 mil puntos de acceso en beneficio de estudiantes y académicos.

#### *Ancho de banda*

En este mismo sentido, el servicio de principal de Internet actualmente dispone de un ancho de banda que alcanza los 20 Gbps a través de proveedores mayoristas, lo que permite atender las necesidades de los estudiantes y académicos de nuestra Red Universitaria.

### 3.2. Sistematización de la gestión universitaria

#### *Crecimiento de la plataforma de gestión universitaria*

La Universidad dispone de una plataforma de gestión administrativa que consolida los diversos sistemas y su interoperabilidad a lo largo de los procesos transversales de la institución. De esta manera, la estrategia de sistematización llevó a duplicar el número de sistemas alcanzando la cifra de 92 sistemas integrados a la plataforma institucional. Adicionalmente, y en congruencia con las tendencias en el uso de móviles entre los universitarios, la institución dispone de 56 aplicaciones móviles que acercan diversos servicios a los estudiantes.

Asimismo, en el ámbito académico, se construyó una plataforma para la gestión del expediente académico de los profesores e investigadores de la institución, sistematizando el registro de grados, publicaciones, reconocimientos, tutorías, direcciones de tesis, entre otras evidencias, en una plataforma institucional que facilite a los usuarios atender convocatorias a través de la integración de expedientes electrónicos. En este sentido, el sistema interactúa con los servicios de CONACYT, la agencia mexicana de ciencia y tecnología, buscando facilitar las gestiones de becas, apoyos y programas.

En el ámbito de la gestión administrativa, se modernizó el sistema de gestión patrimonial consolidando en un solo punto la gestión de los activos universitarios. Asimismo, se realizó el proceso de entrega-recepción de los funcionarios universitarios en 2015, a través de un sistema que automatizó gran parte del proceso al aprovechar la información del sistema de gestión patrimonial, simplificando de esta manera la integración electrónica del expediente, los diversos niveles de validación y aprobación, y la entrega formal de la documentación asociada. Los beneficios de la

gestión electrónica del proceso trajeron la optimización de recursos y un seguimiento eficiente para el cumplimiento en tiempo y forma.

#### *Gobierno electrónico*

Los procesos del gobierno universitario y sus órganos de gobierno se han beneficiado con el uso de aplicaciones móviles para la distribución de documentos de trabajo para la toma de decisiones.

En este sentido, los esfuerzos por consolidar el gobierno digital en la Universidad de Guadalajara a través de la adopción de la firma electrónica avanzada en los procesos y documentos institucionales, abonando a la simplificación administrativa y de la gestión. En este sentido, la institución es la primera universidad mexicana que cumple las normativas y regulaciones legales para tener en lo próximo el completo reconocimiento de los actos y documentos firmados electrónicamente equiparable con aquellos que tienen plasmada la tradicional firma autógrafa.

#### *Servicios digitales para estudiantes*

El acercamiento de servicios a los estudiantes ha sido impulsado a través de la Ventanilla Universitaria, facilitando los trámites y servicios escolares en línea a través de una página web, una aplicación móvil y un despliegue en los centros universitarios de kioscos electrónicos incluyentes con facilidades para la comunidad que vive con discapacidad. La adopción del servicio por la comunidad estudiantil se ve reflejado en los más de 30 mil trámites atendidos.

Los servicios digitales dirigidos a los estudiantes se fortalecen con el pago de los trámites a través de medios electrónicos, y en lo próximo se complementará con la expedición de documentos firmados electrónicamente, con la misma validez que los documentos firmados tradicionalmente de manera autógrafa.

#### *Servicios de videoconferencia*

Los servicios de videoconferencia han transformado la colaboración, pasando de 700 sesiones en 2013 a alcanzar más de 15 mil en 2017.

### **3.3. Responsabilidad social: portales web incluyentes**

El proyecto de portales web accesibles e incluyentes ha posicionado a la institución como un referente nacional, liderando el ranking de accesibilidad web en universidades realizado por Hearcolors [6] y llevando el tema a importantes foros nacionales e internacionales para concientizar acerca de las barreras que los portales web actuales presentan para las personas que viven con discapacidad, logrando algunos reconocimientos [8] y difundiendo mejores prácticas y experiencias de la institución en este ámbito [7].

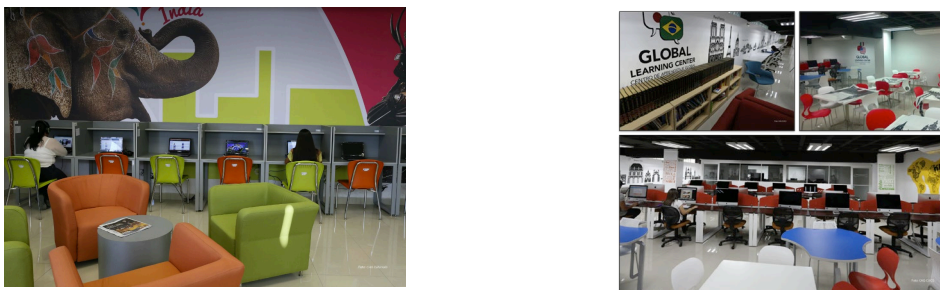
El cumplimiento del estándar WCAG 2.0 permite que los portales web estén preparados para interactuar con las herramientas de apoyo disponibles en los equipos de cómputo y dispositivos móviles actuales.

Actualmente se cuenta con el portal principal [www.udg.mx](http://www.udg.mx) con el nivel AA, así como nueve de los portales oficiales de los centros universitarios y del sistema de educación media superior, con lo que alrededor del 80% del tráfico web es atendido por portales web accesibles e incluyentes. Actualmente el tráfico suma los 17 millones de visitas anuales en los principales portales web oficiales de la institución.

### **3.4. Tecnologías para el aprendizaje**

En la búsqueda de que los estudiantes tengan experiencias globales desde su propio centro universitario y enriquecer su perfil, se establecieron Centros de Aprendizaje

Global en 16 centros universitarios y en el Sistema de Universidad, espacios con equipamiento tecnológico y software de vanguardia como parte de la estrategia institucional para la adquisición de habilidades globales mediadas a través de tecnologías de información y comunicación (TIC), en un entorno multicultural a través del aprendizaje de idiomas y el desarrollo de habilidades globales [10].



**Figura 2.** Centros de Aprendizaje Global implementados en dos centros universitarios.

**Fuente:** Artículo elaborado por Morales Montelongo, J.G., Martínez Álvarez, B., Rodríguez Rodríguez, C. R., Barba Moreno, E.M., Gutiérrez Díaz de León, L.A. (2017). [10]

### 3.5. Diagnósticos de TIC para la toma de decisiones

La Universidad de Guadalajara es pionera e innovadora al conducir estudios de hábitos de uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en su comunidad universitaria, mismos que reflejan el uso y aprovechamiento que hacen de la tecnología los estudiantes, profesores y personal administrativo en los espacios de la institución.

El estudio nos indica que el 99% de los universitarios utiliza el celular y en promedio el 89% dispone de internet en casa. Sin embargo, revisando con mayor detalle, se identifica el papel de la universidad en la reducción de la brecha digital, siendo el espacio que brinda internet a 19% para estudiantes de centros universitarios regionales y con 8% en los estudiantes de la zona metropolitana, quienes no disponen de conexión en sus hogares.

Asimismo, el estudio revela que los universitarios utilizan el teléfono inteligente como el principal dispositivo para navegar en internet dentro del centro universitario, espacio en el que 84% de estudiantes y 72% de académicos se conectan a las redes inalámbricas.

### 3.6. Avance en la adopción de nuevas tecnologías

Diversas tecnologías están siendo implementadas en la institución, buscando beneficiar a los estudiantes y la comunidad universitaria.

#### *Análisis de datos y supercómputo*

La Universidad de Guadalajara avanza a pasos firmes la construcción del centro de análisis de datos y supercómputo que dotará al país y al occidente de México con una de las mayores capacidades de supercómputo, mismo que quedará completamente habilitado en la segunda mitad de 2018.

#### *Blockchain y aplicaciones universitarias*

Actualmente, se están incorporando elementos de Inteligencia Artificial en algunos de los servicios para atender a los estudiantes, académicos y administrativos de la institución.

Asimismo, se habilitará en lo próximo una red blockchain privada para realizar transacciones electrónicas seguras que permita establecer diversos servicios, como la implementación de carteras electrónicas basadas en blockchain (udg wallets) para los estudiantes de la institución, entre otras aplicaciones.

## **4. Conclusiones**

El presente trabajo traza la experiencia de la Universidad de Guadalajara en la estrategia de transformación digital a través del establecimiento de un Plan de Desarrollo de Tecnologías de Información, mismo que a través de líneas estratégicas, indicadores y metas, así como programas presupuestales, ha permitido acercar importantes beneficios a la comunidad universitaria.

Es importante reconocer el importante apoyo de nuestras altas autoridades, así como la visión del Rector General de la institución y del Consejo de Rectores para la consolidación y el cumplimiento cabal de marcos de referencia y buenas prácticas en materia de transición tecnológica dentro de las instituciones de educación superior.

## **Referencias**

1. Universidad de Guadalajara. Coordinación General de Planeación y Desarrollo Institucional. Numeralia institucional: [http://copladi.udg.mx/sites/default/files/31\\_de\\_marzo\\_2018.pdf](http://copladi.udg.mx/sites/default/files/31_de_marzo_2018.pdf) (consultada el 1 de abril de 2018).
2. Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco. *Strategos: Revista Digital del IIEG*: <http://iieg.gob.mx/strategos/cuenta-jalisco-con-8-14-millones-de-habitantes-al-inicio-de-2018/> (consultada el 5 de mayo de 2018).
3. Universidad de Guadalajara. Coordinación General de Tecnologías de Información. Plan de Desarrollo de Tecnologías de Información (PDTI) 2016-2030: <http://cgti.udg.mx/pdti2017>
4. Universidad de Guadalajara. Informe de Actividades 2017. Indicadores estratégicos: <http://www.rectoria.udg.mx/sites/default/files/IA2017-indicadoresEstrategicosTBP.pdf>
5. World IPv6 Launch. Network operator measurements, 9th May 2018. <http://www.worldipv6launch.org/measurements/> (consultado el 15-Mayo-2018).
6. Hearcolors. Ranking de Accesibilidad Web Universidades 2016: <https://www.hearcolors.com.mx/?p=articulo&id=501> (consultado el 15-Mayo-2018).
7. Hernández Rentería, R. La Gaceta de la Universidad de Guadalajara. UdeG ejemplo de inclusión en TIC's: [http://www.gaceta.udg.mx/G\\_notal.php?id=22642](http://www.gaceta.udg.mx/G_notal.php?id=22642) (consultado el 15-Mayo-2018).
8. Cortés, M. Reconocimientos CIO100. Contenidos accesibles para todos: <http://cio.com.mx/contenidos-accesibles-todos-luis-alberto-gutierrez-diaz-coordinador-general-ti-universidad-guadalajara/> (consultado el 15-Mayo-2018).
9. Universidad de Guadalajara. Informe de Actividades 2017: Infraestructura tecnológica. <https://youtu.be/CfhtL-gEKg> (consultado el 16-Marzo-2018).
10. Morales Montelongo, J.G., Martínez Álvarez, B., Rodríguez Rodríguez, C. R., Barba Moreno, E.M., Gutiérrez Díaz de León, L.A. (2017). Experiencia en la implementación de espacios para el aprendizaje de habilidades globales mediada por las TIC como parte de la estrategia de internacionalización de la Universidad de Guadalajara. En Sánchez Guerrero, M.L., García Gaona, A.R., Álvarez Rodríguez, F.J. (EDITORES), *El profesional de TIC y la Transdisciplinariedad*. Editorial Alfa Omega. ISBN 978-607-622-368-0:

[http://www.aniei.org.mx/Archivos/Memorias/L\\_Electronico\\_CNCIIC2017.pdf](http://www.aniei.org.mx/Archivos/Memorias/L_Electronico_CNCIIC2017.pdf) (consultado el 15-Mayo-2018).

## REUNA, Red Óptica Chilena para Ciencia y Educación

Albert Astudillo<sup>a</sup>, Sandra Jaque<sup>a</sup>, Claudia Inostroza<sup>a</sup>, Sergio Cofré<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Corporación Red Universitaria Nacional, Canadá 239  
Providencia, Santiago  
[aastudillo@reuna.cl](mailto:aastudillo@reuna.cl), [sjaque@reuna.cl](mailto:sjaque@reuna.cl), [cinostro@reuna.cl](mailto:cinostro@reuna.cl), [scofre@reuna.cl](mailto:scofre@reuna.cl)

**Resumen.** El presente artículo detalla los avances que ha tenido en materia de infraestructura de conectividad la red chilena para investigación y educación, REUNA. Este crecimiento responde a las crecientes necesidades de universidades e instituciones de investigación, que constantemente demandan redes más robustas y de mayor capacidad. Se hace especial énfasis en las tecnologías utilizadas, incrementos de capacidades logrados, y el proceso de implantación y lecciones aprendidas en la implementación de los primeros tramos de larga distancia, utilizando fibra oscura alumbrada con tecnología DWDM. En particular, se detalla el tramo La Serena - Santiago, de 700Km, y cómo este se alinea con el proyecto científico LSST que impone grandes desafíos en materia de conectividad, así como la extensión Santiago - Concepción - Temuco, de 800Km, cuyo impacto es brindar servicios a las instituciones en igualdad de condiciones que aquellas ubicadas en la capital del país.

**Palabras Clave:** red, red académica, astronomía, red fotónica, DWDM, EVALSO, ALMA, LSST, NLHPC, REUNA.

**Eje temático:** Infraestructura y seguridad.

**Summary.** This article details the progress of the Chilean network for research and education, REUNA, in the field of network infrastructure. These achievements respond to the growing needs of the universities and research institutions, which constantly demand more robust networks with greater capacity. A special emphasis is placed on the selected technologies, capacities achieved, the implementation process and the lessons learned in these projects. Two projects will be described both using dark fiber which is lit with DWDM technology. The first one, the path La Serena - Santiago, of 700Km, is detailed and how it is aligned with the scientific project LSST that imposes great challenges in terms of connectivity. The second one the path Santiago - Concepción - Temuco, of 800Km, whose impact one of the impacts is to be able to connect the institutions along this path under equal conditions than those located in the capital of the country.

**Keywords:** network, academic network, astronomy, photonic network, DWDM, EVALSO, ALMA, LSST, NLHPC, REUNA.

**Thematic axis:** Infrastructure and security.



## 1 Introducción

Las redes de investigación y educación junto a la comunidad que la conforman han impulsado el desarrollo tecnológico a lo largo de toda su historia. Grandes innovaciones han nacido desde estas comunidades, ejemplos como el propio desarrollo de Internet, la www, la internet de las cosas y el impacto que está teniendo en temas tan diversos como energías renovables, solo por nombrar algunas. Estas innovaciones se transfieren hacia la industria como nuevos servicios, productos para la sociedad en general, y este modelo se aplica también para la implementación de la capa de infraestructura física de las redes académicas.

Red Universitaria Nacional, REUNA, ha dado grandes saltos en esta materia desde sus inicios. Ya a mediados de los 90's contaba con la primera troncal de alta velocidad basada en un stm-1 (155Mbps) a lo largo de 3000Km de extensión (Arica a Puerto Montt) en esos momentos la conexión de mayor velocidad rondaba los 2Mbps. REUNA por su naturaleza consigue esta infraestructura en acuerdo con un proveedor de telecomunicaciones. Luego vinieron actualizaciones en capacidad en varios de los tramos a 1Gbps. A fines de la primera década de los 2000, en conjunto con la comunidad astronómica, se origina el siguiente gran salto en el marco del proyecto EVALSO [1], una colaboración entre REUNA, ESO y otras instituciones, que permite volver a implementar una troncal de alta velocidad, ahora a lo largo de 1200Km, entre Antofagasta y Santiago. De esta red, se obtuvo el derecho de uso por 10 años de una longitud de onda alumbrada en 10Gbps para la utilización de los proyectos astronómicos de ESO[3], ALMA[2] y las redes académicas REUNA y RedCLARA. Hace casi 10 años atrás, este tipo de capacidades (longitud de onda alumbrada en 10G o canales de 10G) no era provisto como servicio por las empresas de telecomunicaciones, aunque hoy en día es bastante más común.

En los dos últimos años, en el marco de una nueva colaboración establecida por REUNA esta vez con el más grande proyecto astronómico de barrido que se instalará en la región de Coquimbo, el LSST[4] (Large Synoptic Survey Telescope o Gran Telescopio de Exploración Sinóptica en español), la corporación ha estado trabajando en el despliegue de la red óptica de 700Km entre La Serena- Santiago, de la cual REUNA cuenta con dos filamentos de fibra, los que se alumbran con tecnología DWDM con canales de 100Gbps. Esta red es hoy una realidad y se encuentra en estado de marcha blanca.

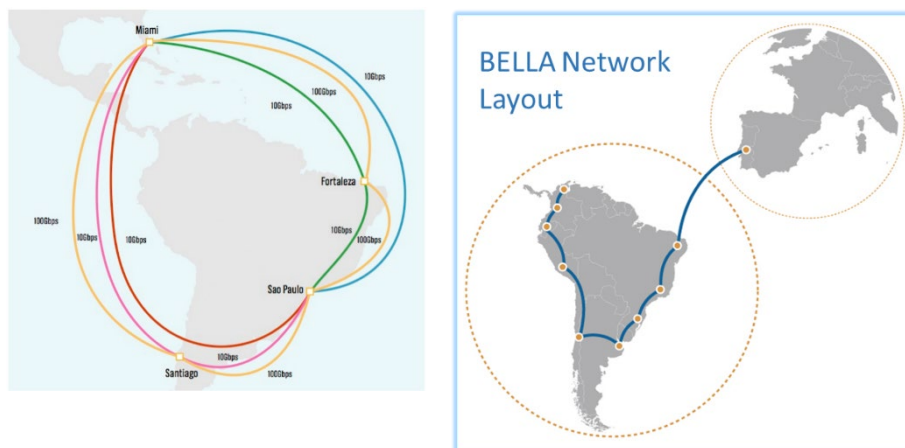
Este tercer hito en materia de infraestructura física se logra bajo el alero de un acuerdo de colaboración establecido por REUNA con AURA, una de sus instituciones socias y quien es el responsable de la instalación del proyecto LSST en Chile, mediante financiamiento de NSF se materializa la adquisición a largo plazo del par de fibra óptica bajo un acuerdo con una empresa de Telecomunicaciones. Estamos por tanto frente a un nuevo modelo de infraestructura que no existe en Chile como servicio, excepto ciertamente entre las propias empresas de Telecomunicaciones, y que hoy permite enfrentar los desafíos que imponen estos enormes proyectos astronómicos. LSST va a generar 30TBytes de datos por noche, los que además de almacenarlos en el Data Center primario en construcción en La Serena deben ser enviados al Centro de Procesamiento en Illinois Estados Unidos. Chile va a concentrar en el orden de 70% de las instalaciones astronómicas mundiales en los próximos años, lo que impone un gran desafío en diversas materias, por lo que REUNA está trabajando activamente con la comunidad para desplegar una infraestructura de red óptica que alcance la mayor extensión nacional, en este sentido se está finalizando la implementación de una red de similares características desde

Santiago al sur, y en los siguientes dos a tres años los esfuerzos se concentrarán en la extensión hacia la zona norte donde se instalan estas mega construcciones así como completar el extremo sur.



**Fig. 1.** Telescopio LSST en proceso de construcción en el valle del Elqui. Producirá 30TB por noche.

Este documento detalla desde el ámbito tecnológico el proyecto de implementación de la red óptica para el tramo La Serena – Santiago, Santiago – Concepción – Temuco y el anillo metropolitano desplegado en Santiago. Se incluye información de la fibra y en detalle el equipamiento utilizado, los desafíos encontrados durante el despliegue, lecciones aprendidas o en proceso de aprendizaje ya que son proyectos tecnológicamente complejos estando en una etapa inicial de la curva de aprendizaje, se incluye también el plan de desarrollo para las siguientes etapas y las oportunidades de sinergia con proyectos relacionados (BELLA, Amlight).



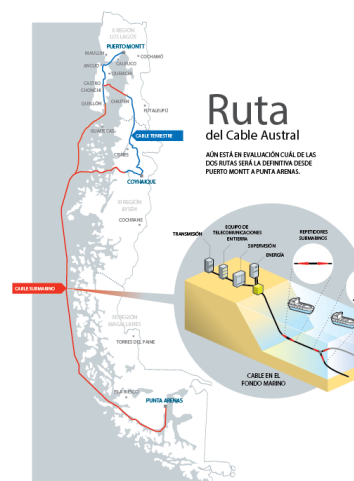
**Fig. 2** Proyecto Bella: imagen del trazado de los enlaces a nivel suramericano.

## 2. Plan de desarrollo 2019-2021

Tanto por el despliegue de nuevos proyectos astronómicos en la zona norte, E-ELT, GMT, CCAT, etc que demandarán una carretera digital de altas capacidades, así como por el crecimiento natural de las instituciones que integran la Corporación, REUNA está trabajando para implementar un plan de desarrollo de la troncal óptica a nivel nacional que en el ideal permita tener una red basada en fibra desde Arica hasta Puerto Montt. El plan de desarrollo contempla que durante 2019-2020 se abordará el tramo La Serena – Arica, para esto se ha iniciado un proceso de búsqueda de soluciones en el marco del proyecto sinérgico BELLA [red sitios redclara BELLAT], proyecto que busca integrar la infraestructura óptica de las redes académicas de América Latina, y posibilitar la interconexión de estas directamente hacia Europa vía un nuevo cable de fibra óptica submarina. Las sinergias se están explorando también con los diversos actores de la comunidad, entre ellos los proyectos astronómicos. En el período 2020-2021 se espera completar el tramo Temuco – Puerto Montt, para generar las condiciones adecuadas de integración con el proyecto de gobierno Fibra Óptica Austral [ref sitio foa], lo que permitiría conectar en igualdad de condiciones en términos de conectividad que el resto del país al gran número de instituciones que realizan investigación en la zona austral.



<https://pbs.twimg.com/media/DMXsbpKVwAAiZ3b.jpg>



<http://www.capital.cl/poder/2012/12/10/40430/conexion-patagonica/>

**Fig. 3.** [5] Proyecto de fibra austral, el cual conectará el sur de Chile desde Puerto Montt hasta Punta Arenas. Su trazado tendrá una extensión de casi 4000km.

En este contexto se espera dar saltos cuánticos en materia de infraestructura digital para la comunidad de E+i+I+D (revisar sigla) durante la segunda década de los 2000.

## 3. Infraestructura de red La Serena – Temuco

REUNA Desde el año 2015 ha venido a trabajando en afianzar un crecimiento de largo plazo a través de enlaces basados en fibra que, iluminados con tecnología DWDM, permitan levantar múltiples canales con el fin de no tener una limitante en términos del ancho de banda. Con esa filosofía se ha trabajado en 3 tramos de la red:

Tramos de larga distancia: La Serena – Santiago y Santiago – Concepción – Temuco y el tramo en Santiago denominado “anillo metropolitano”, el cual interconecta los principales nodos en la misma ciudad.

### **3.1 Tramo La Serena Santiago**

Este tramo fija un hito importante para REUNA, puesto que se transforma en el primer tendido de fibra de larga distancia iluminado en su totalidad por la propia corporación.

#### **3.1.1 Fibra**

Para obtener la conectividad física entre ambas ciudades, distantes aproximadamente 450km a través de la ruta principal, se llama a licitación finalizando la empresa Telefónica adjudicada. El resultado de la licitación son dos pelos de fibras que nacen en las oficinas de REUNA y culminan en Colina el Pino (La Serena), casa matriz de AURA, donde REUNA posee un Punto de Presencia. El trazado de la fibra tiene una particularidad que enriquece el proyecto, puesto que su recorrido entre Santiago y La Serena no sigue la autopista principal entre ambas localidades, si no que se tiende a través de ciudades interiores. Esto mejora la disponibilidad total de la red, ya que los servicios actualmente contratados pasan por la ruta principal creando una separación física entre los servicios actualmente contratados y la nueva red.

Las siguientes son las características generales de la fibra:

- Tipo: singlemode G652-D
- Extensión Final: 717Km
- Atenuación:  $\leq 0,25$  dB/Km a 1550 nm.
- Atenuación máxima por empalmes  $\leq 0,2$  dB.

El proyecto contempla el albergue de equipamiento en locales técnicos del proveedor y también la mantención de la fibra, siendo REUNA responsable de levantar tickets de incidencias ante una falla. Se acordaron distintos SLAs los cuales están directamente relacionados con la localidad donde se produce el problema.

#### **3.1.2 Equipamiento**

El proceso de selección de equipamiento, también se realiza a través de un proceso licitatorio, en el cual se invitan a las principales marcas a participar. Nueve empresas, presentan propuestas.

La selección se realizó en base a criterios técnicos y económicos que tomaron en consideración múltiples variables, tales como: Escalabilidad, consumo de energía, tamaño, flexibilidad en tipos de interfaces y servicios, alcance sin regeneración, entre otras.

El proceso completo de elección tomó 18 meses los cuales dan como adjudicado a la empresa alemana Coriant, con la línea de equipos Hit7300 en dos versiones de chasis: Flatpack y SRS3.

Las principales características de estos equipos son las siguientes:

Flatpack:

- Tamaño 6U
- Cantidad de slots para tarjetas: 5

SRS-19:

- Tamaño 10U
- Cantidad de slots para tarjetas: 13U

Dado que esta red solo baja servicios en los extremos, los nodos intermedios solo alojan tarjetas de amplificación, por esta razón todos los nodos intermedios utilizan el chasis Flatpack y los extremos el SRS-19.

### **3.1.3 Servicios levantados**

Los equipos DWDM están equipados con dos tarjetas transponder, cada una con dos interfaces OTU4 y acompañadas de una tarjeta de 20x10Gbps que conecta los clientes. Los transponder tienen la capacidad de transmitir en tasas de 100Gbps o 200Gbps a través de un cambio en la modulación. En esta etapa se activaron los transponders en 1000Gbps, se está en proceso de revisión de los segmentos para reducir atenuación y poder activar los canales a 200Gbps.

El sistema fue diseñado para transportar 2 lambdas entre La Serena y la oficina de REUNA en Santiago, y 2 lambdas entre La Serena y el proveedor de los enlaces internacionales también en Santiago. Estas últimas lambdas transportarán el tráfico del centro astronómico LSST.

La implementación de este proyecto permite a REUNA agregar 10 veces la capacidad actual, pasando de tener un backbone de 20Gbps a 220Gbps.

### **3.2 Anillo Metropolitano**

Gracias a la sinergia entre la conectividad con RedCLARA, proveedores internacionales y culminando con el proyecto EVALSO, en el año 2011 se logra formar un anillo de fibra en Santiago el cual interconecta las principales salidas internacionales, junto con ESO, ALMA y REUNA. Inicialmente este anillo fue iluminado con lambdas punto a punto, en la cual la redundancia se realizó a nivel de capa 2. Pero en el marco del proyecto La Serena – Santiago se decide robustecer este anillo y ampliar su capacidad, agregando una capa DWDM Coriant lo que permita traspasar la redundancia a la Capa 1, mejorando los tiempos de conmutación del sistema y permitiendo una escalabilidad en los servicios a levantar en el futuro ya que se agregan Mux/Dmux de 40 canales.

### **3.3 Tramo Santiago – Concepción – Temuco**

Esta extensión de red también introduce un nuevo paradigma para REUNA ya que la construcción de esta porción de red se realiza en alianza con un proveedor de telecomunicaciones, lo cual ha permitido probar en campo el concepto de lambda alien no solo en toda su extensión sino también en todos los nodos a lo largo de la red donde se hace apertura de servicios, 13 nodos en total. En términos generales tanto los operadores de fibra como de equipamiento DWDM no son favorables a esquemas de lambda alien, por lo que esta experiencia empírica es interesante dado que permite demostrar en campo que es posible compartir espectro sin perturbar el funcionamiento de los servicios de cada usuario del proyecto. En este caso se comparte el 50% del espectro, donde un 50% transporta lambdas de equipamiento CORIANT y el otro 50% lambdas de otra marca. Al igual que en el test de la lambda alien, se hizo un análisis de las longitudes de onda durante el despliegue y los resultados de potencia y OSNR. Los cuales estuvieron dentro de los márgenes de operación de ambos fabricantes.

Los desafíos futuros en este ámbito estarán relacionados más bien con el monitoreo de los canales para visualizar el correcto desempeño de ambas infraestructuras.

#### **3.3.1 Fibra**

El tramo sur de la red consta de trece nodos. Dos de los cuales se encuentran en Santiago, luego la fibra de larga distancia se extiende desde el centro de Santiago hasta Temuco, con un ramal entre Cabrero y Concepción. En total son 13 nodos interconectados.

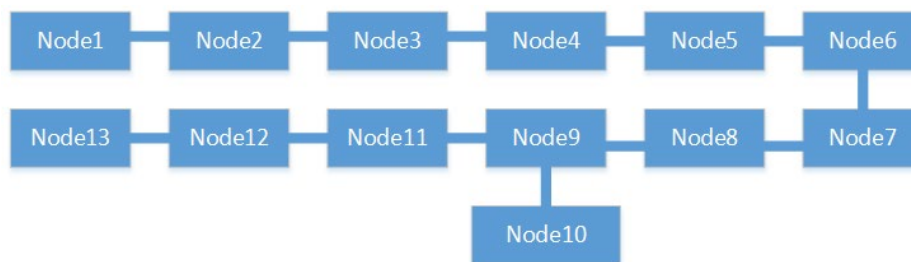


Fig. 4. Conexión física de los nodos que conforman el tendido de red sur.

La fibra utilizada para todo el trazado es la misma que La Serena – Santiago: G.652D. Y la distancia promedio entre nodos es de 76km.

### 3.3.2 Equipamiento

En términos del transporte de los datos este proyecto presenta un desafío adicional, puesto que REUNA y su socio, utilizan marcas distintas de equipamiento DWDM. En el caso de REUNA, se mantiene la decisión de trabajar con Coriant, siendo las lambdas de la institución aliada aliens de los equipos Coriant.

Para asegurar el correcto funcionamiento, previo al despliegue de la red Santiago –Sur, se realiza una prueba de concepto sobre el anillo metropolitano en la cual la marca alien, levanta dos longitudes de onda punto a punto pasando por 3 nodos Coriant. Para validar el test, se realizan mediciones de potencia y OSNR con un OSA. Los cuales arrojaron resultados óptimos para el correcto desempeño de servicios alien montados sobre la capa Coriant.

### 3.3.3 Servicios levantados

La siguiente figura detalla los servicios levantados:

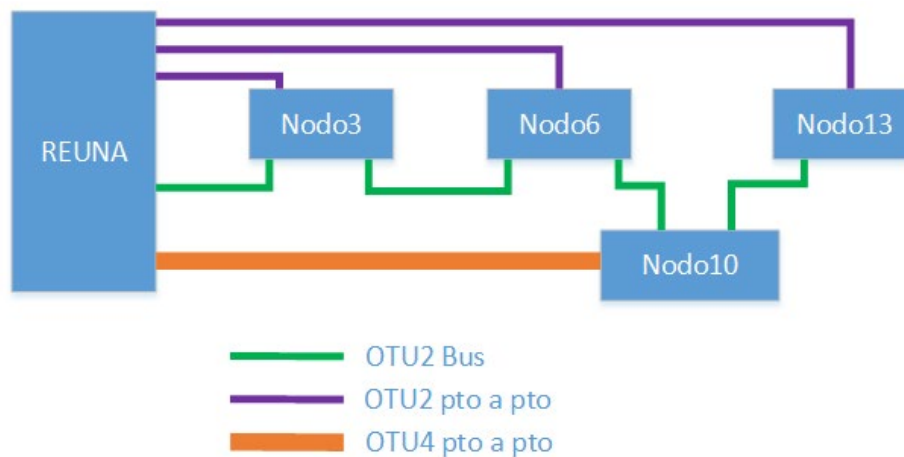


Fig. 5. Diagrama de lambdas DWDM levantados sobre la nueva plataforma de red.

El proyecto considera dos tipos de servicios: uno dedicado punto a punto y un segundo en formato de bus. Esto por una parte permite incrementar la disponibilidad del sistema y también agrega flexibilidad para conectar no solo el router de borde de las instituciones si no también los switches troncales de REUNA.

El salto en términos de capacidad en este tramo es muy importante ya que hasta antes de este proyecto las instituciones compartían un único 10Gbps en formato de bus, el cual iba sumando las demandas de todas las instituciones. Con la nueva infraestructura cada universidad y centro de investigación conectado entre Santiago y Temuco, tendrá un 10Gbps dedicado.

#### **4. Lecciones aprendidas**

El arduo trabajo realizado en cada uno de los tres proyectos permitió mejorar el diseño, implementación y puesta en marcha del que lo siguió. A continuación, se detallan elementos que fueron relevantes en algunas de estas etapas:

##### **4.1 Diseño**

- Mantener la cantidad de elementos que aportan atenuación lo más restringido posible.
- Ampliar la holgura de atenuación del diseño.

##### **4.2 Implementación**

- Tomar el despliegue de los equipos como la etapa más importante para aprender la tecnología y la configuración de los equipos.
- Involucrar al área de operación en esta etapa facilitó el traspaso de información y el posterior empoderamiento de la administración de los equipos.

#### **Referencias**

1. EVALSO [1], <http://www.evalso.eu/evalso/>
2. ALMA [2], <http://www.almaobservatory.org/>,
3. ESO [3] <http://www.eso.org>
4. LSST [4], <http://www.lsst.org/lst/>,
5. Fibra Óptica Austral, Subtel [5], <http://foa.subtel.cl/>

## NETScience UChile : Red de alta velocidad para la ciencia e investigación en la Universidad de Chile

Alvise Bolsi Rubio<sup>a1</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Chile, Diagonal Paraguay 265,  
8330015 Santiago, Región Metropolitana, Chile  
<sup>1</sup>abolsi@uchile.cl

**Resumen.** Este artículo describe el proyecto de implementación de una red de alta velocidad orientada a la transmisión de datos para la investigación científica de todos los académicos y científicos de universidad. Esta red pone a disposición la potencialidad de transmitir grandes cantidades de información en tiempos razonables de manera de poder trabajar en conjunto. El enfoque de desarrollo del proyecto ha sido construir una carretera de alta velocidad que viene a hacerse cargo de la deuda que se tenía con el fomento de la actividad científica dentro de nuestra casa de estudio, la cual ya cuenta con una red local administrativa funcional y confiable, pero que no permite mover la cantidad de datos que se producen hoy en día en las diferentes áreas de la investigación.

**Palabras Clave:** Red de datos, NETScience, colaboración, alta velocidad.

**Eje temático:** Infraestructura y seguridad.

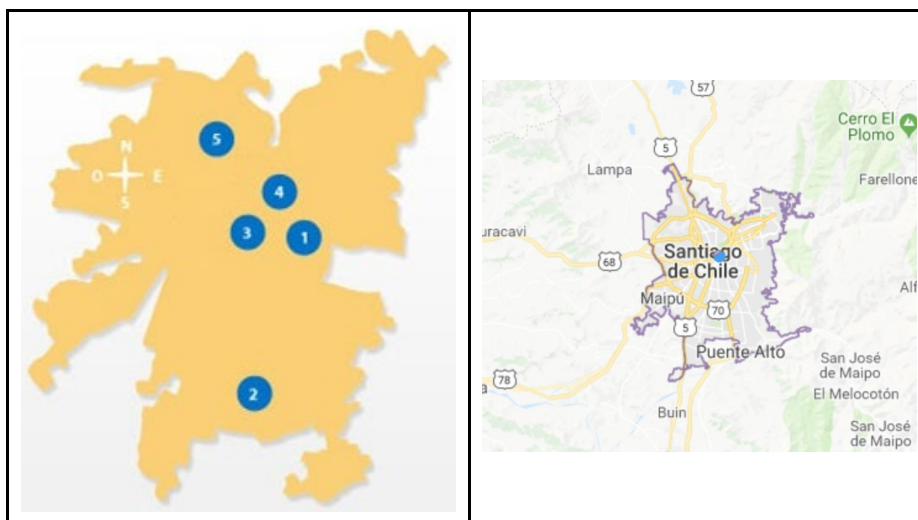
**Abstract:** The following article describes the implementation of a high speed network focused on the transmission of data of scientific investigation of all the academics and scientist of the University of Chile. This network offers the potential of transmitting huge quantities of information en reasonable amount of time, allowing remote? collaborative work. The focus of the project has been to build a high speed highway settling the IT debt with the promotion scientific activities within our university, which already had a local reliable administrative network but that couldn't move the amount of data produced in all the areas of scientific investigation.

### 1 Introducción

La Dirección de Servicios de Tecnologías de Información y Comunicaciones (DSTI) es la responsable de construir y explotar la red de datos universitaria, la cual permite la comunicación tanto de los alumnos (pregrado y postgrado) así como a los académicos y el personal de colaboración, que en su conjunto forman un total de más de 52 mil usuarios.

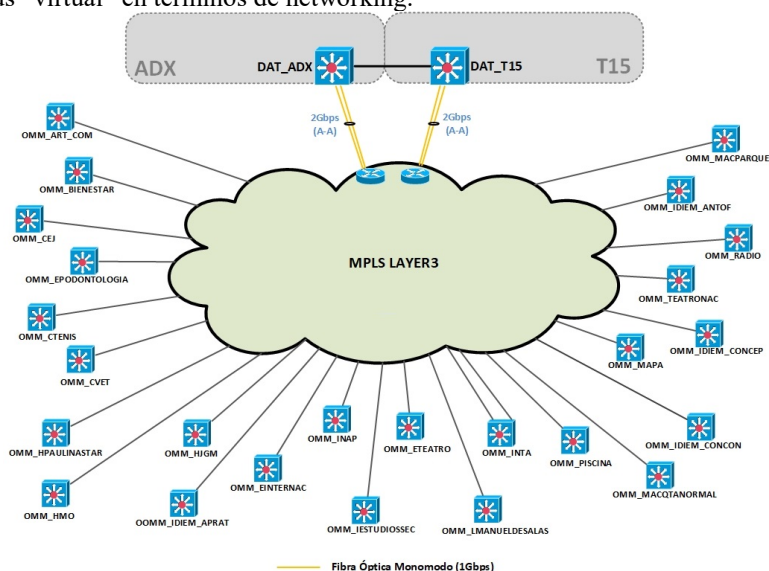


Para ello, la Universidad agrupa sus 19 facultades y diferentes institutos y centros, en 5 Campus distribuidos en la ciudad de Santiago.



**Figura 1:** Distribución geográfica de los Campus de la Universidad en la ciudad de Santiago de Chile

También es responsable de la conectividad de alrededor de 30 organismos menores, los cuales se encuentran distribuidos geográficamente tanto en Santiago como en Regiones (Antofagasta, Concón y Concepción), conformando un nuevo Campus “virtual” en términos de networking.



**Figura 2:** Campus “virtual” para organismos menores

En conjunto, esta red denominada “Red Multiservicios”, brinda servicios a más de 50 mil usuarios concurrentes que requieren conectividad a los distintos servicios de red universitarios como Telefonía IP, WiFi, Internet y otros.

La Red Multiservicios está pensada para ser una red de datos jerárquica, robusta y en alta disponibilidad, con enlaces y equipamiento redundantes y un core distribuido en 2 datacenter, cada uno con capacidad para absorber la demanda total y mantener los servicios operando por sí solo. En la actualidad, los enlaces para conectar a los diferentes Campus son enlaces con tecnología Multiprotocol Label Switching (MPLS) con capacidad de 1Gbps, mientras que para las ubicaciones con menos capacidad las velocidades varían entre 20 a 400Mbps. Para poder organizar la red, se ha utilizado el modelo de capas, donde se diferencian claramente las capas de edge, core, distribución y acceso, cada una de ellas con equipamiento y enlaces redundantes. Adicionalmente, se cuenta con varios proveedores de internet y proveedores de contenidos los cuales también presentan redundancia.

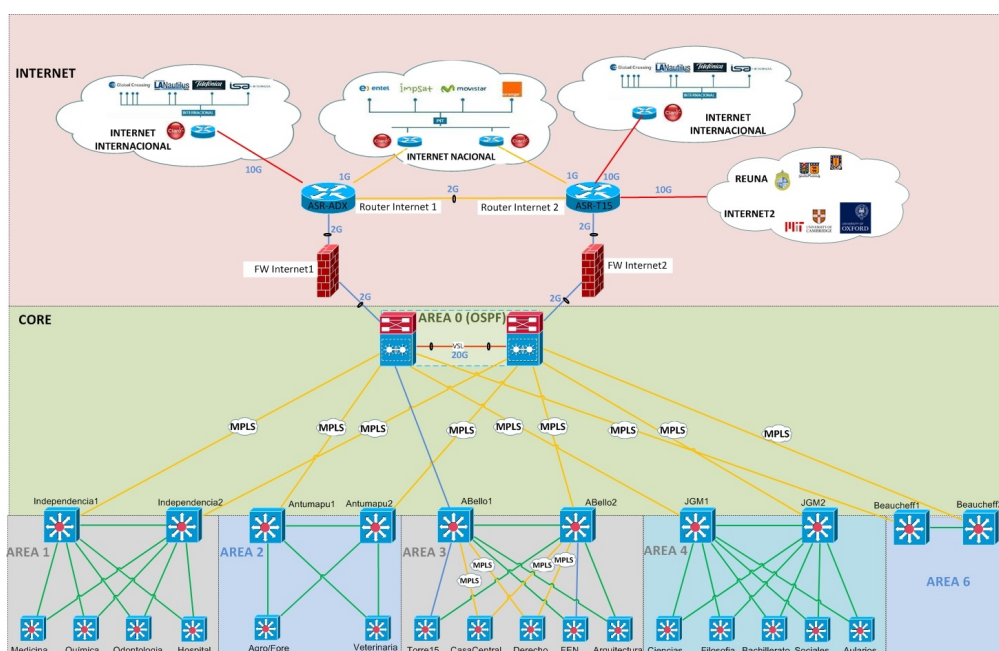


Figura 3: Red Multiservicios UChile

Actualmente, la Red Multiservicios cumple con los requerimientos administrativos de la Universidad y cuenta con capacidad suficiente para continuar operando sin grandes cambios durante varios años más.

Sin embargo, surgen en la Universidad proyectos como el de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) [1], quien instaló un centro de procesamiento de información con el supercomputador más grande de Chile, que interconecta a la mayoría de las universidades para que compartan datos necesarios para investigaciones científicas. Este centro de cómputo tiene su propia red de alta velocidad, pero con un acceso limitado.

Dado lo anterior, se observa una oportunidad para que los académicos y científicos al interior de la Universidad puedan conectarse entre sí y a este supercomputador con un mejor ancho de banda, que les permita transferir

información en tiempo real y sin la necesidad de recurrir a copias parciales o transferencia de datos usando medios físicos.

Para lograr mejorar el trabajo de intercambio de información, se planifica e inicia una gran labor que permitirá aumentar el ancho de banda que utilizan los académicos, creando así una red llamada “NETScience” la que facilitará de transferencia de datos.

## **2 Red de alta velocidad de investigación**

### **2.1 Principales características**

NETScience es el nombre del proyecto de implementación de una red de alta velocidad destinada a mejorar las tasas de transferencia de grandes volúmenes de datos, producto principalmente de la investigación de académicos de la Universidad, que requieran ser compartidos internamente o con otras entidades educacionales o de investigación del país.

NETScience, está compuesto por un Backbone de fibras oscuras y equipos de altas prestaciones de red, administrados localmente por parte de un staff propio de ingenieros.

NETScience permitirá potenciar la investigación de los académicos y compartir sus datos con el resto de las instituciones.

NETScience comenzará a operar con velocidades de 10Gbps siendo capaz de aumentar su velocidades en base a la demanda que se genere y de acuerdo a inversiones necesarias para ello.

### **2.2 Apoyo a las unidades institucionales y facultades.**

La DSTI de la Universidad de Chile, desde sus inicios ha estado orientada a trabajar en dar un servicio que aporte a mejorar el trabajo cotidiano de las personas que componen la institución, ya sea académicos, alumnos o personal de colaboración.

DSTI entiende la innovación como la constante búsqueda de creación de valor, a través de la articulación y el uso de las tecnologías de información y comunicación.

La necesidad de conectividad es una necesidad transversal hoy en día. Este hecho fomenta aún más el que esta dirección tome el proyecto como suyo, pueda canalizar esfuerzos y recursos particularmente, siempre entregando servicio a la totalidad de la comunidad. Es finalmente un modelo similar a un carrier, que se preocupa por brindar servicios de conectividad transparente y neutral, para que los clientes hagan uso de la red para diversos objetivos.

Dado que no se puede predecir la demanda que generará el proyecto, se proyecta construir una base sólida que permita un crecimiento que pueda ser financiado en base a proyectos, que es la forma más habitual de financiamiento utilizada en el mundo académico.

### **2.3 Proyecto NETScience**

En Chile existe una red fotónica de alta capacidad para la ciencia, implementada por la corporación Red Universitaria Nacional (REUNA)[2], basada en tecnología Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) diseñada para interconectar instituciones universitarias pertenecientes al proyecto Laboratorio Nacional de Computación de Alto Rendimiento (NLHPC) [3]. Esta red interconecta a nivel nacional a todos los miembros del proyecto con el supercomputador en donde se almacena y procesa la información.

Esta interconexión entre instituciones motiva la idea de plantearse una nueva red institucional que permita a los académicos transferir información directamente desde la red UChile al supercomputador de la FCFM.

Esta motivación se complementa a conversaciones diversos grupos de académicos de la Universidad quienes plantean la frustración al compartir archivos de gran volumen entre sus pares dentro y fuera de la universidad. Manifiestan también que el no contar con esto retrasa y pone barreras en sus investigaciones.

La Subdirección de Soporte e Infraestructura Tecnológica, perteneciente a DSTI, encargada de administrar la red que comunica las facultades de la institución, determina que la red actual, (basada en enlaces de 1Gbps de ancho de banda) no puede utilizarse para esta labor ya que es una red compartida y no solo para transferencia de información, si no que también para diversos servicios como, por ejemplo, la Telefonía IP, WiFi, entre otros.

El año 2015 se realiza un estudio con REUNA para poder mejorar la red interna de la Universidad basados en la necesidad de los académicos de transferir grandes cantidades de información por una vía exclusiva, ya que la red interna es compartida por miles de personas y para servicios diferentes. El estudio realizado, sugiere la implementación de tecnología DWDM, la cual permite que se generen circuitos únicos de conexión entre un punto y otro evitando así los cuellos de botella en la transferencia de datos por una misma vía generando circuitos dedicados sin ruteo entre diferentes centros científicos así lo requieran.

El financiamiento de la red actual es un costo basal, entendido como un servicio básico, que reúne aportes proporcionales al tamaño de las facultades y otra parte de la Universidad. Por lo tanto el costo de implementar con tecnología DWDM es demasiado alto para el modelo de financiamiento.

La red entonces debe ser un bien común, acorde a su origen de financiamiento y no puede depender de necesidades puntuales de una u otra facultad. Tanto facultades de orden “científico” como aquellas de orden “humanistas” deben estar conectadas en igualdad de condiciones, lo cual permite que todos tengan acceso a este bien y además genera la posibilidad de una interacción de científicos de diferentes áreas, enriqueciendo la diversidad y calidad de los proyectos.

Por otra parte, existían importantes diferencias en los equipos de comunicación y cableado dados por las realidades de cada facultad. Se debía entonces regularizar cableado interno, equipos, competencias del personal para administración locales de switches, vlans, diagnóstico de red, entre otros elementos.

Ante esta realidad la subdirección se impone el desafío de diseñar e implementar un piloto que, de resultar exitoso, motivaría aún más la instalación de esta súper red a nivel de toda la Universidad.

Los objetivos del piloto fueron los siguientes:

- Demostrar la necesidad de instalar una nueva red y que la implantación de este proyecto cubría dicha necesidad.
- Trabajar en la implementación por partes de un proyecto que va cubriendo necesidades parciales para finalmente llegar al foco final que es utilizar tecnología DWM, demostrado que con el piloto no es necesario aún contar con dicha tecnología para poder mejorar la transferencia de información.
- Obtener el presupuesto y recursos necesarios para el proyecto, al mostrar un plan de trabajo organizado y por partes que pretenden eventualmente terminar en un DWM.

## 2.4 Piloto

Dentro de la Facultad de Medicina de la Universidad se forma el Centro de Informática Médica y Telemedicina (CIMT), quienes mediante la postulación a varios fondos de financiamiento logran adjudicarse capital suficiente para generar un propio centro de datos y su conectividad asociada.

Este centro de datos debía albergar capacidad de almacenamiento y cómputo para toda la investigación que realizan en el área de informática médica, y una conectividad de alta velocidad hacia el NLHPC donde se procesan muchos de los experimentos que se desarrollan en el Centro.

Se decide finalmente, en vez de construir un nuevo datacenter, potenciar uno de los datacenter de la Universidad, liberando de esta forma al grupo de científicos de las tareas de administración de un centro de datos y así enfocarse solo en la ciencia. Es así cómo se decide instalar los equipos a más de 10 kilómetros de distancia en uno de los datacenters de DSTI, en cual se alojan rack de servidores y storage y se entrega los servicios de facility acostumbrados.

El desafío entonces estaba en la conectividad. Los equipos científicos que generan hasta 2 TB de información por muestra, estarían en la Facultad de Medicina y deben poder almacenar la información en tiempo real. Por otra parte, el Centro realiza trabajo colaborativo con otras universidades a lo largo de Chile, por lo que también necesitaban transferir datos fuera de la Universidad.

El diseño implementado fue conectar a los laboratorios en 10G con el core de la universidad, el cual a su vez tiene conexión vía REUNA en 10G a otras universidades y centros de investigación chilenos y obviamente al datacenter corporativo. Para esto se arrienda una fibra óptica exclusiva.

Es así cómo se implementa el primer tramo dedicado principalmente a la investigación, que cubre también las necesidades de conectividad administrativa en forma transparente para los usuarios.

El datacenter remoto, la red y el quehacer científico del centro lleva 1 año operando bajo estas condiciones, demostrando que el diseño es válido, Durante un periodo de 3 semanas se pasó todo el tráfico hacia el campus Independencia (que es donde está la Facultad de Medicina, Hospital Clínico, Facultad de Química y Facultad de Odontología) usando la fibra del piloto, sin problemas de saturación y mejorando la calidad (latencia) de la red administrativa.

Se demuestra también que el uso de DWDM si bien es deseable, durante el periodo de marcha blanca y operación, no existen problemas en usar una red ruteada común. La transferencia de datos ocurre en ráfagas y no durante un periodo constante de tiempo.

Por otra parte la cantidad de dispositivos conectados con capacidades de interfaces de 10G es muy reducida, siendo la gran mayoría dispositivos de 1Gb por lo que problemas de concurrencia por demanda de red no se han masificado hasta el momento.

### **3 Desarrollo del proyecto.**

#### **3.1 Definiciones iniciales y estrategia de implementación.**

Al comenzar con el proyecto se toman varias decisiones generales sobre las cuales se debe ejecutar el proyecto de manera de lograr una coherencia entre necesidades, expectativas, costos, financiamiento, necesidades actuales/futuras y concurrencia con otras iniciativas de DSTI.

- El presupuesto de explotación e inversión actual (año 2015) debe permanecer constante en el tiempo.
- Se deberá mantener los servicios administrativos actuales con al menos los mismos estándares.
- Debe ser una red democrática, abarcando a todas las facultades sin importar su área del saber, modelos de financiamiento o capacidades técnicas informáticas.

- No puede ser dependiente de un proveedor específico, menos de una tecnología propietaria o cerrada.
- La red debe ser diseñada, administrada y explotada por personal de la Universidad, sin perjuicio de contar con apoyo de proveedores en casos puntuales.

En base a lo anterior, se decide por avanzar en un proyecto de 3 años, el cual forzosamente debería ocurrir por etapas secuenciales, pero con objetivo común:

- Estudio de tecnologías y proveedores, conformar y capacitar un equipo de ingenieros de red propios.
- Regularización y potenciar el core de ruteo de la red, eliminar malas prácticas en equipos bajo la administración de la dirección.
- Diseño y planificación de la red general, Backbone en 10G y alta disponibilidad.
- Renovación de equipos campus y facultades
- Implementación de proyecto de Seguridad, renovación de equipos firewalls perimetrales e inter campus.
- Renovación completa de fibras ópticas intra campus.
- Regularización de configuraciones internas en facultades, eliminar vicios y malas prácticas en las configuraciones internas.
- Licitación de fibras para tramos inter campus.
- Cambio de proveedor de telecomunicaciones y puesta en funcionamiento.
- Potenciamiento de la capa edge, para permitir una mejor y más rápida conectividad a los servicios de internet así como a otras Universidades nacionales e internacionales.

## **3.2 Etapas relevantes en la implementación**

### **3.2.1 Diseño y tipo de red.**

Se conformó un equipo de 5 ingenieros de red, los cuales tendrían la misión de proyectar y explotar la red una vez construida.

Luego de conformado el equipo y de reuniones con proveedores, se concluye la conexión entre los campus debe ser exclusivamente con fibras ópticas oscuras, sin la posibilidad de aceptar tecnologías basados en transporte compartidos.

Se cotiza y conversa con varios proveedores de tecnologías DWDM de manera de tener un presupuesto del equipamiento requerido como base, chasis y tarjetas. Los presupuestos bordeaban los 2 millones de dólares solo en equipamiento para brindar una conectividad mínima, en 10G a nivel de campus y core. Por tema de presupuestos, esta alternativa queda descartada de momento.

La red entonces estará basada en layer 3 para lo cual se debió potenciar el core conformado por 2 Cisco 6500, agregando tarjetas de expansión DFC4XL con ruteo acelerado por hardware y módulos apropiados para soportar la conectividad de alta velocidad.

En vez de mantener el diseño de estrella con doble núcleo, se opta con el objeto de minimizar la cantidad de enlaces requeridos, formar 3 anillos de fibras según se indica en la figura 4 .

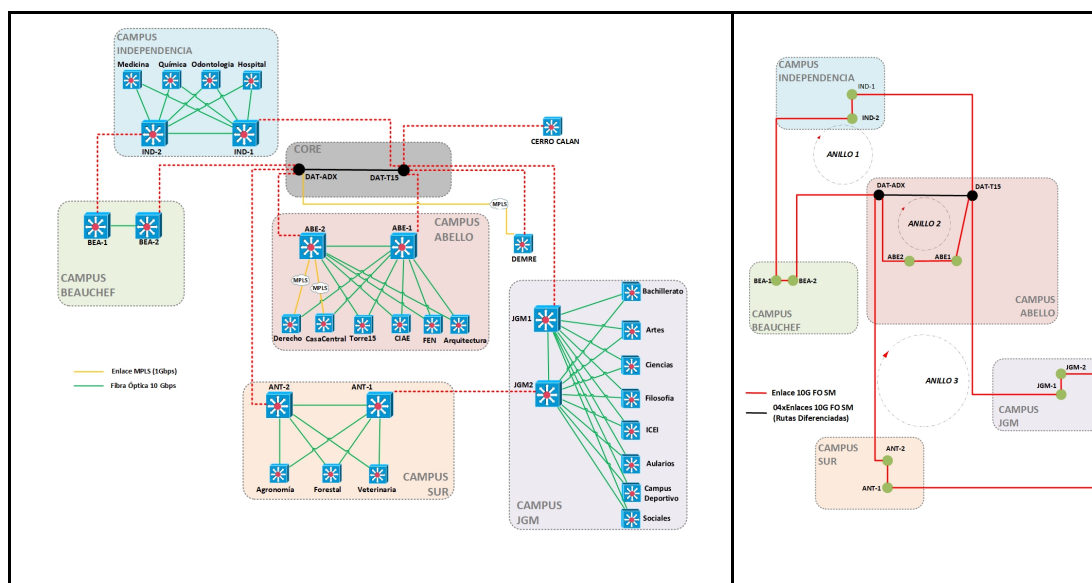


Fig. 4 Esquema muestra cómo se conformarán los 3 anillos de fibra óptica.

Estos anillos permitirán la resiliencia frente a cortes, independencia en los trazados, evitando zonas conflictivas de la ciudad y estratégicamente agrupando a campus científicos, de manera de poder hacer incrementos en la velocidad de anillos independientemente acorde a necesidades futuras.

Se adquieren Firewalls los cuales se instalan en cada uno de los campus, con el objetivo principal de resguardar el core de ataques internos que puedan saturar los equipos y botar la red. Dada la naturaleza de la red para los académicos, se implementan cuidando de hacer pasar el tráfico de la red administrativa por estos equipos y permitir el libre paso de Vlans y segmentos reservados para la alta velocidad. Por lo general los equipos que transfieren grandes volúmenes de datos son administrados por personal calificado, lo que minimiza riesgos informáticos.

### 3.2.2 Preparación de la infraestructura interna

El punto de partida del trabajo fue ajustar la red en utilización, calibrando varios de sus componentes de manera de iniciar con una base sólida.

Se debió reconfigurar el core eliminando mucha configuración rezagada, principalmente producto de varios proveedores externos de periodos anteriores. Se optimizaron los algoritmos de ruteo para una convergencia prácticamente automática en caso de falla de algún enlace.

Los equipos de cabecera en cada facultad y campus, debieron ser reemplazados por nuevos equipos con grandes capacidades de throughput y ruteo. Esto significaba un potencial problema de costo y una de las primeras barreras preconcebidas a derribar, las redes ruteadas de alta capacidad requieren equipos demasiado costosos para su implementación.

Resultado de un proceso de licitación, en el cual se invitó y trabajo con los principales marcas de networking en la región, se adquirieron equipos Dell S4048-ON los cuales llevan en explotación más de 1 año, funcionando impecablemente. Es importante destacar el factor precio, tanto Cisco, Juniper, HP y Dell llegaron con ofertas que no difieren en más de 10% entre uno y otro.

### 3.2.4 Cableado infra campus

Al momento de instalar los equipos de facultad y de campus, se tenía como objetivo inmediato dejar a cada campus con una troncal en 10G local, lo que permitiría en algunos casos el comienzo de traspasos de datos de gran volumen por la red.

Un punto no menor y que no fue considerado en un comienzo, el cableado de fibra óptica dentro de los campus, el cual iba a requerir de una actualización. Si bien las fibras estaban en operación sin presentar fallas, eran antiguas (más de 15 años) y en su mayoría eran fibras multimodo.

Se define utilizar para el reemplazo, fibras monomodo OS2 que es el estándar más alto disponible hoy para reemplazos de fibra óptica. A su vez, se realiza un estudio completo de los campus, mejorando las rutas de las fibras y diferenciando claramente rutas A y B para cada facultad.



**Figura 5.** Tramos a construir en campus Juan Gómez Millas. Máquina zanjadora y canalización final.

### 3.2.5 Proveedores de interconexión inter campus.

Si bien existía la posibilidad de construir alguno de los tramos de fibra que interconectan nuestros campus, el costo y los tiempos de construcción dejan fuera esta alternativa.

Proveedores de telecomunicaciones ya no ofrecen servicios de arriendo de fibras ópticas, todo ha migrado a arrendar capacidad utilizando redes compartidas. Fue el caso del proveedor que durante años prestó servicios de conectividad a la Universidad, el cual intentó desalentar en la realización del proyecto indicando que no era factible y que el costo era estratosférico y que no existían empresas dispuestas a entregar fibras en arriendo.

No estaba muy equivocado, encontrar a un proveedor que estuviera disponible para proveer en arriendo las fibras fue una de las tareas más frustrantes y desmotivantes dada la respuesta negativa que se obtuvo del mercado, ya sea por factibilidad o precio.



Durante el año 2017 una empresa respondió al desafío que lanzamos como licitación pública, firmando el durante mayo 2018 para el arriendo por 36 meses de fibras exclusivas para la Universidad.

### **3.3 Tareas pendientes**

El gran paso pendiente será la puesta en operación de esta red, tarea que está prevista para Septiembre de 2018.

Actualmente nos encontramos en el proceso de instalación por parte del proveedor de las fibras principales entre los campus y el corazón de la red.

El siguiente paso, será la configuración de los equipos para conformar los anillos definidos en el diseño, la etapa de pruebas y ajustes finos. Se plantea que durante al menos 1 mes, después del fin del proyecto de instalación, la red estará en periodo de macha blanca y coexistirá con la red actual en explotación.

## **4 Logros y lecciones aprendidas durante el proyecto.**

Uno de los principales logros hasta el momento ha sido la planificación y ejecución de un proyecto de largo aliento con una meta clara. Esto es fundamental a la hora de tomar decisiones no dando pasos en falso que luego sean trabas para alcanzar el objetivo principal. Por ejemplo, varias empresas de telecomunicaciones insistían en hacernos dudar de contar con fibras propias e insisten en vendernos transporte vía redes DWDM administradas por ellos.

El presupuesto que la Universidad destina para la red interna se ha mantenido constante durante los últimos 6 años. El financiamiento de este proyecto en sus etapas ha sido posible gracias a ahorros en los costos de explotación de red principalmente debido a la conformación del equipo de redes de la Universidad, quienes han junto con explotar implementan e integran soluciones que antes se realizaban con proveedores.

Involucrar a proveedores de tecnologías y telecomunicaciones en el proyecto ha sido fundamental para acceder a los servicios que demanda NETSciense y a precios descontados para institución de educación. Los ejemplos más claro fueron el conseguir las fibras oscuras y el proceso de selección de equipos para cabecera de facultades y campus.

El proyecto aún no es difundido a toda la comunidad universitaria, se ha mantenido hasta el momento a nivel técnicos y socializado con científicos que se acercan a la dirección para solicitar ayuda puntual con proyectos los cuales han mostrado gran interés por contar prontamente con él.

El modelo de crear a equipos de ingenieros para ser los integradores de servicios IT locales, permite crecer con libertad y en la medida que la institución lo requiera. El modelo de outsourcing o de comprar proyectos cerrados mucha veces falla dado el dinamismo o la asimetría de la institución, que siempre reacciona más rápido que los proveedores externos.

Esperamos que el comportamiento en producción sea igual como el que vimos con el piloto, es decir, con peak de utilización en formato ráfaga los cuales con simple configuración se pueden aislar de manera que no afecte la red administrativa, que requiere calidad de servicio constante.

## **5 Proyecciones para la plataforma**

La proyección lógica una vez entre en explotación la red, serán los aumento de velocidad de los anillos. No se descarta la adopción de tecnologías de multiplexión

una vez que las demanda lo justifique así como también la necesidad de implementar circuitos exclusivos que interconectan a usuarios con necesidades especiales.

## 6 Conclusiones

La Universidad de Chile es una institución que reúne a facultades con diversas realidades, por consecuencia con demandas tecnológicas diversas. En este escenario, proyectos transversales muchas veces no lograr partir al no lograr encontrar una base común o describir una demanda conjunta.

La estrategia entonces utilizada para financiar y ejecutar el proyecto responde a esta diversidad, cuidando mantener un foco claro al cual llegar y sin la necesidad de coordinar a todos los usuarios en pos de objetivos que no todos ven como inmediatos.

La motivación inicial, red de alta capacidad para el quehacer científico, se resuelve hoy sobre una base que permitirá crecer al no estar limitada por una tecnología particular o propietaria, ni ser un producto comprado a un proveedor externo.

Fuimos capaces de incorporar la variable desconocida “demanda” como parte del diseño del proyecto, entendiendo que a medida que esta crezca, el proyecto puede también crecer para satisfacerla.

Aprendimos que no es necesario conocer la totalidad de las variables para dar inicio al proyecto, solo se requiere conocer hacia dónde se mueven los avances tecnológicos, de manera de no caer en obsolescencia en el corto plazo.

La construcción de una nueva carretera no puede esperar a que colapsen los caminos rurales para su inicio, debe poder adelantarse a esta necesidad. Un diseño inteligente de conectividad urbana debe considerar el mejor trayecto, el cual debe satisfacer las necesidades actuales de conectividad urbana, pero que debe estar preparado para desarrollos impredecibles como la fundación de nuevos poblados y puestos de abastecimiento. Esta misma lógica es la que debe implementarse a la hora de diseñar la conectividad de datos dentro de una organización, en especial si se considera que las inversiones asociadas al despliegue de fibra óptica son inversiones de mediano-largo plazo.

Es un círculo virtuoso en donde la infraestructura fomenta la generación de nuevos proyectos que requieren de una conectividad robusta y de alta velocidad, mientras que estos mismos proyectos generan nuevas necesidades que van exigiendo nuevas actualizaciones tecnológicas.

## Referencias

1. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas: <http://ingenieria.uchile.cl/>
2. Red Universitaria Nacional: <http://www.reuna.cl/>
3. NLHPC: <http://www.nlhpc.cl/es/>
4. Centro de Informática Médica y Telemedicina: <http://cimt.uchile.cl/>

## **Implementación de un esquema de Disaster Recovery para Servicios Institucionales mediante una red DWDM nacional para la Universidad de Cuenca**

Diego Paredes <sup>a</sup>, Victor Saquicela, Luis Espinoza <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Direccion de Tecnologias de la Informacion y Comunicación, Av. 12 de Abril,  
010203 Cuenca , Ecuador

[diego.paredes@ucuenca.edu.ec](mailto:diego.paredes@ucuenca.edu.ec)

[victor.saquicela@ucuenca.edu.ec](mailto:victor.saquicela@ucuenca.edu.ec)

[luis.espinoza@ucuenca.edu.ec](mailto:luis.espinoza@ucuenca.edu.ec)

### **Resumen.**

El aumento de los servicios informáticos institucionales conlleva el incremento del volumen de información institucional, lo que a su vez requiere infraestructura para procesar y almacenar la información generada por estos servicios. Esto ha obligado a las empresas a implementar diferentes métodos de respaldo de la información y seguridad en sus datos, resultando evidente que, en la mayoría de los casos, en Ecuador, no se cuenta con ningún tipo de protección en caso de desastres naturales o un daño en el centro de datos principal de las empresas.

Por esta razón, la Universidad de Cuenca vio la necesidad de implementar un sitio alternativo para Respaldo y Recuperación de Desastres, replicando sus servicios informáticos institucionales en el centro de datos de la Universidad Técnica de Ambato, minimizando así el impacto que pueda provocar un acontecimiento como los descritos, y haciendo uso de la infraestructura de Red Avanzada que CEDIA ofrece a las Universidades del Ecuador con su red DWDM nacional.

Otras de las ventajas que se presentan al tener un sitio en contingencia es la posibilidad de balancear cargas cuando hay requerimientos extraordinarios de consumo de recursos en las aplicaciones, o convertir al centro de datos alternativo en principal si se requiere realizar un mantenimiento físico al centro de datos principal, lo que ayuda a manejar mejores tiempos de disponibilidad en los servicios.

**Palabras Clave:** Disaster Recovery, DWDM, Servicios Institucionales.

**Eje temático:** Infraestructura Tecnológica y Seguridad.

**Abstract.** The growth of the institutional apps carry the increase of the volume of institutional information, which in turn requires infrastructure to process and store the information generated

by these apps. This has forced companies to implement different methods of backing up information and to secure their data, resulting noticeable that in most cases, in Ecuador, there is no protection in case of natural disasters or damage in the main data center of the enterprises.

For this reason, the University of Cuenca had the need to implement an alternative site for Backup and Recovery of Disasters, replicating its institutional information services in the data center of the Technical University of Ambato, thereby minimizing the impact that an event like those described happens, and making use of the Advanced Network infrastructure that CEDIA offers to the Universities of Ecuador with its national DWDM network.

Another advantages that comes with having a contingency site is the possibility of balancing loads when there are extraordinary requirements in the consumption of resources in the applications, or converting the alternate data center to be the main one, if a physical maintenance is required to the principal data center, which also helps to offer better service availability times.

## 1. Introducción

La Universidad de Cuenca dispone de *clusters* de servidores físicos en los que se mantienen funcionando servidores de aplicaciones, bases de datos y servidores de desarrollo. La infraestructura de producción consta de 10 servidores físicos y un aproximado de 80 servidores virtuales, además de 40 servidores de desarrollo y pruebas. Los servidores de producción se respaldan en un sistema de discos no transaccionales (NAS) abaratando así costos operativos y de mantenimiento de la información, adicionalmente, se cuenta con una librería de cintas para respaldo de larga duración en el tiempo como bases de datos.

Hoy en día hay diversas causas que pudieran ocasionar la pérdida de datos en una organización los mas comunes se detallan en el Gráfico 1, que se pueden agrupar en eventos generados por la naturaleza o eventos causados por el hombre.

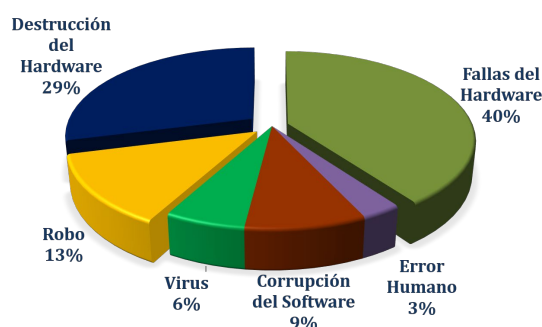


Gráfico 1: Causas de pérdida de información

*Marina Quilez-Fournier publicado agosto 18, 2015, Recuperación de desastres informáticos.*

Los eventos generados por la naturaleza pueden ser: huracanes, inundaciones, terremotos o incendios. Al presentarse alguno de ellos puede traer consigo la interrupción de los servicios por falta de electricidad, comunicaciones, daños en los equipos, entre otros. Por otro lado, los eventos causados por el hombre pueden ser: sabotaje, fraude, ataques terroristas o ataques DDoS, etc. Al presentarse alguno de ellos puede traer consigo la pérdida de la información, caídas en el servicio, entre otros.

Un **DRP** (*Disaster Recovery Plan*) es un conjunto de procedimientos para proteger y recuperar la infraestructura tecnológica en caso de desastres naturales, daños de hardware, problemas de conectividad o fallas humanas, tomando en cuenta los sistemas críticos para dar continuidad al negocio. Por lo que, para crear un **DRP** (Plan de recuperación de desastres) se deben tomar en cuenta varios puntos importantes:

- Ser autosuficiente: esto se refiere a no tener dependencias de la infraestructura principal.
- Tener un plan de acción detallado, con responsabilidades acotadas y motivos de activación claros y concisos.
- Definir los objetivos: **Return Point Objective** (el tiempo de datos que estamos dispuestos a perder) y **Return Time Objective** (el tiempo que podemos permitirnos estar parados).
- Determinar el nivel de degradación del servicio que estamos dispuestos a sostener.

Toda la infraestructura de la Universidad de Cuenca está funcionando en el sitio principal, por lo que surge la necesidad de implementar un plan de recuperación de desastres con un sitio alternativo, en este caso particular con la Universidad Técnica de Ambato situada a 320 kilómetros, proporcionándose mutuamente espacios físicos en sus centros de datos y con esto alojar equipamiento que permiten cumplir con el objetivo de contar con un plan de recuperación antes desastres.

## 2. Arquitectura del Centro de recuperación

El primer paso a seguir para crear un **DRP** es analizar todos los tiempos que intervienen en el proceso de recuperación de servicios en caso de la ocurrencia de un desastre como se observa en el Gráfico 2.

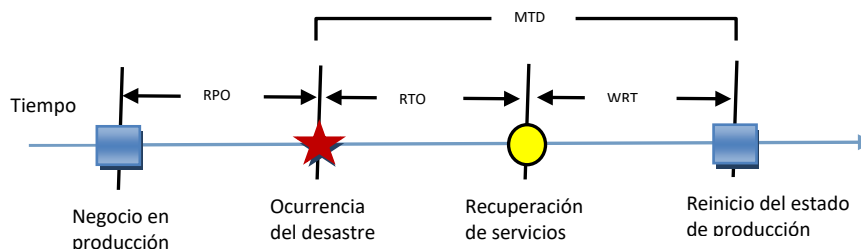


Gráfico 2: Tiempos de un RDP

**RPO:** Es la pérdida de datos máxima tolerable que se acepta ante una situación de desastre, en el caso de la Universidad de es de 15 min. Que es el tiempo de espera de los servidores para replicarse, esto quiere decir que cada 15 min los servidores se replican hacia el sitio alternativo.

**RTO:** Es el tiempo de recuperación objetiva para tener la infraestructura disponible de los sistemas críticos, esto basado en el tiempo entre conectarse al sitio remoto y levantar los servicios críticos (15 minutos)

**WRT:** Este determina el tiempo tolerable que se necesita para verificar un sistema, la integridad de los datos y asegurarse que las aplicaciones están ejecutándose correctamente. (30 minutos)

MTD Es el tiempo de inactividad máxima tolerable desde que surge el desastre hasta que se restablecen los servicios críticos, es decir, la suma de RTO y WRT

Para la definición de la arquitectura se analizaron ventajas y desventajas de 2 alternativas de para el DRS de la Universidad de Cuenca.

**2.1 Warm Standby:** En este escenario se encuentra creado un ambiente de espera mediante WAN y direcciones IP públicas, se realiza la actualización mediante copias de seguridad, el recurso se debe activar de forma manual cuando el sitio principal queda fuera de servicio. Esta solución proporciona un RTO y RPO de horas.

Las principales desventajas que se encontraron en este esquema son: limitado uso de IP públicas, necesidad de ruteo, latencia en la red, problemas de integración con el software de administración de servidores virtuales VCenter Server, RTO mayor para levantar los servicios críticos.

La ventaja encontrada es la movilidad de centro de datos, poder moverse entre centros de datos sin cambio en las configuraciones de los equipos, evitando realizar nuevas configuraciones cada vez que se necesite un cambio en el sitio físico.

## 2.2 Hot Standby

En este escenario la recuperación de desastres está en espera activa y configurada para que pueda asumir las operaciones de producción casi de forma inmediata. La replicación de datos se realiza tanto de forma síncrona como asíncrona, por lo general el RTO y RPO son muy pequeños esto significa que los datos reflejados en el sitio alterno son los mismos que en el sitio principal. En este tipo de escenarios la virtualización tiene gran importancia al hacer una abstracción de los recursos, mayor resiliencia y fácil recuperación de los servicios.

Las desventajas encontradas en este escenario son el alto costo de los equipos y la inversión en software especializado, lo que hace que no sea accesible para empresas pequeñas.

Las principales ventajas son: La replicación síncrona y asíncrona, latencia baja, facilidad de comunicación y administración, optimización de recursos de hardware, RPO y RTO cercanos a cero

La arquitectura de Hot Standby fue escogida por la Universidad de Cuenca aprovechando que la Red CEDIA creó la red DWDM nacional con un canal de 10Gb, asignando un enlace de 1Gb entre la Universidad de Cuenca y la Universidad Técnica de Ambato en capa 2.

Una red DWDM es un método de multiplexación en donde varias señales portadoras (ópticas) se transmiten por una única fibra óptica utilizando distintas longitudes de onda de un haz láser en cada una de ellas. Cada portadora óptica forma un canal óptico que podrá ser tratado independientemente del resto de canales que comparten el medio (fibra óptica) y contener diferente tipo de tráfico.

En el caso de la Universidad de Cuenca se tiene 1 canal de 1GB por donde se realiza la replicación de datos síncrona y asíncrona con un tiempo máximo de 15min de espera entre cada copia de datos, además para la virtualización se maneja VMware que cuenta con herramientas para trabajar en HA.

Tanto el sitio principal como el sitio alterno tienen una configuración de *failover* entre los hosts de un clúster, lo que permite mover máquinas virtuales en caso de que un host falle. En caso de un desastre natural se tiene una IP pública de la red del sitio de alterno para administración y con ello levantar y monitorear los servicios.

Además, se tiene la ventaja de tener los sitios en activo-activo para poder hacer balanceo de carga.

### 2.3 Configuración del sitio alterno

La configuración y funcionamiento del sitio alterno trabaja en capa 2 con un enlace de fibra de 1Gb entregado por CEDIA en su red *DWDM*, como se detalla en el Gráfico 3, además el clúster de servidores y almacenamiento del sitio principal y del sitio alterno tienen el mismo direccionamiento de red y la replicación de máquinas virtuales se realiza mediante un software especializado de respaldo y replicación, la arquitectura está dispuesta en modo activo-activo por lo que las máquinas virtuales pueden moverse entre los diferentes sitios sin interrupción de servicios.

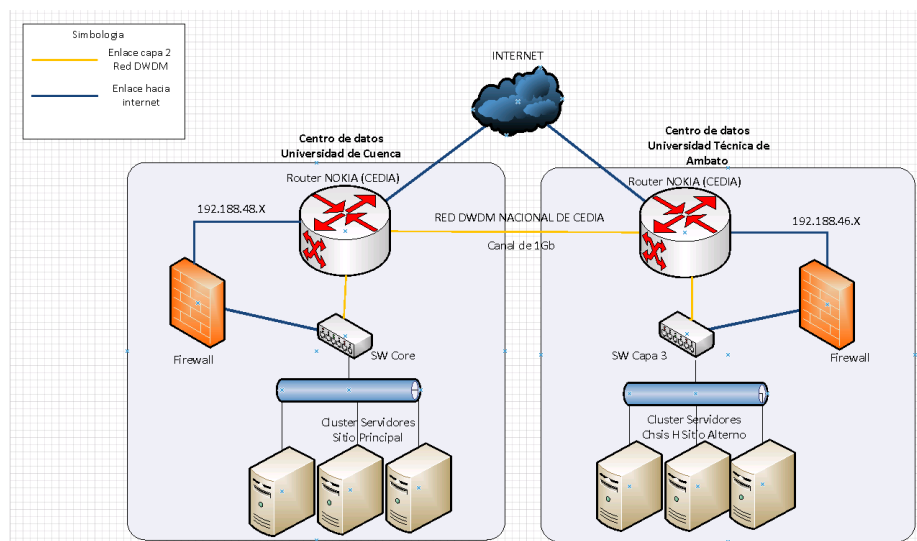


Gráfico 3: Detalle conexión entre Sitio principal y sitio alterno

En caso de daño en el enlace *DWDM*, corte de internet o daño del router en el sitio principal los servicios críticos de la Universidad de Cuenca son publicados con direcciones IP públicas de la Universidad Técnica de Ambato a través de su firewall.

Para establecer la conectividad se levanta un enlace en capa 2 mediante la red *DWDM* nacional de CEDIA, los dos routers (uno en cada sitio) reciben una conexión en modo troncal lo que nos permite trabajar con varias *vlan* por la única interfaz física, además existe una conexión en capa 3 habilitada entre el switch y el firewall para poder publicar servicios en caso de caída o pérdida de la conexión en capa 2.

Este diseño da una gran flexibilidad al tener la facilidad de publicar el mismo servicio con 2 direcciones IP diferentes y así se puede mantener el mismo nombre de dominio, en el caso que sea necesario levantar un servicio desde el sitio alterno el cambio será transparente a la comunidad universitaria.

### 2.4 Pruebas

En las pruebas de replicación de los servidores se pudo observar varios puntos importantes como la velocidad de transferencia promedio de 230Mb/s con latencia menor a 2ms, esta prueba se realizó con la replicación de 4 servidores, además se ejecutó la migración de la operación de un servidor desde el sitio principal al alterno con un tiempo de inactividad de menos de 5 min, se realizó la publicación de dos servicios en capa 3 utilizando la configuración de capa 3 publicando los servicios

atruves del firewall del sitio alterno sin mayores problemas, la ejecución de todas estas pruebas se dio de manera transparente al usuario

Los puntos más importantes a tomar en cuenta para la ejecución de un RDP son: tener una planificación detallada para la ejecución de las actividades con asignación de responsabilidad al personal, que permiten levantar el sitio alterno y restablecer los servicios afectados, todo esto plasmado en manuales operativos que estén disponibles para que el personal cumpla con la responsabilidad asignada y que permita realizar un seguimiento y control de ejecución.

La arquitectura para actuar en caso de desastres contiene servidores en clúster con tolerancia a fallos, sistemas de alimentación ininterrumpida, generadores de emergencia, conectividad de red con soporte failover, almacenamiento con protección raid y una plataforma de virtualización para una rápida migración, replicación y administración.

### 3. Gestión de ciclo de vida de la continuidad del negocio

Luego de la implementación y las pruebas del centro de datos alterno, el RDP entra en el ciclo de vida de la continuidad del negocio como se observa en el Grafico 4, que ayudará a obtener una mejora continua del proceso ya que es un proceso con recursos y necesidades cambiantes a lo largo del tiempo.



Grafico 4: Ciclo de vida de la continuidad del negocio

Dentro de cada etapa de la Gestión de ciclo de vida de la continuidad del negocio se deben ir analizando cada una de las partes con la experiencia ganada para mejorar el proceso, las etapas por las que debe pasar son:

- Planificación: En esta etapa se deben tomar en cuenta necesidades del negocio, los riesgos que pueden ocurrir y sobre todo decidir los SLA
- Protección: Se analiza tanto la parte de políticas de respaldos, así como la parte física de la infraestructura HA, FT y replicación de la información
- Optimización: Se encarga del buen manejo de los procesos, optimización de recursos.
- Control: En esta etapa se realiza el monitoreo de la solución planteada, reportes para su continuo mejoramiento y actualización.



#### **4. Conclusiones y trabajos futuros**

Luego del proceso de generación del RDP para la Universidad de Cuenca, se evidencia lo poco considerado que esta la ocurrencia de un desastre natural y lo vulnerables que puede ser en caso que ocurra, además de la cantidad de información valiosa que se puede perder y el tiempo que demoraría la recuperación de las operaciones en caso de un desastre natural.

Por esto, se resalta la importancia de que las instituciones tengan un RDP bien definido y probado lo que evitará la pérdida de información como en tiempo de inactividad. Aprovechando la red Nacional de CEDIA esto se puede replicar entre los diferentes institutos de Educación Superior que están interconectados abaratando costos en conectividad como de arriendo de espacios físicos para el sitio de contingencia.

La implementación que realizó la Universidad de Cuenca de un sitio alterno está completa y funcional tanto para soportar la recuperación de los sistemas en caso de un desastre como para mover servidores virtuales por mantenimiento de la infraestructura principal sin pérdida o interrupción de servicios institucionales garantizando así la continuidad del negocio.

Los trabajos futuros por implementar serian tener tanto el sitio principal como el sitio alterno en una infraestructura de Cloud y tener los servicios críticos no solo replicados sino tener servicios balanceados en estado activo-activo obteniendo así mayor tolerancia a fallos y cero tiempos de caída en caso de desastres naturales.

#### **Referencias**

1. Sean Clark, Planificación de Disaster Recovery Wmware
2. Jon William Toigo, Disaster Recovery Planning
3. Randall Cruz, Recuperación de desastres informáticos
4. Michael E. Whitman and Herbert J. Mattord, Principles of Incident Response and Disaster Recovery
5. Joseph F. Gustin High Availability and Disaster Recovery: Concepts, Design, Implementation
6. Marina Quilez-Fournier, Recuperación de desastres informáticos

## **GESTIÓN DE CONTENIDO MULTIMEDIA**



## Implementación de plataforma de aprendizaje en línea basada en Moodle en la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica

Rolando Rojas Coto <sup>a</sup>, Francisco Durán Montoya <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Dirección de Tecnología de Información y Comunicaciones, Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica  
rorojas@uned.ac.cr, fduran@uned.ac.cr

**Resumen.** El presente documento contiene el detalle de la implementación realizada en la plataforma de aprendizaje en línea Moodle en la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica. Abarca la implementación desde sus estudios de factibilidad, hasta la instalación de ambientes múltiples en servidores tipo clúster y sus diferentes capas de arquitectura desplegadas durante el proceso de implementación. La implementación realizada permite dotar de un ambiente de alta disponibilidad de Moodle con el fin de brindar un mejor servicio a la academia a la vez que aprovecha las alternativas modernas de nube híbrida e hiperconvergencia de servidores en ambientes complejos de múltiples capas y componentes de hardware y software.

**Palabras Clave:** aprendizaje en línea, LMS, Moodle, servidor, hiperconvergencia, infraestructura tecnológica

**Eje temático:** Infraestructura y seguridad.

### 1 Introducción

La Universidad Estatal a Distancia (UNED) es una universidad pública costarricense cuya misión consiste en brindar opciones de educación superior a los diversos sectores de la población nacional “especialmente a aquellos que por razones económicas, sociales, geográficas, culturales, etarias, de discapacidad o de género, requieren oportunidades para una inserción real y equitativa en la sociedad” [1].

Para lograr esta misión, la UNED hace uso de diversos medios y plataformas tecnológicas que permiten implementar un modelo de educación a distancia, el cual está centrado en el estudiante, razón por la cual, los medios deben permitir una interactividad y promover el autoaprendizaje, no sin antes olvidar una formación humanista [1].

La UNED, como universidad promotora de la educación a distancia en Costa Rica, ha experimentado un gran crecimiento a través de los años, con respecto a los cursos en línea que produce, y por lo tanto se ha ido consolidando la solución de Moodle como plataforma de aprendizaje en línea (LMS, por sus siglas en inglés).

La implementación de Moodle inició como un esfuerzo de los académicos de la UNED, quienes por medio de experiencias de pasantías de en otras universidades, iniciaron la gestión de la implementación de las plataformas de LMS para trabajar sus asignaturas en línea, basadas en la interacción del estudiante y tutor.

A nivel técnico, Moodle funciona con una amplia variedad de tecnologías de servidores web y bases de datos. Al igual que sucede con cualquier instalación de sistemas de software basados en servidor y con los sistemas de bases de datos, resulta crucial elegir muy cuidadosamente los equipos, el sistema operativo y el sistema de bases de datos, con el fin de asegurar que el sistema pueda afrontar un gran rendimiento y que cumpla con la misión y objetivos de la UNED.

## **2 Elección de Moodle como plataforma de aprendizaje en línea**

En el 2012, la UNED contaba con dos plataformas de LMS: Una contratación externa con un software llamado Blackboard Learn, categorizado software como servicio (SaaS) con orientación en la nube la cual se encontraba contratada para un total de cuatro mil tiempos completos. Asimismo, se contaba con una segunda opción de plataforma LMS la cual utilizaba la plataforma de software libre de Moodle alojada en el Centro de Datos de la UNED, con aproximadamente 21 mil tiempos completos. Entre estas dos plataformas se ofrecía el servicio a la totalidad de la población estudiantil.

La sostenibilidad de estas dos plataformas entre el costo anual del contrato de Blackboard Learn y el costo en equipamiento, obsolescencia tecnológica y desarrollo de Moodle, produjo que el Consejo de Rectoría de la UNED solicitara la elaboración de un estudio de capacidades funcionales de diversas plataformas de aprendizaje en línea con el fin de conocer las capacidades académicas de dichas plataformas y si las mismas se adaptaban a las necesidades institucionales. Posterior a este estudio y considerando las opciones elegidas por el sector académico, se procedió a solicitar“a la Dirección Financiera brindar información en materia de costos para la implementación de la plataforma LMS”[2], por cuanto una comisión conformada por funcionarios de la Dirección Financiera, Dirección de Tecnología de Información y Comunicaciones, y el Programa de Aprendizaje en Línea nombrada por el mismo Consejo realizó el “Estudio Financiero de Costos de Plataformas Virtuales”. Este estudio comprendía tres escenarios claves “el Escenario 1 sería el desarrollo, implementación y mantenimiento de la plataforma virtual Moodle, donde se obtendría un total de 25 mil tiempos completos, el Escenario 2 sería el análisis de implementar la plataforma virtual desde Blackboard en un 100% con el mismo total de tiempos completos y el Escenario 3 sería la combinación entre el escenario 1 y 2, donde obtendríamos un total de 8 mil tiempos completos en Blackboard y 17 mil tiempos completos desde la plataforma Moodle”.

Una vez realizado el análisis, la decisión final se basó plenamente en el factor financiero donde los siguientes cinco años la UNED establecería como plataforma primaria Moodle, realizando todas las adaptaciones necesarias en cuanto a Infraestructura Tecnológica, Recurso Humano, y además el pase paulatino de los cursos y estudiantes que permanecían en la plataforma de Blackboard Learn [2]

Este proceso se realizó en apego al marco normativo de control establecido por las “Normas técnicas para la gestión y el control de las Tecnologías de Información (N-2-2007-CO-DFOE)” las cuales indican en su Norma 3.2 Implementación de software que la organización debe “desarrollar y aplicar un marco metodológico que guíe los

procesos de implementación y considere la definición de requerimientos, los estudios de factibilidad”, entre otros. [3]

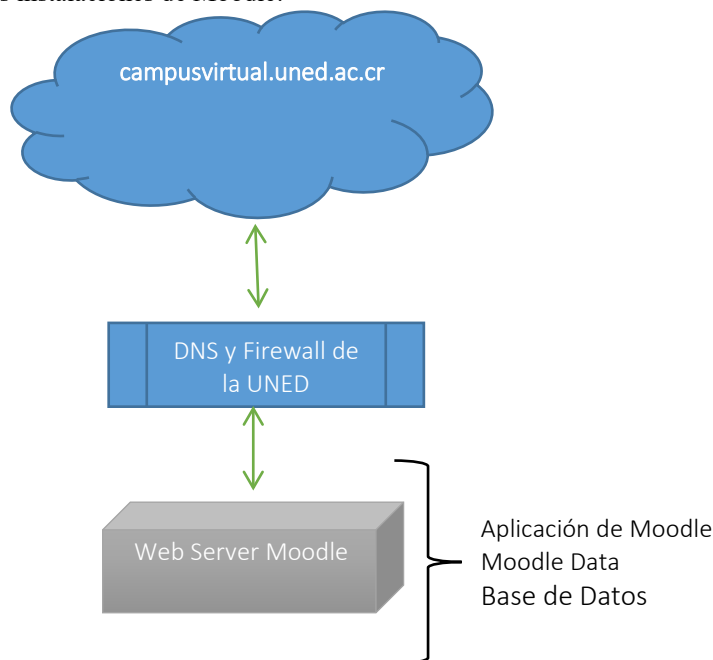
Por esta razón se realizó en primera instancia un levantamiento de requerimientos funcionales donde participaron académicos y posteriormente se efectuaron los estudios de factibilidad financiera, operativa y técnica, con lo cual se dio inicio con la implementación en materia de infraestructura del Moodle en la UNED.

## 2.1 Desarrollo de Infraestructura tecnológica de Moodle como plataforma de aprendizaje en línea principal para la UNED

En la UNED, la plataforma de aprendizaje en línea de Moodle tuvo un comienzo modesto en 2005 en cuanto a infraestructura tecnológica se refiere, ya que, al introducirse cursos de manera no presencial en las carreras de la Universidad, la masa de estudiantes y tutores llegaba aproximadamente a mil quinientos tiempos completos.

La infraestructura se caracterizaba por la implementación de un solo servidor físico donde se instalaban los tres elementos de Moodle: la aplicación, la metadata o llamado también “Moodle data”, y el sistema de base de datos. El sistema operativo base manejado fue Debian, se utilizaron a lo largo de las diferentes versiones de Moodle las distribuciones Debian GNU/Linux 4.0 (etch), Debian GNU/Linux 5.0 (lenny), Debian 6.0 (squeeze). A nivel de software la primera versión de Moodle en la UNED se estableció como la 1.6, posteriormente se realizarían actualizaciones para las versiones 1.9.5 hasta llegar a la 1.9.19. En cuanto al sistema de bases de datos se utilizó MySQL 4.1.16.

A pesar de las versiones que se irían actualizando a través del tiempo, Moodle mantendría el modelo de la infraestructura tecnológica para todas las versiones. El siguiente es un diagrama que representa el modelo conceptual utilizado para las primeras instalaciones de Moodle:

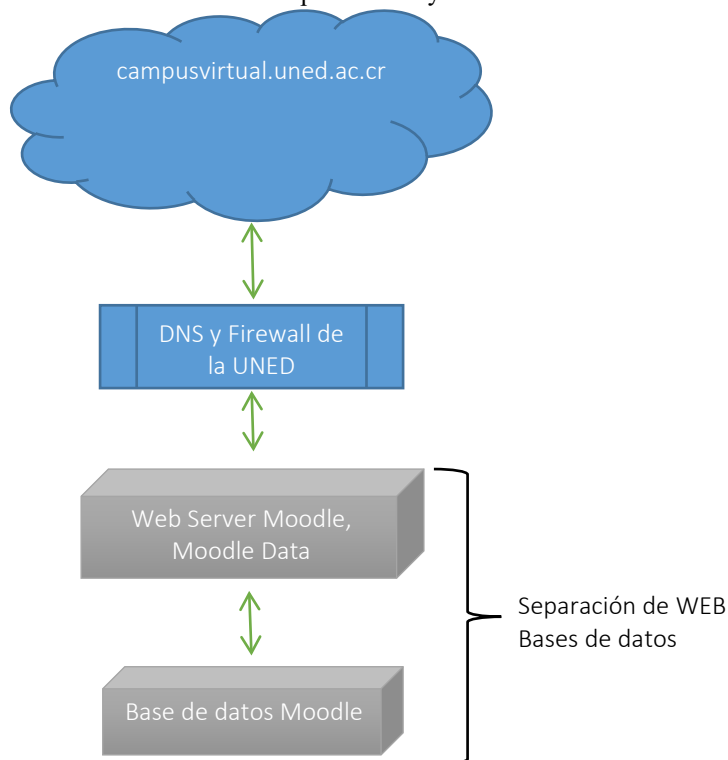


**Fig. 1.** Diagrama que muestra la infraestructura utilizada para las versiones de Moodle de la 1.6 a la 1.9.19.

Entre los años de 2010 y 2012 la Dirección de Tecnología de Información y Comunicaciones (DTIC) incorpora dentro de su Modelo de Gestión llamado NODOS, el Plan de Consolidación de Servidores el cual es la creación del Clúster de Hyper-V, donde se crea una base de servidores físicos con características ampliadas, a su vez construye una nube de servidores con alta disponibilidad para soportar los servicios tecnológicos, de tal forma que un servidor virtualizado puede mantenerse en uno o en varios servidores físicos.[4] El concepto principal es poder soportar muchos servicios en muchos servidores, considerando las características de cada servicio, no importando la plataforma, sea Software Libre o Software Propietario.

Basados en el Proyecto de Consolidación de Servidores como una segunda etapa de la implementación de Moodle, el poder virtualizar los servidores donde se alojaba la herramienta junto con el crecimiento en la masa de usuarios y cursos, la infraestructura tecnológica de Moodle sufre un cambio significativo el cual consistió en separar la aplicación y el moodledata del sistema de base de datos, esto con el objetivo de conformar una especie de abstracción de las tareas de Front-End y Back-End.

El siguiente es un diagrama que representa el modelo conceptual utilizado para la separación de los sistemas de aplicaciones y bases de datos de Moodle:



**Fig. 2.** Diagrama que muestra la infraestructura utilizada al momento de separar las aplicaciones y el sistema de Bases de Datos.

Con base en el diseño de infraestructura de servidores donde se implementa la separación de los sistemas de Servidor Web de Moodle y el Sistema de Bases de Datos, surge la siguiente interrogante: ¿Cuál es la mejor combinación de software

entre sistemas operativos base y sistemas de bases de datos?, este cuestionamiento da paso a una investigación por parte de la Unidad de Sistemas de Información (USI) y la Unidad de Infraestructura Tecnológica (UIT) de la DTIC con el objeto de generar conocimiento sobre el funcionamiento de la herramienta de Moodle, y encontrar de una manera científica un modelo que funcionara de forma rápida, efectiva, que se amoldara a los requerimientos y necesidades de la Universidad.

Esta exploración se basó en una serie de pruebas de estrés realizadas con la herramienta “Jmeter”, donde se probaron combinaciones entre sistemas operativos y sistemas de base de datos, además algunos ajustes en las configuraciones base de Moodle, con el objeto de destacar los mejores valores en cuanto a rendimiento con respecto al comportamiento de Moodle exponiéndolo a diversos ambientes.

## 2.2 Selección de ambientes

La combinación de ambientes de infraestructura de software probados durante la investigación fueron los siguientes:

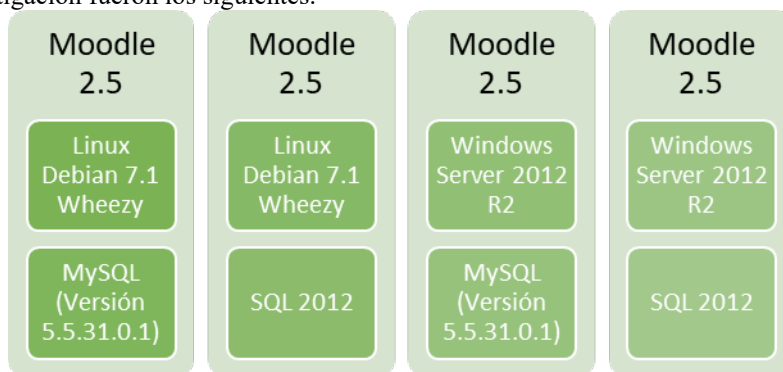


Fig. 3. Ambientes donde se realizaron pruebas de estrés en el Moodle institucional

Se realizaron pruebas de estrés para visualizar el comportamiento de los siguientes parámetros:

- **# Muestras:** El número de muestras para cada URL.
- **Media:** El tiempo medio transcurrido para un conjunto de resultados.
- **Mín:** El mínimo tiempo transcurrido para las muestras de la URL dada.
- **Máx:** El máximo tiempo transcurrido para las muestras de la URL dada.
- **Error %:** Porcentaje de las peticiones con errores.
- **Rendimiento:** Rendimiento medido en base a peticiones por segundo.
- **Kb/sec:** Rendimiento medido en Kilobytes por segundo.

A lo largo de la investigación se realizaron múltiples pruebas de estrés al sistema de Moodle versión 2.5, sin embargo, con el objeto de ejemplificar de una manera específica en este trabajo a continuación se realiza la explicación a través de la siguiente muestra:

**Prueba X:** Se emitieron 100 hilos de conexión con 5 solicitudes cada uno, en un periodo de 30 segundos, las tareas a evaluar según el sistema de emulación fueron los siguientes:

- Ingresar a la página principal.
- Ingresar el usuario.
- Ingresar al curso.



- Ingresar al foro.
- Ver una participación en el foro.

De los ambientes seleccionados para las pruebas, se obtuvieron los siguientes datos:

**Tabla 1.** Sistema Operativo Linux Debian 7.1 Wheezy / MySQL (Versión 5.5.31.0.1)

Número muestras	Media	Mediana	Línea 90%	Min	Max	%Error	Rendimiento	kb/seg
100	207	168	346	104	578	0.00	3.3 /seg	59.7
100	1033	530	2273	387	4784	0.00	3.3/seg	42.2
100	229	140	318	92	2813	0.00	3.4/seg	41.7
100	186	149	324	92	476	0.00	3.4/seg	41.8
100	188	155	321	87	469	0.00	3.4/seg	42.0
500	369	168	540	87	4784	0.00	16.2/seg	220.0

**Tabla 2.** Sistema Operativo Linux Debian 7.1 Wheezy con SQL 2012

Número muestras	Media	Mediana	Línea 90%	Min	Max	%Error	Rendimiento	kb/seg
100	463	348	814	127	2099	0.00	3.2/seg	54.3
100	1385	1271	2341	527	3098	0.00	3.2/seg	41.3
100	578	464	1079	129	2131	0.00	3.4/seg	41.8
100	492	436	722	187	2217	0.00	3.5/seg	43.0
100	472	403	916	164	1412	0.00	3.5/seg	43.4
500	678	478	1442	127	3098	0.00	15.1/seg	202.7

**Tabla 3.** Sistema Operativo Windows Server 2012 con MySQL (Versión 5.5.31.0.1)

Número muestras	Media	Mediana	Línea 90%	Min	Max	%Error	Rendimiento	kb/seg
100	8644	11278	14265	477	17063	0.00	3.2/seg	54.3
100	26525	31241	34107	1878	35910	0.00	3.2/seg	41.3
100	23636	22652	31929	2024	33709	0.00	3.4/seg	41.8
100	21500	20565	26539	2472	33391	0.00	3.5/seg	43.0
100	17847	16436	21594	9499	32150	0.00	3.5/seg	43.4
500	19631	20346	32260	477	35910	0.00	15.1/seg	202.7

**Tabla 4.** Sistema Operativo Windows Server 2012 con SQL 2012

Número muestras	Media	Mediana	Línea 90%	Min	Max	%Error	Rendimiento	kb/seg
100	8171	7637	15276	370	17744	0.00	2.1/seg	36.9
100	24596	29090	32494	1113	34693	0.00	1.3/seg	16.1
100	23317	23285	30066	2171	32521	0.00	1.0/seg	12.5
100	21418	21437	25091	4984	31389	0.00	52.3/min	10.8
100	17815	17922	22317	8365	30711	0.00	50.8/min	10.5
500	19064	20622	30030	370	34693	0.00	3.9/seg	52.8

En la tabla 5, se presenta el resumen de los valores obtenidos después de las pruebas de estrés expuestas anteriormente, donde cada servicio está en un servidor distinto, el servidor con sistema operativo Windows Server 2010 tiene el acelerador FastCGI y el servidor con sistema operativo Linux Debian 7.1 Wheezy tiene el acelerador APC.:

**Tabla 5.** Sistema Resumen de confirmaciones y rendimiento de ambientes

Ambiente	Media	Min	Max	Rendimiento (Pet/sec)	Kb/Sec
1) Linux con MySQL	369,0	87,0	4.784,0	16,2	220,0
2) Linux con SQLServer	678,0	127,0	3.098,0	15,1	202,7
3) Windows con MySQL	19.631,0	477,0	35.910,0	3,9	52,4
4) Windows con SQLServer	19.064,0	370,0	34.693,0	3,9	52,8

Según las pruebas realizadas, se logra apreciar que el mejor rendimiento lo muestra la combinación de sistema operativo Linux Debian 7.1 Wheezy con el sistema de Bases de Datos basado en MySQL (Versión 5.5.31.0.1), el tiempo máximo transcurrido para el ingreso de cada transacción es mucho menor, otro punto importante de comparación es la cantidad de peticiones por segundo donde la combinación ganadora representa casi cuatro veces más que la última combinación entre Windows Server 2012 y SQL Server 2012, esto considera que la administración del sistema de Moodle para el procesamiento de los hilos de conexión por parte de Linux server y MYSQL tiene un rendimiento superior.

## 2.2 Ampliación de la infraestructura

La tercera etapa de la implementación de Moodle representa un antes y un después para el desarrollo de la plataforma de aprendizaje en línea en la UNED, el conocimiento de la herramienta era más amplio, que permitió introducir nuevos elementos como configuraciones en el motor de bases de datos, en los servicios web y en la metadata. Entre los años 2012 y 2013 se adquiere una nueva infraestructura

tecnológica para responder a la necesidad de la Universidad y encaminar toda la masa estudiantil y los cursos en línea hacia una sola plataforma la cual sería Moodle. Ante esto se realiza un diseño con un Clúster en Hyper-V solamente para el servicio de LMS, la arquitectura física consideraba lo siguiente:

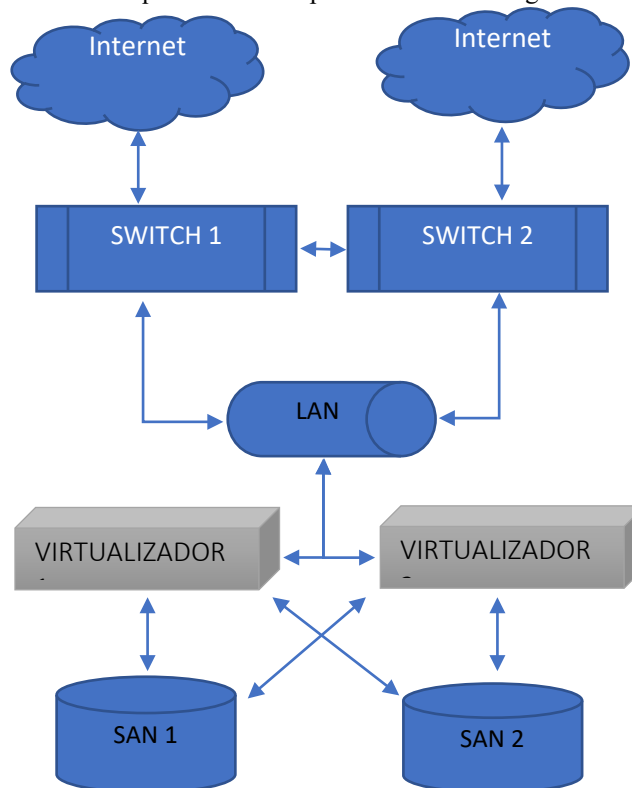
Adquisición de equipamiento:

1. Dos servidores DELL Power Edge R820.
2. Dos SAN Equallogic.
3. Dos Switch DELL Powerconnect.
4. Cintas de Respaldo LTO.

Adquisición de servicios adicionales de telecomunicaciones:

1. Un enlace de Internet sobre fibra óptica simétrico de 50 Mbps.
2. Un servicio de monitoreo externo.

Un diagrama físico que representa la infraestructura tecnológica aplicada para el aprovisionamiento de máquinas virtuales para Moodle es el siguiente:

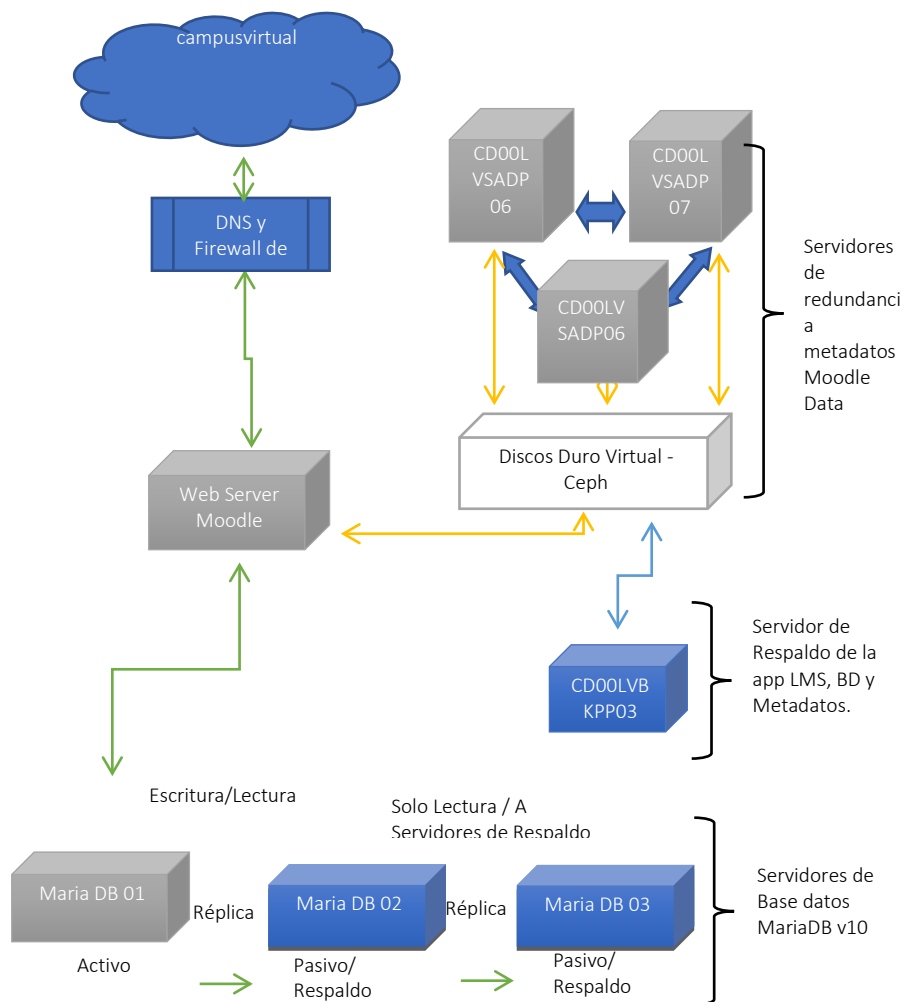


**Fig. 4.** Diagrama que muestra la infraestructura utilizada con Clúster de Hyper-V.

Con la entrada en producción de los servidores físicos, los switches de red y la SAN redundante, todo el conjunto de elementos configurados a través del Clúster de Hyper-V de Microsoft, se aprovisionan más servidores virtuales y de mayor tamaño; entonces la herramienta de Moodle se actualizó con un cambio significativo, la separación de la aplicación web y el servicio de Moodle-data para aumentar la alta disponibilidad en cuanto al manejo de datos. Con una infraestructura de SAN con dispositivos SAS de alta velocidad y una capa de red de 10Gbps completamente

redundante se crean bloques de servidores con el sistema de archivos distribuidos basado en software libre “Ceph”.

El diagrama que se presenta continuación representa la actualización donde se muestra la separación del servicio de Moodle-data configurado por medio del sistema de archivos distribuidos Ceph:



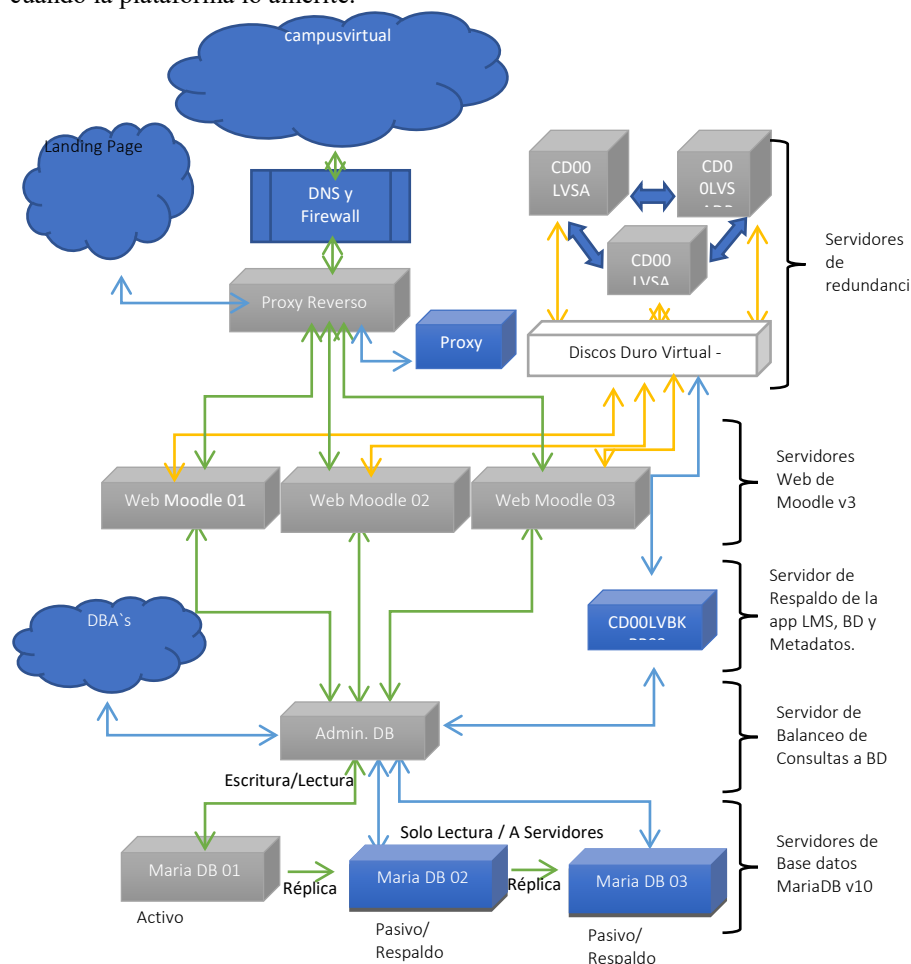
**Fig. 5.** Diagrama que muestra la infraestructura de servidores virtuales, con la separación del Moodle-Data utilizando Ceph.

Además de la implementación del sistema Ceph dentro de la infraestructura de servidores para el manejo de los datos a través del Moodle-Data, se realiza un cambio en el proveedor del sistema de bases de datos, se logra implementar un Clúster sobre MariaDB. Este paso incrementa la alta disponibilidad en la capa de bases de datos creando un sistema de Moodle cada vez más sólido.

La última etapa del proceso para que la aplicación de Campusvirtual (Moodle) tuviera un nivel de alta disponibilidad completo, consistió en ampliar la capa de

“front-end” donde se aumenta de uno a tres servidores virtuales los cuales trabajan en la parte web de aplicación.

Se logra implementar una capa de Proxy Reverso, con el fin de comunicar y administrar el acceso de estudiantes a la plataforma de Moodle, de esta manera se logra un balanceo de carga entre los tres servicios de la capa de aplicación Web, y la implementación de enrutamiento para el acceso a las páginas de mantenimiento cuando la plataforma lo amerite.



**Fig. 6.** Diagrama que muestra la infraestructura de servidores virtuales, con la implementación de la última etapa.

Como parte de la mejora a nivel de gestión de la plataforma, se habilita un servicio en la nube de Windows Azure, donde el objetivo principal es hacer un manejo adecuado de la prestación del servicio con el cual el estudiante se mantiene informado de las acciones que se toman sobre el campusvirtual, ya sea labores de mantenimiento, fallos inesperados, o algún tipo de incidente que no permita su normal funcionamiento. Cabe destacar que esto se realiza mediante la utilización de interfaces auxiliares que cumplan dicho objetivo.



Fig. 7. Ejemplo de la página de mantenimiento implementada desde Windows Azure.

Como parte de la última etapa, la UNED por medio del Proyecto de Mejoramiento Institucional, logra adquirir infraestructura convergente con la capacidad para soportar servicios de misión crítica entre ellos el campusvirtual basado en Moodle. Esto aumenta la capacidad en infraestructura tecnológica a nivel de características en cuanto a memoria, procesamiento y además las capacidades de alta disponibilidad al ser una plataforma

### 3 Resultados obtenidos y su impacto

Los resultados obtenidos luego de la ejecución de las diferentes fases, y que fue marcado principalmente por un aumento sostenido en la concurrencia de usuarios, así como en la publicación y puesta en marcha de cursos en línea, se puede resumir en fundamentalmente los siguientes puntos:

**Concurrencia.** La implementación permitió llevar a cabo un mejor manejo de la concurrencia de los usuarios en la plataforma de Moodle. Con la entrada en implementación de la infraestructura tecnológica y principalmente con la configuración de parámetros claves en los motores web, sincronización de datos y bases de datos para el manejo de la concurrencia desde las capas de Front-End y Back-End, se logra mantener un equilibrio y un mejor flujo de los usuarios, administrativamente ejerciendo menor saturación tanto en los servidores virtuales como en los hosts físicos.

**Estabilidad.** La implementación del motor de Maria DB en un entorno de clúster, ayudó a mejorar el proceso transaccional de los datos, partiendo en que los puntos más altos de las de los procesos que maneja Moodle se lograron identificar como la generación de quices, tareas, clonación de cursos y foros principalmente fueron más estables, los procesos se desarrollan con mayor fluidez.

**Control de la plataforma.** Al tener la posibilidad de construir por los mismos funcionarios la infraestructura de manera total y por etapas, la administración se volvió más eficaz y el control de cada elemento facilitó la manera en que se resolvían los problemas a nivel de la infraestructura, de manera que los errores se podían resolver más rápidamente.

**Mejora en las competencias del equipo.** A través de los años en que se realiza el diseño y la implementación del proyecto para la adopción de Moodle como única plataforma, asimismo superando los problemas que se tuvieron en el camino, se logra adquirir una experiencia tanto del manejo a nivel de administración, como de los comportamientos propios del software de Moodle.

**División de ambientes.** A partir de la última etapa donde se estabiliza el servicio de Moodle y se logra una cohesión entre la infraestructura, la aplicación y principalmente el control de la concurrencia, se logró implementar un modelo con mayor uso de la nube pública en un modelo híbrido. Adicionalmente se logró dividir el ambiente de la plataforma en línea subiendo a un servicio en la nube de Moodle alrededor de 10.000 usuarios lo que establece un modelo híbrido en conjunto con cursos brindados *on premise*.

**Manejo de errores.** Con la gran cantidad de errores que pueden presentarse en ambientes de esta magnitud, para el despliegue de los mensajes de error y fallas en el servicio se optó por realizar la implementación de una página de mantenimiento construida en la nube pública (Windows Azure), de manera que le permita interactuar al usuario final, al momento de mantenimientos y de fallas no controladas. Esta página se direcciona con el proxy reverso que se implementó en la última etapa.

**Protocolo de contingencias.** Con el fin de administrar el riesgo de caídas de una mejor manera, se implementó un protocolo en caso de contingencias donde se involucran a todos los involucrados de los procesos y de manera que puedan comunicarse de una manera más fluida, las causas y efectos de cualquier caída inesperada.

### 3.1 Impactos no esperados

Durante la ejecución de la implementación, se percibieron los siguientes impactos los cuales incidieron en los diferentes puntos de la implementación.

**Problemas de hardware.** Además de la complejidad del software Moodle y su correspondiente implementación, en oportunidades el hardware generó errores independientemente de que fue adquirido de manera específica para esta implementación. Estos problemas incidieron en generar por software capas de redundancia que son innecesarios si el hardware se comporta tal y como debería. Esta capa adicional genera problemas en temas de administración y además podría impactar en la velocidad de respuesta de cara a los usuarios finales.

**Percepción de los usuarios.** Desde los inicios de la implementación, tomando en cuenta la construcción de la infraestructura y conforme aumentó la cantidad de usuarios a nivel de concurrencia, se presentaron muchas fallas y errores con la aplicación, mientras se atravesaba la curva de aprendizaje propia de implementación de plataformas de la envergadura del Moodle. Esto causó una gran cantidad de insatisfacción de parte de todas las áreas usuarias quienes manifestaron dicha situación en reiteradas oportunidades lo que causó un gran retraso en la implementación final de la plataforma.

### 3.2 Conclusiones

Una vez finalizada la implementación de la plataforma Moodle en la UNED y a manera de conclusiones, se pueden encontrar diferentes elementos que vale la pena rescatar para futuras implementaciones o bien para escenarios similares.

En primera instancia, es importante aprovechar las infraestructuras híbridas que existen en la actualidad. Es sumamente difícil detallar una implementación actual sin el uso de tecnologías de nube pública y nube privada interactuando entre sí. En la UNED se pretende que, a futuro, varios elementos de la infraestructura se implementen en la nube pública de manera que se pueda descargar el uso de infraestructura de servidores y de red según los requerimientos institucionales.

Además, se hace necesario contar con hardware hiperconvergente que integre todas las tecnologías en un mismo chasis y de esta manera se eviten problemas en la ejecución de los diferentes componentes. En el caso de la UNED, se inició con infraestructura que no era hiperconvergente y debido a problemas en las diferentes capas de hardware, se tuvo que recurrir a implementaciones en software que generan posibles problemas en la integración de la herramienta. Estas nuevas capas representan puntos de fallo que pueden ser abordados con mejores implementaciones en hardware.

Durante la implementación se evidenciaron necesidades de capacitación por parte del personal de la DTIC, sin embargo, fue muy difícil conseguirlas en el mercado local e incluso a nivel internacional. El equipo logró amasar una gran cantidad de conocimientos en la implementación, no obstante, es necesario contar con mayores competencias en materia de administración de la plataforma e incluso a nivel de implementación con respecto a Moodle.

Finalmente, varios de los obstáculos no esperados en el proyecto, hubieran sido mejor gestionados si los patrocinadores de la implementación hubieran colaborado más activamente. Esta circunstancia evidencia que la participación de la Administración es fundamental en todo proyecto tecnológico y sin este apoyo, las circunstancias adversas se convierten en un verdadero problema para cualquier proceso de implementación en cualquiera de sus etapas.

## Referencias

1. Información General, Universidad Estatal a Distancia, <https://www.uned.ac.cr/rectoria/myv>.
2. Estudio Financiero Costos de Plataformas Virtuales, Vicerrectoría Ejecutiva Universidad Estatal a Distancia.
3. Normas Técnicas para la Gestión y Control de las Tecnologías de Información (N-2-2007-CO-DFOE), Contraloría General de la República de Costa Rica [http://documentos.cgr.go.cr/documentos/manuales/docs/m\\_sistemas/N-2-2007-CO-DFOE.doc](http://documentos.cgr.go.cr/documentos/manuales/docs/m_sistemas/N-2-2007-CO-DFOE.doc)
4. Duran Montoya F., Rojas Coto R.. Artículo: Proyecto de Consolidación del Centro de Datos de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica: Hacia una nube híbrida. En: Cuarta Conferencia de Directores de Tecnología de Información, TICAL2014 Gestión de las TICs para la Investigación y la Colaboración, Cancún (2014).



## Implementación de una Plataforma para Ampliación de Contenido Multimedia sobre Streaming de Audio y Video

José Medina<sup>b</sup>, Francisco Vega<sup>a</sup>, Mauricio Espinoza<sup>a</sup>, Victor Saquicela<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Cuenca,  
Cuenca, Ecuador  
{francisco.vegaz, mauricio.espinoza, victor.saquicela}@ucuenca.edu.ec

<sup>b</sup> Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad de Cuenca,  
Cuenca, Ecuador  
jose.medina@ucuenca.edu.ec

**Resumen.** Actualmente la Universidad de Cuenca cuenta con varios medios de transmisión de audio y video en sus diferentes campus y facultades. Contenido dirigido a estudiantes, profesores y personal administrativo es producido y transmitido cada día a través de estas redes. A pesar de la importancia de la información transmitida muchas veces no alcanza el interés necesario por parte del usuario al cual va dirigido, por lo que es necesario incrementar las herramientas de interacción entre los entes que transmiten el contenido y el usuario final que accede a la información. En este documento se explica la implementación de una plataforma para la ampliación de contenido multimedia sobre videos informativos de la Universidad de Cuenca. Se describe un esquema general y tres módulos importantes dentro de la plataforma relacionados a i) etiquetar automáticamente los videos producidos, ii) buscar en la web información sobre dichas etiquetas e iii) implementar una aplicación para sincronizar y aumentar el contenido multimedia.

**Palabras Clave:** Red Neuronal, Audio Fingerprint, Perceptual Image Hashing, Reconocimiento Automático de Contenido, Reconocimiento de Imágenes, Aumentación de Contenido.

**Eje temático:** Infraestructura Tecnológica.

### 1 Introducción

El desarrollo de herramientas para manejo de contenido audiovisual ha tenido un gran despliegue en los últimos años. La facilidad del manejo de estas herramientas hace que contenido de calidad sea producido y difundido de manera inmediata y en una gran cantidad cada día. Las redes sociales y el alcance del Internet han tenido un papel importante para que actualmente el contenido multimedia permita generar una nueva forma de comunicación denominada *social media*. Esta oportunidad no ha sido desaprovechada por el sector empresarial, de entretenimiento, e incluso el educativo;

donde se intenta aprovechar la facilidad que ofrece el audio y video para comunicar de manera ágil y clara cierta información.

Con esta idea, la Universidad de Cuenca ha desplegado una red de equipos para la difusión y visualización de contenido multimedia en sus diferentes campus. La producción de contenido es variada y se alimenta de programas como un canalIP, noticiero digital, segmentos producidos por estudiantes de la carrera de comunicación social, e información general producida por la Unidad de Relaciones Públicas y Comunicación de la Universidad. Sin embargo, este contenido muchas veces pasa desapercibido para el público al cual va dirigido, con lo que información clave se pierde y no logra su propósito; esto es, difundir las diferentes actividades que se desarrollan dentro y fuera de la institución.

El problema anterior no es algo nuevo ya que desde sus inicios la televisión fue pensada para comunicar a los usuarios sin que ellos tengan la capacidad de participar sobre el contenido transmitido. Con la aparición de la televisión digital y recientemente las redes sociales se transformó este panorama, ya que por ejemplo las redes sociales permiten una participación colectiva que brinda un valor agregado a cada video subido a estas plataformas. Entonces, para el caso de la plataforma audiovisual de la Universidad de Cuenca el problema se resume en lograr que la comunidad universitaria se interese y participe sobre el contenido transmitido.

Con este fin, se empiezan a analizar tecnologías que permiten al usuario sentirse más inmerso dentro del contenido multimedia transmitido. Entre estas tecnologías está el Reconocimiento Automático de Contenido (ACR) [4] que permite hacer el seguimiento a contenido multimedia, enlazar información adicional, y además facilita el uso de dispositivos de segunda pantalla [1][2]. La estrategia de ACR es reconocer el segmento de contenido que está visualizando o escuchando un usuario y poner a su disposición información ampliada sobre cada segmento. Para ello se debe contar con otros módulos que permitan extraer información relacionada a cada video. Es decir plataformas que entiendan el contenido multimedia, lo clasifiquen y lo enriquezcan con información.

En los últimos años se ha incrementado el uso de redes neuronales artificiales de aprendizaje profundo en especial las redes neuronales convolucionales (CNN) [10]. Estas redes no son solo clasificadores de objetos sino que también tratan de entender y relacionar los objetos a contextos más generales, esto es de gran ayuda al momento de entender automáticamente el contenido audiovisual. Además de las CNN, existen otras técnicas similares como el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) [6] o la Transformación de Audio a Texto (ASR). Dichas técnicas facilitan el etiquetado de contenido multimedia para poder categorizarlo y clasificarlo. Para enriquecer información relacionada a los objetos y etiquetas reconocidos dentro de un elemento multimedia existen además técnicas ampliamente usadas y efectivas como el Webscraping [5]. La conjunción de estas técnicas puede mejorar el ciclo tecnológico que va desde la producción del video, extracción de etiquetas, clasificación en categorías, extracción de información relacionada, sincronización del contenido, visualización de contenido por el usuario, y despliegue de información relevante sobre dispositivos alternativos a la pantalla de televisión por donde se transmite la información.

El presente documento describe la implementación de este ciclo tecnológico, a través del diseño de una plataforma que permite la ampliación de contenido sobre audio y video y consta de las siguientes secciones. En la Sección 2 se habla de los requerimientos y las necesidades a cubrir por parte de la plataforma y se muestra un esquema general de la misma. La Sección 3 resume la implementación del módulo de extracción de etiquetas la cual es usada para clasificar los videos. En la Sección 4 se describe cómo se ejecuta la búsqueda de información a partir de las etiquetas,

mientras que la Sección 5 muestra la implementación del ACR. Finalmente, la Sección 6 muestra los resultados de la plataforma y en la Sección 7 se describen las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron con la implementación de esta plataforma.

## 2 Descripción de Requerimientos y Arquitectura del Sistema

Esta sección describe algunos de los requerimientos que debe cumplir la plataforma de enriquecimiento de audio y video. Primero se presenta un esquema general de la plataforma, describiendo su interacción entre componentes y con el usuario. Finalmente, se describe las funcionalidades de los módulos más importantes en la plataforma y como éstos contribuyen a los objetivos de interacción entre el usuario y el contenido multimedia.

### 2.1 Diagrama general de funcionamiento de la plataforma

La Fig. 1 muestra los módulos principales de la plataforma y cómo estos interactúan con el usuario. Primero existe un telespectador o **usuario** multimedia que está viendo el contenido difundido por el módulo de **producción y difusión de video**. El usuario puede hacer uso de su dispositivo de segunda pantalla para a través del módulo de **sincronización y extensión de contenido** ampliar información adicional sobre el programa o noticia que despertó su interés. Cada video transmitido por el componente de **producción y difusión de video** es procesado por los módulos de **extracción de etiquetas** y **búsqueda de información**. De esta manera se conecta el contenido multimedia con información que se encontró en la Web y que está relacionada con el segmento de interés.

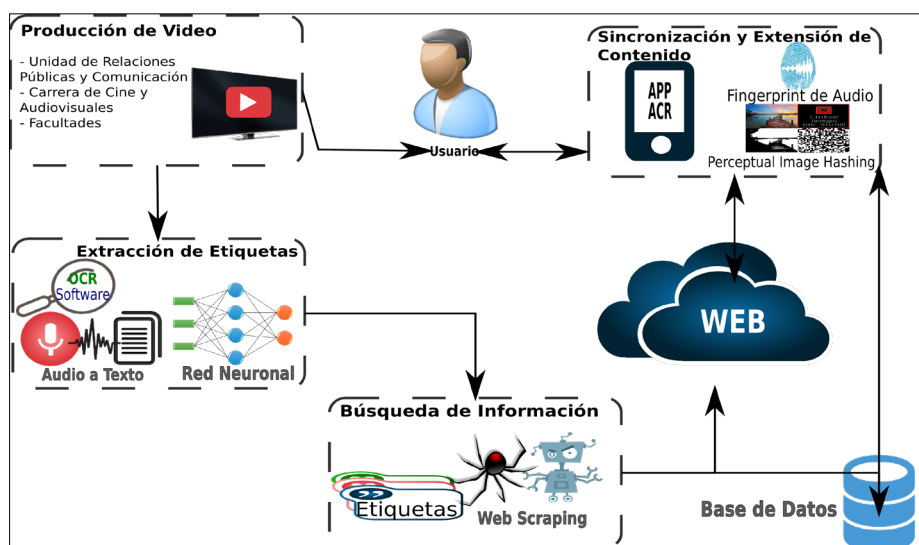


Fig. 1. Arquitectura general de la plataforma de enriquecimiento multimedia.

Como un ejemplo ilustrativo del uso de esta plataforma, se puede imaginar a un estudiante (**usuario**), que está viendo el canal IP de la universidad en un monitor de acceso general colocado en su facultad (**producción y difusión**). En el video transmitido el Rector se dirige a los estudiantes para informar sobre los días que

fueron aprobados para la semana del estudiante<sup>56</sup>. El video en cuestión ha sido procesado previamente por el módulo de **extracción de etiquetas** donde se ha podido obtener palabras clave mencionadas en el elemento multimedia como: semana deportiva, eventos culturales, estudiantes, actividades, recreación, universidad de cuenca, entre otras. Previamente cada facultad ha subido a la página Web de la universidad un cronograma de las actividades que los estudiantes pueden hacer durante esta semana. Con las etiquetas encontradas en el video el módulo de **búsqueda de información** inicia un proceso de enriquecimiento de información desde la Web, donde uno de los enlaces que ha encontrado es el cronograma de actividades.

Supongamos que a varios estudiantes les interesa lo dicho por el Rector y desean participar de las actividades y así integrarse a los eventos sociales y deportivos organizados. Un estudiante a través de su teléfono inteligente ha descargado una app de ACR (**sincronización y extensión de contenido**), la cual le permite grabar un fragmento de audio o tomar una foto al contenido desplegado en el monitor y enriquecer más información sobre el evento de interés. Con ello en su teléfono móvil se puede desplegar por ejemplo el lugar del evento, fecha, hora, y la agenda detallada del evento de su interés. Para finalizar el ciclo de interacción, el módulo de **búsqueda de información** le proporciona al estudiante enlaces a redes sociales de la universidad o asociaciones de estudiantes donde puede opinar sobre las actividades o contactar estudiantes encargados de organizar los eventos de su interés.

En las siguientes secciones se describe brevemente los requerimientos principales de los módulos descritos en la plataforma.

## 2.2 Producción y Difusión de Video

Este módulo debe cubrir las siguientes características y necesidades.

- Producir contenido relevante que despierte interés para la comunidad académica
- Aprovechar las facilidades de la red interconectada de la universidad.
- Cada archivo multimedia (audio y video) a ser producido debe tener al menos un hipervínculo<sup>57</sup> hacia la Web, el mismo que puede ser producido por la universidad u otros entes externos.
- Cada archivo multimedia debe ser accesible desde la plataforma con el fin de ejecutar un pre-procesamiento que consiste en extraer sus características visuales y auditivas. Estas características permiten la búsqueda y enriquecimiento de la información.

## 2.3 Extracción de Etiquetas

Para la extracción de etiquetas que permiten la clasificación de cada archivo multimedia se debe cumplir las siguientes características.

- La extracción de etiquetas es un procedimiento automático que no requiere intervención del productor de contenido.

---

<sup>56</sup> En varias Instituciones de Educación Superior se tiene un espacio para que los estudiantes puedan organizar eventos académicos, culturales y deportivos. En la Universidad de Cuenca este espacio se denomina semana del estudiante

<sup>57</sup> Se entiende por hipervínculo a un enlace electrónico que hace referencia a un recurso Web externo.

- Se debe implementar técnicas de procesamiento de señales de audio y video que permitan trabajar con algunos tipos de multimedia. Por ejemplo, OCR en texto, ASR en audio, CNN sobre imágenes, etc.
- En conjunto las etiquetas extraídas deben describir un video de forma específica y diferenciarlo de otros videos, por ello se debe combinar etiquetas que provengan tanto de audio y video.
- La extracción de etiquetas debe ser un proceso asíncrono a la transmisión, permitiendo que el pre-procesamiento de cada archivo multimedia no dependa de cómo se difunde el contenido.

La relevancia de las etiquetas extraídas es algo subjetivo. Para poder evaluar su importancia se tiene que mirar la información que proporcionen tanto individualmente como en conjunto con las demás etiquetas del mismo video. Logos, personas, objetos repetidos, frases repetidas pueden ser un ejemplo de etiquetas útiles para la búsqueda de información.

## **2.4 Búsqueda de Información**

En la búsqueda de información extendida se debe cubrir las siguientes necesidades.

- Proporcionar a cada etiqueta o conjunto de etiquetas del video un hiperenlace extendido de información. El hiperenlace debe apuntar a contenido Web difundido previamente por la misma universidad o entes externos.
- Los enlaces de extensión de información pueden ser archivos de texto, páginas Web, videos relacionados, o enlaces a redes sociales que amplían la información difundida.
- La búsqueda de información extendida debe ser un procedimiento semiautomático de tal forma que los productores de contenido audiovisual tengan solo una pequeña intervención al validar la información a ser mostrada.

## **2.5 Sincronización y extensión de contenido**

Para la sincronización del contenido entre el usuario y el medio de difusión se debe cubrir lo siguiente.

- El medio de sincronización debe ser un dispositivo de segunda pantalla (teléfono inteligente, tableta, o pc portátil).
- Para el caso de audio y video la sincronización debe ser por segmentos, es decir un mismo video o audio puede tener varios enlaces de información a medida que avanza la línea de tiempo del elemento multimedia.
- La sincronización no depende del medio por el cual el archivo multimedia esté siendo difundido.
- La sincronización de contenido debe usar técnicas que por separado permitan interactuar con varios tipos de elementos multimedia.

## **3 Módulo de Producción y Difusión de Video**

Este módulo tiene como meta difundir contenido de interés hacia la comunidad universitaria. Los componentes principales que forman parte de este módulo son la producción y la difusión de video.

### **3.1 Producción**

Este componente que permite la producción de contenido audiovisual, no requiere mayor desarrollo en un Instituto de Educación Superior (IES), ya que se viene ejecutando en la mayoría de universidades por muchos años. En el caso concreto de la Universidad de Cuenca este proceso tiene como responsable a la Unidad de Relaciones Públicas y Comunicación. Esta unidad es la encargada de difundir información relevante sobre la Universidad y cada día produce videos de alta calidad relacionada a temas relevantes desarrollados en el ambiente universitario. Otro ente que tiene un amplio repertorio en la generación de contenido audiovisual es la carrera de cine y audiovisuales. Como parte de sus actividades académicas, los estudiantes de la carrera producen audio y videos que suelen ser transmitidos por los canales de comunicación que tiene la Universidad.

Adicionalmente están las facultades y los departamentos; actualmente estas unidades han empezado a difundir videos sobre sus actividades diarias. Si bien dicho material audiovisual no está dirigido a toda la comunidad universitaria, éstos son de gran importancia para el público específico al cual van dirigidos. Por ejemplo, el Departamento de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC) está haciendo importantes esfuerzos para producir entrevistas a sus investigadores y ofrecer reportajes sobre los resultados de investigación obtenidos a través de los proyectos. Este contenido puede llegar a otros investigadores que trabajan en temas similares o a estudiantes que desean desarrollar su trabajo de fin de carrera en dicho proyecto, ampliando así la participación en los temas de investigación compartidos.

### **3.2 Difusión**

Para difundir el material audiovisual generado, este componente hace uso de las redes interconectadas con las que todas las IES cuentan. En la Universidad de Cuenca, el primer medio de difusión que fue instalado es un noticiero digital [8]. La plataforma del noticiero digital consta de un servidor y varios monitores desplegados en las diferentes unidades académicas de sus campus. El servidor almacena noticias de interés para la comunidad universitaria y los monitores cuentan con un dispositivo cliente que despliegan las noticias almacenadas en el servidor. En proyectos recientes la universidad ha intentado dar mayor uso a estos dispositivos para ello también se ha adquirido un servidor de videoIP que permite ampliar el alcance de las noticias, visualizando contenido no solo en la red de monitores sino también a través de la página Web de la universidad. Este servicio es un complemento a las tareas del noticiero digital y en gran parte es utilizado para la transmisión de eventos en vivo por parte de los departamentos y facultades de la universidad. Además se cuenta con una radio universitaria donde los estudiantes tienen la participación principal. Otros medios de difusión ampliamente utilizados son las redes sociales, donde se difunde gran cantidad de contenido multimedia y dado su alcance se ha mantenido como el principal medio de comunicación en la universidad.

## **4 Módulo de Extracción de Etiquetas**

Para la extracción de etiquetas se ha implementado tres tecnologías que permiten interactuar con contenido de audio y video por separado. Las mismas se describen a continuación.

#### 4.1 Software para OCR

Este componente tiene como función principal obtener los caracteres que son parte de un video. Para ello, el componente trata de buscar palabras y oraciones presentes en cada frame del video. En primer lugar, es necesario dividir el video en fragmentos más pequeños. Por esta razón, considerando que un video está compuesto de una secuencia de frames, la división lógica vendrá dada por shots. Un shot es el nombre que recibe un conjunto de frames contiguos muy similares. La importancia de esta división se fundamenta en la reducción del costo computacional debido a que, al tratarse de frames muy similares no es necesario ejecutar el mismo proceso para cada uno de los frames, basta con una muestra de un frame por shot para obtener las palabras claves de todos los frames contiguos.

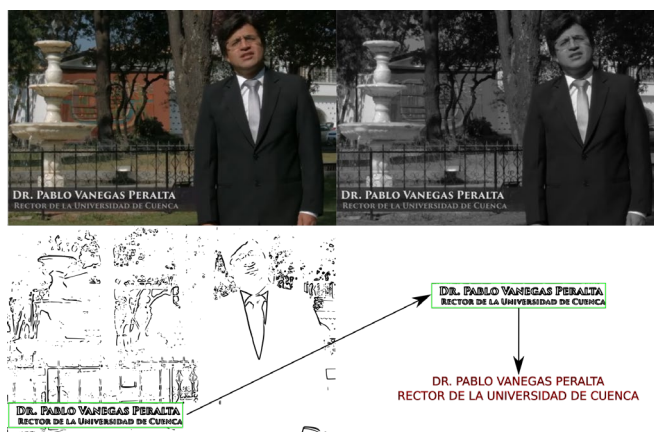


Fig. 2. Proceso de extracción de etiquetas mediante OCR.

Por otro lado, el contar con palabras claves exclusivas de cada sección del video permitiría obtener información detallada de videos muy grandes que posean escenas de diferente índole, como por ejemplo un noticiero completo. Para determinar la división de los shots se utiliza el framework descrito en [1]. Donde frames contiguos representados por un hash con una pequeña variación en distancia de hamming suponen pertenecer a un mismo shot; este concepto será aclarado en la sección donde se describe la técnica de Perceptual Image Hashing.

Para la implementación de este algoritmo se puede utilizar la librería OpenCV en Python. Primero se necesita implementar un preprocesamiento a las imágenes que incluyen “thresholding”, “gradient magnitude”, y operaciones morfológicas. Esto ayuda a extraer los contornos donde se identifican los textos a ser transcritos por OCR. Posterior a esto se puede utilizar la librería “PIL” de Python que mediante la función “image\_to\_string” nos devuelve los caracteres presentes en cada contorno extraído de la imagen.

Este procedimiento se ilustra en la fig. 2., en la imagen de la izquierda superior se ve un frame de un video, correspondiente al saludo del Rector a los nuevos estudiantes. La imagen superior derecha muestra el procedimiento de “thresholding” y la imagen inferior izquierda el proceso de extracción morfológica. Finalmente, la imagen inferior derecha muestra como a partir de este frame se puede extraer el nombre del rector, así el sistema sabe que el video incluye como personaje al rector de la universidad.

## 4.2 Red Neuronal

Con este componente se pretende analizar cada video subido a la plataforma para detectar objetos importantes que lo caractericen. Una CNN puede ayudar a detectar objetos pre-entrenados y clasificar cada frame del video según la aparición de los objetos. Las CNN pertenecen a un conjunto de técnicas recientemente difundidas denominadas aprendizaje profundo. Dentro del reconocimiento de imágenes su función principal es dividir la imagen en un conjunto de características y comprobar si un objeto cumple dichas características para clasificarlo.

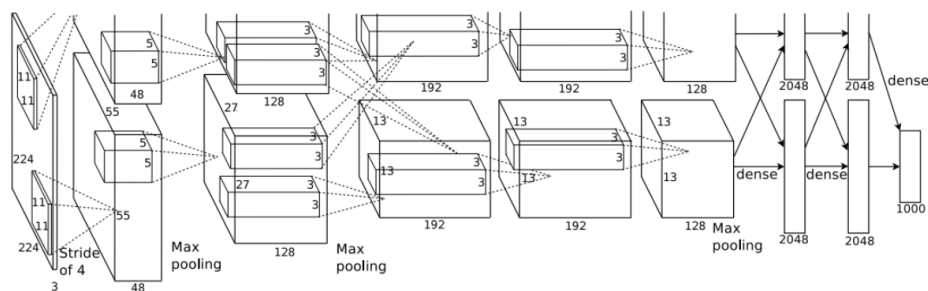


Fig. 3. Arquitectura de la red neuronal AlexNet [10].

Para la implementación de esta red neuronal se utiliza librerías de OpenCV. Además, se hace uso de las librerías de TensorFlow desarrollada por Google para la implementación de la red neuronal. TensorFlow ofrece algunas ventajas como la ejecución de procesos por GPU y además posee un conjunto de herramientas para Python que facilita la implementación de la red.

Para la implementación de la CNN se utiliza la arquitectura mostrada en la fig. 3, esta fue desarrollada en [10] y se utiliza ampliamente en los procesos de reconocimiento de objetos. La red tiene un modelo pre-entrenado con unas 15 millones de imágenes de un conjunto de datos llamado ImageNet [11]. TensorFlow cuenta además con una función llamada “Object\_Detection” que permite utilizar estos modelos pre-entrenados dentro de la red neuronal. El proceso que se ejecuta en la etapa de reconocimiento es dividir el video en frames (OpenCV), reconocer objetos presentes en cada frame, y finalmente resaltar las más importantes como etiquetas del video.

## 4.3 Transformación de Audio a Texto

Mucho del contenido difundido en un elemento multimedia no solo tiene que ver con imágenes sino también con audio. El componente de transformación de audio a texto analiza los diálogos presentes en un video y extrae de estos las palabras clave que clasifican al video. La fig 4 muestra su implementación a través de dos algoritmos como se menciona en [7].





Fig. 4. Transformación de Audio a Texto.

El primer paso al momento de implementar este módulo es utilizar un algoritmo de segmentación de audio. El algoritmo de segmentación permite dividir un diálogo en partes y extraer los segmentos donde se presentan diálogos claros. Por ejemplo, una publicidad de la universidad puede contener una mezcla de diálogos música, ruidos y silencio. La herramienta utilizada en la segmentación es la librería “PyAudioAnalysis” [9], en esta librería se pueden utilizar varios modelos de segmentación de los cuales se escogió el modelo basado en HMM. Para realizar el entrenamiento de este modelo se utiliza la función “trainHMMsegmenter”. Al momento del entrenamiento para cada audio se debe tener un archivo que indique donde inicia y termina cada segmento.

El siguiente paso es tomar los segmentos donde se detectó diálogos y pasarlos por el componente de transcripción del audio. Para su implementación se usa el servidor de reconocimiento llamado “kaldi-gstreamer-server”, el cual se basa en el reconocedor Kaldi<sup>58</sup>, y utiliza el framework multimedia GStreamer<sup>59</sup> para manipular los archivos de audio. Para el desarrollo del servicio se utilizó el protocolo cliente-servidor basado en web sockets, permitiendo un reconocimiento en tiempo real.

## 5 Módulo de Búsqueda de Información

Este módulo permite a la plataforma extender la información sobre las etiquetas de cada video. La estrategia para su implementación fue desarrollar un algoritmo de Webscraping que haga búsquedas de fuentes Web basado en las etiquetas del video. Esta técnica es una manera automática de atacar fuentes de información. Para esto se utiliza un algoritmo desarrollado en Python que mediante el paquete “request” hace consultas http. Se ordena cada etiqueta del video y se introducen las mismas como palabras clave para una consulta de tipo “GET” en Google. Se hace un *request* a <http://google.com.ec> en modo consulta de donde se devuelven un conjunto de enlaces http. Cada enlace es utilizado para hacer un *request* y así con la respuesta almacenar varias páginas HTML que pertenecen a cada video.

Por el momento el razonamiento que se hace sobre el contenido HTML es sintáctico. Es decir, solo se compara la fuente de texto de la página HTML con las etiquetas y transcripciones del video, midiendo la similitud entre las cadenas de caracteres. Se pondera cada página web y se las ordena para luego ser presentadas al usuario según su importancia. Para comparar los textos HTML, etiquetas, y transcripciones se utiliza la librería de Python “difflib” que permite hacer un “ratio” o porcentaje de similitud entre cadenas de caracteres. Debido al amplio contenido

<sup>58</sup> <http://kaldi-asr.org>

<sup>59</sup> <https://gstreamer.freedesktop.org>

difundido en la Web se configura la consulta de Google para atacar solo fuentes conocidas como por ejemplo: página web de la universidad, redes sociales de la universidad, periódicos locales, etc.

## **6 Módulo de Sincronización y Extensión de Contenido**

Una parte esencial de la plataforma propuesta consiste en un módulo que permita la identificación de un video a partir de su contenido. La salida de este módulo es un identificador de video (videoId) y un indicador temporal para poder hacer el seguimiento de varios segmentos dentro de un mismo video. Adicionalmente, es necesario considerar que este módulo permite la interacción del usuario con el sistema a través de una aplicación móvil. La identificación de un video puede realizarse a través de sus características visuales mediante algoritmos de Perceptual Image Hashing o por medio de su señal de audio mediante Audio Fingerprinting.

### **6.1 Audio Fingerprint**

Este procedimiento es implementado y reportado en [2], tiene como finalidad extraer características únicas y relevantes de la señal de audio. Estas características deben permanecer invariantes a la codificación y adición de ruido. A partir de estas características se puede hacer una comparación de la señal de audio completa y una pequeña muestra de audio (tres a diez segundos), con lo cual se puede identificar un contenido. El algoritmo que se desarrolla para este componente sigue la parametrización de [2], tomando características espectrales (dos picos de energía en un punto y una zona del espectro). Con esto se logra modelar un fingerprint robusto, llegando a tener un 98% de precisión con audios degradados en calidad. Dada la cantidad de índices que puede generar un fingerprint se utiliza una tabla Look up Table (LUT) y un procedimiento de descarte de candidatos con la finalidad que el algoritmo se pueda utilizar en tiempo real, llegando a tener un tiempo de procesamiento cercano a los 5 milisegundos para muestras de 10 segundos.

### **6.2 Perceptual Image Hashing**

Es una técnica descrita detalladamente en [1], la cual consiste en adaptar un algoritmo utilizado en la comparación de imágenes con técnicas de indexación. La finalidad del algoritmo es extraer características derivadas del contenido de cada frame de video y obtener una representación en short binary strings e indexarlas mediante árboles (Bk-Tree) y LUT, para facilitar su comparación mediante la distancia de Hamming. Con la implementación de este algoritmo se puede tener una precisión cercana al 98% en la identificación, esto empleando un solo frame del video. En la implementación de este algoritmo se utiliza una técnica denominada “Perceptive Hash” (PHASH).

### **6.3 Aplicación de Segunda Pantalla**

La aplicación de segunda pantalla desarrollada en Android permite identificar el video que se está viendo y sincronizarlo con contenido extendido. Esta aplicación permite

hacer capturas de audio en el caso de Audio Fingerprint y capturas de imágenes en el caso de PHASH.



Fig. 5. Aplicación de segunda pantalla en Android para la extensión de información en audio y video.

En el caso del audio la aplicación graba unos 10 segundos del video que se está reproduciendo. Envía dicho audio mediante un protocolo de streaming utilizando las librerías de android “AudioManager” y “MediaPlayer”. A medida que el audio es grabado una tarea asíncrona se realiza en background. Dicha tarea conecta un socket al servidor y recibe los resultados de búsqueda. La tarea es asíncrona porque permite enviar a la aplicación una respuesta parcial sin depender si el audio ha terminado de grabarse. Esto debido a que en muchos casos solo con una pequeña muestra de audio del servidor es suficiente para identificar el video. De no identificar el video a los 10 segundos la aplicación le dará la opción al usuario de volver a hacer una grabación u optar por captar (tomar una foto) una imagen del video y usar PHASH.

Para las imágenes la tarea que se realiza es enviar una imagen o foto del video que se visualiza en la pantalla. Esta imagen es enviada a un servidor por medio de un socket, el servidor hace la búsqueda y da una respuesta si encontró o no la información. Este proceso es recurrente y funciona similar a lo que hace un escáner de códigos QR. Primero al usuario se le señala una región donde debe centrar la imagen a ser enviada, cada cierto tiempo se envía una fotografía, la cual se captura y se envía. El proceso permanece activo hasta que el usuario haya logrado reconocer el video. En el caso de que no se llegue a obtener ningún resultado el usuario es el encargado de parar la aplicación. El servidor tanto de audio como video se encarga de enviar enlaces web hacia la información extendida, los cuales son listados en la pantalla de la aplicación. El funcionamiento y las interfaces de la aplicación se observan en la fig 5.

## 7 Resultados

La fase de evaluación de los resultados de implementación de la plataforma tiene que ver con la integración de cada uno de sus módulos.

La interpretación de los resultados del módulo de extracción de etiquetas tiene que integrarse al módulo de búsqueda de información. Si las etiquetas no son extraídas adecuadamente, entonces la información resultante de esas etiquetas no será relevante para el video que se está viendo. En este caso los resultados deben someterse a una evaluación subjetiva donde se intenta medir que tan satisfactoria fue la información extendida. Entonces, cada enlace Web podrá ser calificado como muy útil, medianamente útil, y no tener relación, pero esto será una decisión del usuario final.

Para ilustrar mejor estos resultados, imaginemos un caso en el que se transmite un video sobre el inicio de clases. Para un estudiante será muy útil la información devuelta por la plataforma que tenga que ver con la distribución de aulas y horarios del nuevo periodo académico. Mientras que, para un profesor quizá solo el enlace web donde se especifique el día que inician las clases sea de utilidad. Por ello los enlaces de información devueltos por la plataforma se evalúan de acuerdo a un ranking mostrado en la Tabla 1. En la primera columna de la tabla se especifica el número de enlaces encontrados y que están relacionados al video buscado. El resto de columnas muestra si la información presentada está relacionada o si era de interés del usuario. Por ejemplo, si el primer enlace era el que contenía más información se lo clasifica en el Top 1, si el enlace estaba entre los tres primeros se lo coloca en el Top 3 y así sucesivamente. En el ejemplo, el componente muestra precisiones altas y bastante aceptables debido a que se configuró la búsqueda para que considere fuentes web conocidas como: páginas Web de la universidad, redes sociales de la universidad y periódicos locales.

**Tabla 1.** Resultados para el etiquetado y búsqueda de información.

<b>Numero de Enlaces Encontrados</b>	Top 1	Top 3	Top 5	Top 10
3 enlaces web	95%	97%	--	--
5 enlaces web	92%	96%	99%	---
10 enlaces web	90%	95%	97%	100%

Para el caso del módulo de sincronización de contenido, éste se evalúa por separado para los dos algoritmos (audio e imagen) y los resultados se muestran en la Tabla 2. A pesar que la precisión del 97% en audio fingerprinting es menor al DHASH 99%, este tiene la ventaja que puede ser usado en streaming de audio y video. Esto hace que esta técnica tenga un mayor alcance multimedia, ya que funcionará tanto en las señales del canalIp como en la radio universitaria.

Perceptual Image Hashing se entiende como un algoritmo de alta precisión, donde el 99% de los casos de búsqueda son exitosos. La tasa de falsos positivos del 1%, son debido a ambigüedades que se pueden presentar en las imágenes, dado que muchas publicidades de la universidad suelen compartir el mismo fondo de imagen u otras veces comparten un fragmento de video similar. También se pueden dar casos en los que la aplicación no logre capturar una imagen centrada desde el monitor de las noticias, en este caso no habrá manera de hacer el reconocimiento y se tomará como un falso negativo. Esta tasa es realmente baja ya que al enviar un flujo constante de frames al servidor es de esperar que al menos uno de estos ofrezca como resultado el video buscado.

**Tabla 2.** Resultados para los algoritmos de Sincronización de Contenido.

Algoritmo ACR	Tasa de falso Positivo	Tasa de falso Negativo	Precisión
Fingerprint	1.2%	1.8%	97%
Perceptual Image Hashing	0.95%	0.05%	99%

## 8 Conclusiones y Recomendaciones

En este documento se describió el proceso de implementación de una plataforma para la extensión de información sobre contenido multimedia. El objetivo de dicha plataforma es extender la información que se visualiza a través de los diferentes dispositivos de comunicación que poseen los IES.

Cada módulo implementado tiene consideraciones críticas para su funcionamiento. En el caso del módulo de extracción de etiquetas lo fundamental es el proceso de entrenamiento de los algoritmos a utilizarse. Por ejemplo, en el caso de las transcripciones de audio si no se cuenta con un adecuado modelo de lenguaje, entonces las etiquetas extraídas de los diálogos analizados pueden no ser correctas. Lo mismo se podría decir en el caso de reconocimiento de objetos sobre imágenes donde se necesita de una red neuronal cuyo conjunto de entrenamiento esté relacionado al contexto a utilizar. Para el módulo de búsqueda de información lo crítico viene dado por las fuentes a las que se accede en la Web. Si las fuentes no son controladas, entonces la información extraída no va a tener relación con el video procesado. Finalmente, en la sincronización de contenido el elemento a considerar es la muestra que se tome mediante el teléfono móvil. Por ejemplo, en ambientes ruidosos será necesario no utilizar el algoritmo de audio y más bien utilizar el algoritmo basado en imágenes y viceversa cuando el enfoque de la cámara hacia el monitor presenta alguna dificultad.

Las herramientas brindadas por Python facilitan en gran medida el procesamiento de señales de audio y video. Por ejemplo, en el diseño de sistemas de clasificación de imágenes basados en redes neuronales con OpenCV y TensorFlow los cálculos complejos necesarios para el entrenamiento se reducen a pasos simples y llamadas a funciones predeterminadas. También es necesario mencionar el fácil acople de sus librerías con procesos por GPU lo que agiliza las respuestas de algunos algoritmos implementados.

Algunas recomendaciones para mejorar los resultados obtenidos con la plataforma es hacer que el razonamiento sobre etiquetas e información web sea semántico. El razonamiento sintáctico implementado en esta plataforma limita su alcance. Con razonamiento semántico se pueden integrar otras variables y características de un usuario que facilitarán al sistema darse cuenta de sus necesidades para así presentar información diferenciada. Además, el razonamiento semántico permitirá ampliar el alcance de las búsquedas. Limitar las fuentes de búsquedas no es el procedimiento adecuado, pero en el caso de esta plataforma es una restricción dado que el razonamiento es sintáctico. No se puede dejar que el algoritmo busque información en toda la web dado que es arriesgar a que se presente información sin sentido que solo coincida sintácticamente en algunas palabras y frases con el video procesado.

En cuanto al costo de implementación de la plataforma cabe mencionar que se utilizó en su totalidad software libre y que cada uno de los módulos se desplegó sobre

redes ya implementadas dentro de la universidad. Esto hace que la plataforma sea una opción viable para redes implementadas en otras instituciones.

## Agradecimientos

El presente trabajo es parte del proyecto de gestión institucional “Hacia una plataforma interactiva para soportar procesos de capacitación en la Universidad de Cuenca” el cual es soportado y financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC).

## Referencias

1. F. Vega, J. Medina, D. Mendoza, V. Saquicela, and M. Espinoza, “A robust video identification framework using perceptual image hashing,” in 43th Latin American Computing Conference, Lat. Am. Symp. On Computer Graphics, Virtual Reality, and Image Processing, 2017.
2. J. Medina, F. Vega, D. Mendoza, V. Saquicela, and M. Espinoza, “Audio fingerprint parametrization for multimedia advertising identification,” 2017, Second Ecuador Technical Chapters Meetings (ETCM 2017).
3. H.B. Kekre, Nikita Bhandari, Nisha Nair, Purnima Padmanabhan, and Shravya Bhandari. A review of audio fingerprinting and comparison of algorithms. *International Journal of Computer Applications*, 70(13), 2013.
4. Automated content recognition creating content aware ecosystems. Technical report, CIVOLUTION, 2013.
5. Munzert, Simon, et al. Automated data collection with R: A practical guide to web scraping and text mining. John Wiley & Sons, 2014.
6. Mori, Shunji, Hirobumi Nishida, and Hiromitsu Yamada. Optical character recognition. John Wiley & Sons, Inc., 1999.
7. Sigcha, Erik, et al. "Automatic speech-to-text transcription in an ecuadorian radio broadcast context." *Colombian Conference on Computing*. Springer, Cham, 2017.
8. Morocho, Villie, Claudio Chacón, and Jackeline Fernández. "NotiCEDIA una alternativa digital a un circuito interinstitucional de TV para promover la comunicación entre la comunidad universitaria.", 2015.
9. Giannakopoulos, T. Pyaudioanalysis: An open-source python library for audio signal analysis. *PloS one*, 10(12), 2015.
10. A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. In *Advances in neural information processing systems*, pages 1097–1105, 2012.
11. A. Berg, J. Deng, and L. Fei-Fei. Large scale visual recognition challenge 2010. [www.imagenet.org/challenges](http://www.imagenet.org/challenges). 2010.

## Implementación de herramientas de colaboración federadas en la Plataforma CUDI

Rafael Morales Gamboa<sup>a</sup>, Martha Angélica Avila Vallejo<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Sistema de Universidad Virtual, Universidad de Guadalajara, Avenida de la Paz No. 2453,  
Col. Arcos Sur,  
44130 Guadalajara, Jal., México  
[rmorales@suv.udg.mx](mailto:rmorales@suv.udg.mx)

<sup>b</sup>Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet, Parral No. 32, Col. Condesa,  
06140 Ciudad de México, México.  
[cudi@cudi.edu.mx](mailto:cudi@cudi.edu.mx)

**Resumen.** A través de la Plataforma CUDI, la Red Nacional de Investigación y Educación (RNIE) en México pone a disposición de sus miembros espacios digitales para la colaboración y el aprendizaje. Cada usuario de esta plataforma tiene asignado un espacio personal para almacenar archivos y compartirlos con otros usuarios, organizar su agenda, describir su perfil, inscribirse a comunidades y grupos técnicos de CUDI, buscar usuarios con intereses comunes, conversar vía *chat* y configurar y utilizar, si así lo desea, herramientas adicionales (ej. blogs, foros, wikis, entre otras). Además de lo anterior, con la implementación de la Federación Nacional de Identidades Mexicanas (FENIX) y la habilitación de la Plataforma CUDI para hacer uso de ella, se han incorporado herramientas desarrolladas por las RNIE de América Latina y Europa para que cada usuario de la Plataforma CUDI pueda enviar archivos pesados a colegas nacionales e internacionales, tenga su propia sala de videoconferencias web y pueda identificar y reservar salas de videoconferencia en América Latina. Con la provisión de este conjunto nuevo de herramientas, accesibles cómodamente a través de la federación de identidades, se pretende facilitar la interactividad entre los miembros de las RNIE, la colaboración internacional en investigación y el desarrollo, la identificación de colegas con áreas de interés comunes, la búsqueda de oportunidades de financiamiento para el desarrollo de proyectos colaborativos y la generación de procesos de aprendizaje en comunidad.

**Abstract.** Through the CUDI Platform, the National Research and Education Network (NREN) in Mexico offers its members digital spaces for collaboration and learning. Each user of this platform is assigned a personal space to store files and share them with other users, organize their agenda, describe their profile, register with communities and technical groups of CUDI, search for users with common interests and chat with them, and configure and use additional tools (eg blogs, forums, wikis, among others) if they wish to. In addition to the above, with the implementation of the National Federation of Mexican Identities (FENIX) and the configuration of the CUDI Platform to make use of it, tools developed by the NRENs of Latin America and Europe have been incorporated to the latter, so that users of the CUDI Platform can send heavy files to national and international colleagues, have its own web video conference room, and can identify and reserve video conference rooms in Latin America. The provision of this new set of tools, easily accessible through the federation of identities, aims at facilitating interactivity among the members of the NRENs, the identification of colleagues

with common areas of interest, international collaboration in research and development, and the search for financing opportunities for the development of collaborative projects and the generation of learning processes in the community.

**Palabras Clave:** Colaboración, herramientas de colaboración, federación de identidades, plataforma tecnológica, comunidad.

**Eje temático:** Colaboración.

## 1 Introducción

Se podría decir que hasta finales de los ochenta del siglo pasado el factor determinante de la revolución digital fue el crecimiento exponencial en las capacidades de procesamiento de los dispositivos individuales, desde los dispositivos móviles tales como las consolas de videojuegos hasta las grandes supercomputadoras. En lo que va de este siglo, en cambio, la revolución digital ha sido determinada, en gran medida, por el crecimiento en la capacidad de interconexión de los mismos y de las aplicaciones que ejecutan. En el ámbito de la educación mediada por tecnología digital, una tendencia claramente observable en los sistemas gestores del aprendizaje es hacia la interoperabilidad y la integración [1], la cual es observable también en otros entornos digitales tales como los dedicados a dar soporte a la colaboración y la gestión de proyectos. Mientras que en el pasado era muy común el requerimiento de crear identificadores nuevos (clave de usuario y contraseña) para cada aplicación en línea que se deseara utilizar, hoy en día las aplicaciones suelen ofrecer inicios de sesión únicos (single sign on, SSO); mientras que en el pasado se hacía énfasis en que cada aplicación incorporara en una sola instalación todas las herramientas necesarias para el trabajo de sus usuarios, dando lugar a aplicaciones excesivamente grandes y difíciles de mantener, actualmente los entornos digitales como los arriba mencionados suelen estar abiertos a la incorporación de aplicaciones especializadas mediante el uso de protocolos más o menos estandarizados. En este contexto, las federaciones de identidades descentralizan los servicios de inicio de sesión único, permitiendo que los usuarios utilicen sus credenciales de origen (ej. correo electrónico institucional) para conectarse y hacer uso de una variedad de aplicaciones en línea [2, 3], lo cual además facilita la integración de aplicaciones ya que el uso de cada una de ellas no requiere inicios de sesión separados.

*Middleware for collaborative Applications and Global vRtual Communities* (MAGIC), es un proyecto financiado por el Programa Horizonte 2020 (H2020) de la Comisión Europea con el objetivo de establecer acuerdos entre Europa, América Latina y otras regiones participantes para completar el *middleware* necesario para el mercado de infraestructura de cómputo avanzado, servicios y aplicaciones en tiempo real, incluyendo de manera central servicios de federación de identidades, que pretende beneficiar a grupos internacionales de investigación facilitando su movilidad virtual y el trabajo colaborativo. A través de MAGIC, la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI) consiguió incorporar a su plataforma digital herramientas de colaboración desarrolladas por los miembros de las Redes Nacionales de Investigación y Educación (RNIE) de América Latina y Europa, que benefician a la población de investigación y docencia, así como a estudiantes de las instituciones miembros, al brindarles plataformas tecnológicas de soporte para sus actividades de colaboración y movilidad virtual, al tiempo que se garantiza la seguridad y privacidad de su información.



## 2 Plataforma CUDI

La Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI) cuenta actualmente con 250 instituciones miembros y tiene como uno de sus propósitos principales promover sinergia entre sus instituciones miembros tanto al nivel de la gestión universitaria como al nivel de los profesores e investigadores que las conforman y, través de ellos, de sus estudiantes. El proyecto que ha llevado a la instalación de la Plataforma CUDI —también conocida como CUDI Virtual y disponible en la dirección [virtual.cudi.edu.mx](http://virtual.cudi.edu.mx)— inició operaciones en 2012 y tiene como objetivo fundamental generar la participación activa de los integrantes de la Red Nacional de Investigación y Educación de México y convertir a la Plataforma CUDI en un ambiente de colaboración, investigación y aprendizaje, que genere

- participación e intercambio de conocimientos científicos,
- identificación y reconocimiento entre los académicos e investigadores,
- participación y colaboración entre los miembros de las instituciones socias de CUDI y de las RNIE en el mundo,
- formación de grupos de estudio y discusión generados en los espacios de colaboración,
- publicación y difusión de artículos y/o proyectos de investigación a través de sus sitios,
- contribución de contenidos e ideas en la comunidad y/o grupo técnico de interés, y
- difusión de proyectos que se están desarrollando en la RedCUDI y en las RNIE del resto del mundo.

Para ello se organiza en espacios de colaboración y aprendizaje de comités, comunidades, grupos técnicos y cursos impartidos por la RNIE, mediante los cuales permite a los usuarios interactuar de manera flexible y amigable. Adicionalmente, cada usuario de la plataforma CUDI cuenta con un espacio propio (llamado Mi Sitio) en el cual tiene la función de un cuarto de control (*dashboard*) en el que puede, entre otras acciones, definir su perfil público, inscribirse a sitios como los arriba mencionados para participar en las actividades de los grupos correspondientes, recibir notificaciones de lo que sucede en cada uno de los sitios a los que está inscrito y almacenar archivos y compartirlos con otros usuarios. Cabe señalar que los servicios y los espacios de colaboración para las comunidades, grupos técnicos, cursos, proyectos de investigación y comités en la plataforma son de uso netamente académico y de acceso exclusivo para los docentes e investigadores de instituciones de educación, centros de investigación, agencias gubernamentales y otras afines, conectadas a la RNIE. Empero, y sin perjuicio de lo anterior, algunos de los servicios que ofrece la Plataforma CUDI son de uso abierto para la comunidad científica y académica global.

La persona que asume el cargo de coordinador de un comité, comunidad, grupo de trabajo o proyecto en CUDI debe realizar las siguientes tareas:

- Dar respuesta a las interrogantes de los miembros que ingresen a su comunidad.
- Promover el uso y actualización de la información publicada en el espacio de colaboración que coordina.
- Supervisar y verificar que la información y documentos publicados en el portal de CUDI, blog, wikis y demás servicios de colaboración, publicación y difusión de información de CUDI sean de uso netamente académico.
- Eliminar o bloquear a aquellos usuarios que presenten una conducta irrespetuosa o bien no cumplan con lo establecido en las políticas de uso.

- Actuar como moderador en el uso de la Sala Virtual (servicio de transmisión en vivo de videoconferencia y el chat).

## 2.1 Implementación

La Plataforma CUDI se ha configurado e implementado sobre Sakai ([www.sakaiproject.org](http://www.sakaiproject.org)), un sistema gestor del aprendizaje producido en el contexto de un proyecto interuniversitario, inicialmente norteamericano, que inició en 2004 con la participación de las universidades de Michigan e Indiana, el Instituto Tecnológico de Massachussets y la Universidad de Stanford y que tuvo como propósito ayudar a académicos y estudiantes a hacer mejorar sus procesos educativos mediante herramientas educativas, de interacción y colaboración que pudieran reemplazar a productos comerciales similares. Uno de los principales factores que contribuyó a la selección de este *software* fueron las posibilidades de utilizarlo tanto como un sistema gestor del aprendizaje (*Learning Management System*, LMS), como un entorno de colaboración y aprendizaje (*Collaboration and Learning Environment*, CLE) e incluso aprovecharlo como un sistema gestor de contenidos (*Content Management System*, CMS), como se ilustra en la Fig. 1 usando una pizza como metáfora —en ese tiempo otros sistemas gestores del aprendizaje de código abierto, como Moodle ([moodle.org](http://moodle.org)), utilizaban un lenguaje muy cargado al ámbito educativo (ej. ‘cursos’ en vez de ‘sitios’) en tanto que Sakai se presentaba como un entorno para el aprendizaje y la colaboración). La Plataforma CUDI se implementó inicialmente con la versión 2.9 de Sakai, posteriormente se migró a la versión 10.0 y actualmente opera sobre la versión 11.x, la cual incluye la funcionalidad de conectarse a una federación de identidades, como se comentará más adelante.

Para la operación de la Plataforma CUDI se tuvieron que definir reglas y procesos, roles y permisos con diferentes derechos y responsabilidades en el entorno. En particular, se configuraron los siguientes *tipos de sitios*, cada uno con su colección de herramientas predeterminadas:

1. Sitios para cursos.
2. Sitios para comunidades.
3. Sitios para grupos de trabajo.
4. Sitios para comités.
5. Sitios para proyectos de investigación.

Adicionalmente, se configuraron los siguientes roles y permisos, los cuales fueron asignados a los tipos de sitios para los que son pertinentes:

1. *Mantenimiento*: tiene todos los permisos y se asigna al administrador de la plataforma.
2. *Coordinador*: tiene permisos de administrador en el sitio y se asigna al responsable del mismo.
3. *Asistente*: se proporciona a la persona que apoyará en la administración del sitio y permisos similares a los del coordinador, excepto que no puede borrar contenidos ni eliminar herramientas.
4. *Representante*: este rol sólo está dado de alta en los sitios diseñados para los comités y tiene permisos de administrador.
5. *Colaborador*: rol dado de alta en los sitios de los comités y tiene permisos de administración menores a los del asistente.
6. *Miembros*: rol asignado al resto de los usuarios inscritos a un sitio.

El acceso a la Plataforma CUDI y sus espacios de colaboración es posible a través de la dirección <http://www.cudi.edu.mx>.

**Fig. 1.** Metáfora del triple uso de la Plataforma CUDI y del software que le da soporte (Sakai) como sistema gestor del aprendizaje (LMS), como entorno de colaboración y aprendizaje (CLE) y como sistema gestor de contenidos (CMS).

## 2.2 Usos

En el año 2012 iniciaron los trabajos con la generación de espacios de colaboración de las comunidades y los grupos técnicos de CUDI, sitios en donde se montaron los contenidos que nutren las páginas públicas de lo que son ahora 23 comunidades y 10 grupos técnicos. A estos espacios de colaboración se integraron herramientas propia de Sakai con la finalidad de facilitar la interacción y la colaboración entre sus miembros, las cuales se clasificaron en cuatro grupos de acuerdo a su uso:

**Comunicación:** Anuncios, Calendario, Correo Electrónico.

**Colaboración:** RSS, Wiki, Blog, Foros y Chat.



**Contenidos:** Recursos.

**Administración:** Grupos, Roles y permisos.

Los primeros usos de la Plataforma CUDI como un ambiente de colaboración fueron los días virtuales de las comunidades; aunque no todos los interesados en participar en estas actividades contaban con acceso a salas, ni equipos de videoconferencia, logramos integrarlos mediante la inserción de código embebido de la transmisión en vivo en las páginas de inicio de los espacios de colaboración y los participantes podían contribuir con información en la actividad, en tiempo real, a través de la herramienta Chat (Fig. 2) .

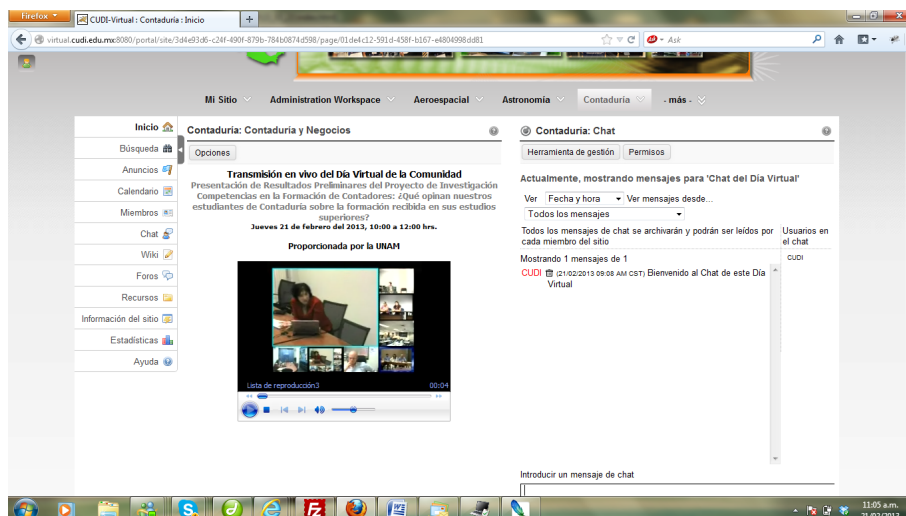


Fig. 2. Captura de pantalla donde se muestra el uso de la Plataforma CUDI para habilitar el acceso a las conferencias de los Días Virtuales de CUDI.

CUDI genera información que comparte en los espacios de colaboración específicos a través de las herramientas de comunicación y de acuerdo a las temáticas de interés de cada grupo. Es así como se empiezan a segmentar y clasificar a los usuarios de acuerdo a sus intereses. Algunos coordinadores de comunidades de CUDI también se valen de estas herramientas para organizar y difundir actividades (ej. seminarios permanentes con acceso libre en línea); sin embargo, no se ha logrado motivar a los coordinadores para que hagan mayor uso de la plataforma. Otro uso importante de los espacios de la plataforma, y que genera más participación por parte de sus usuarios, son cursos en línea o presenciales; con la plataforma como soporte para el intercambio de información.

### 3 MAGIC

Con su participación en el proyecto *Middleware for collaborative Applications and Global Virtual Communities (MAGIC)* [4], CUDI consiguió incorporar a su plataforma herramientas de colaboración desarrolladas por los miembros de la RNI de América Latina y Europa que benefician a la población de investigación y docencia, así como a estudiantes, al brindarles plataformas tecnológicas universales y movilidad virtual, garantizando la seguridad y privacidad de su información (Fig. 3).

Para ello, así como para integrar a la plataforma CUDI los servicios que se sumarán a la Federación Nacional de Identidades Mexicanas (FENIX) [5] y ofrecer los servicios de la Plataforma CUDI a cualquier persona registrada en la federación, fue necesario redefinir la manera de acceder a la plataforma como proveedor de servicios (*Service Provider, SP*) de la federación, de modo que la autenticación de los usuarios para acceder a la plataforma y a todas la herramientas integradas en ella fuera realizada por un servidor de identidades (*Identity Provider, IdP*) de la federación (Fig 4.)



**Fig. 3.** Metáfora de conformación de la Plataforma CUDI con la integración de herramientas federadas en el proyecto MAGIC.

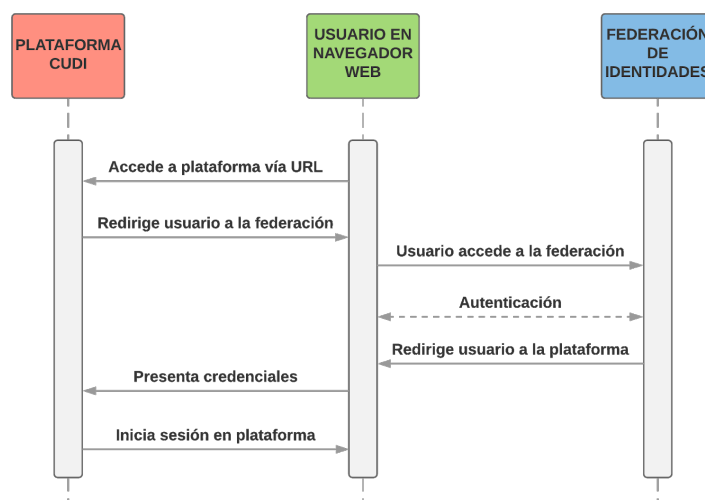
Afortunadamente Sakai, desde la versión 11, incluye soporte para SAML 2.0, lo cual facilitó mucho su integración a la federación, si bien el proceso fue laborioso e implicó

- modificar el código en Java para definir el campo a ser utilizado para identificar a los usuarios y para crear usuarios vía la federación,
- configurar SP vía XML,
- migrar la plataforma de la versión 10.0 a la versión 11.x de Sakai,
- reconfigurar los perfiles de los sitios en la plataforma para incorporar las herramientas provistas por MAGIC,
- establecer un servicio de alias, con YOURLS ([yourls.org](http://yourls.org)), para aislar a la plataforma de cambios de dirección de las herramientas en la federación.

Todo ello al tiempo que se negociaba con los administradores de los servidores de identidades la colección de atributos que se requerían por parte de la plataforma para definir usuarios y que deben ser provistos por la federación una vez que el usuario ha sido autenticado.

Como la federación de identidades mexicanas está todavía en construcción, la gran mayoría de las instituciones asociadas a CUDI y a la RNIE mexicana no cuentan todavía con un proveedor de identidades que permita autenticar a sus miembros al interior de la federación, lo cual significaba un problema para proveer acceso a la Plataforma CUDI a los más de tres mil usuarios que tiene registrados, de modo que se optó por configurar un servidor de identidades independiente ([idp.fenix.org.mx](http://idp.fenix.org.mx)), administrado por CUDI, donde pudieran registrarse los usuarios cuya institución no contara con un IdP propio. Inicialmente se pensó en utilizar la base de datos de Sakai para alimentar al proveedor de identidades; sin embargo, finalmente se decidió migrar las cuentas de usuario de la Plataforma CUDI a un servidor LDAP (*Lightweight Directory Access Protocol*), ya que LDAP es un protocolo en uso por servicios

federados tales como eduroam [6] y eduGAIN [7], ya que facilita y fortalece la gestión de identidades.



**Fig. 4.** Acceso a la Plataforma CUDI a través de la federación de identidades.

Las actividades que se realizaron para este proceso consistieron en:

- Instalación y configuración del servidor de LDAP.
- Instalación y configuración del proveedor de identidades, usando SimpleSAML ([simplesamlphp.org](http://simplesamlphp.org)).
- Conexión de los dos servidores, de modo que el servidor LDAP provea los datos de usuarios al IdP.
- Desarrollo de un servicio de registro al IdP para miembros de la comunidad CUDI cuyas instituciones no cuenten con un IdP propio.

Cada vez que un usuario se registra en el IdP, se verifica si ese usuario cuenta ya con una cuenta en la Plataforma CUDI y, si es el caso, se realizan modificaciones en esa cuenta para hacerla compatible con la cuenta en el IdP, de modo que la migración al acceso federado sea lo más transparente posible. Se ha promovido entre los usuarios de la Plataforma CUDI que se registren en el IdP, pues el acceso directo a la plataforma se suspenderá próximamente.

#### 4 Resultados

Con la implementación de FENIX, la Plataforma CUDI incorpora a sus sitios herramientas desarrolladas por las RNIÉ de América Latina y Europa que con su presencia facilitan la interacción y colaboración inter y trans RNIÉ. Con la incorporación de estas herramientas, los usuarios cuentan ahora con su propia sala de videoconferencia web, pueden enviar archivos pesados a colegas en la misma u otra RNIÉ e identificar y reservar salas de videoconferencia en América Latina (Fig. 5), así como encontrar oportunidades de financiamiento para el desarrollo de proyectos de investigación e identificar potenciales interesados en trabajar conjuntamente en las áreas de su interés.

Las herramientas federadas que se han incluido en la Plataforma CUDI se describen a continuación.

#### 4.1 eNVIO

eNVIO es un servicio proporcionado por RedCLARA (Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas) que permite a los usuarios CUDI transferir archivos de gran tamaño, que superan la capacidad de envío de los sistemas de correo electrónico. eNVIO opera cargando grandes cantidades de información a un servidor de RedCLARA que la aloja temporalmente y entrega una dirección Web desde donde cualquier persona o grupo puede descargar la información cuantas veces lo requiera. El sistema soporta las extensiones zip, .rar, .doc, .xls, .pdf, .docx, .odt, .xlsx, .mov y un tamaño máximo de 100GB.



Fig. 5. Captura de pantalla de la página de entrada a Mi Sitio de un usuario de la Plataforma CUDI, donde se puede observa (a la izquierda) la puesta a disposición de las herramientas federadas.



El servicio se encuentra disponible para la carga y transferencia de archivos por cualquier usuario registrado en FENIX a través de la plataforma CUDI y el Colaboratorio; los contenidos pueden ser descargados por cualquier usuario que tenga el enlace. Los archivos permanecen albergados en el sistema por 20 días, cumplido el plazo, son eliminados automáticamente por el sistema para proteger la privacidad y seguridad de la información.



#### 4.2 SIVIC

El Sistema de Reservación de Videoconferencias H.323 (SIVIC) facilita la búsqueda de salas habilitadas con unidades multipunto en Latinoamérica, a fin de maximizar recursos para la gestión del equipo de trabajo o la integración de la comunidad de investigación. SIVIC permite, en un mismo espacio, organizar videoconferencias en diversos países, permitiendo a todos los

participantes reservar salas de videoconferencia en la región. SIVIC posee el primer clúster colaborativo de unidades multipunto en Latinoamérica: cuatro países comparten aquí los puertos de sus unidades multipunto, garantizando una disponibilidad de hasta 50 puntos de conexión estándar simultánea y diez puntos de conexiones en alta definición.

SIVIC, está disponible las 24 horas al día, los 365 días del año, y permite a sus usuarios reservar salas de videoconferencia certificadas para realizar sus reuniones y eventos en línea con mayor calidad. SIVIC garantiza la gestión efectiva de las reservas y el uso apropiado de las salas, según las políticas de uso de cada institución. A través de este sistema, los usuarios también pueden enviar invitaciones a terceros y hacer pública la actividad, ampliando la visibilidad de su evento.

#### 4.3 VC Espresso



VC Espresso es el servicio de videoconferencia de escritorio proporcionado por RedCLARA, mediante el cual es posible comunicarse en tiempo real, con audio y vídeo, por el tiempo que sea necesario, sin importar que la reunión sea con una sola persona o con muchas. VC Espresso permite compartir durante la sesión presentaciones en PDF o PowerPoint, así como imágenes. También es posible compartir el escritorio, realizar demostraciones en vivo, utilizar herramientas de toma de notas, pizarra colaborativa y chat. Todo de forma independiente al sistema operativo del usuario, gracias a que es un cliente web que funciona con navegadores como Google Chrome, Mozilla Firefox e Internet Explorer, en sus últimas versiones, con el complemento de Adobe Flash.

#### 4.4 Fondos y Socios



La herramienta Fondos y Socios permite buscar oportunidades de financiamiento para el desarrollo de proyectos de investigación e identificar, entre los usuarios de la Plataforma CUDI y el Colaboratorio, interesados potenciales en trabajar conjuntamente en las áreas de interés del usuario. Al abrir la herramienta se presentan tres elementos:

- Convocatorias: con información de los llamados a presentar proyectos hechos por diversas fuentes de financiamiento, cuyas fechas de vencimiento estén próximas. Usando las opciones disponibles, el usuario puede ordenarlas alfabéticamente, desde las más recientes o las más antiguas. Además, si conoce una fuente de financiamiento que no aparezca entre las opciones presentadas, puede sugerir incorporar dicho fondo a la base de datos enviando una URL y un mensaje al administrador.
- Busco Socios: con un listado de posibles contactos, filtrados desde la base de datos de usuarios del Colaboratorio de RedCLARA de acuerdo a la información de perfil ingresada por los usuarios.
- Avisos: con publicaciones hechas por otros usuarios que buscan encontrar nuevos miembros para sus proyectos o que han anunciado su disponibilidad para sumarse a búsquedas ya existentes. El usuario, si lo desea, puede también publicar un aviso, especificando la disciplina, su país de procedencia, y dando una breve descripción de sus intereses.



## 5 Conclusiones

La federación de la Plataforma CUDI la habilita para extender el intercambio de experiencias de colaboración en la comunidad académica y de investigación, al poner a su disposición medios para acceder, usar aplicaciones y servicios ubicados en otras instituciones miembros, así como en otras RNIE en América Latina y el mundo, con la finalidad de coadyuvar a reducir de esta manera la brecha digital académica y promover la colaboración científica a gran escala. Ello ha sido posible gracias a la disposición y colaboración de las RNIE que participaron en el proyecto MAGIC, a la coordinación del mismo por RedCLARA, al software libre y de código abierto producido por comunidades globales de desarrolladores, así como a los estándares que permiten la intercomunicación digital para la conformación de redes de colaboración globales.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido desarrollado parcialmente como parte del Proyecto MAGIC, financiado por FONCICYT a través de CONACyT.

Los autores desean expresar su agradecimiento al Mtro. Gabriel Cruz de la Universidad de Colima, al Ing. Fernando Aranda de CUDI y del Ing. Carlos González de RedCLARA, por su apoyo a la federación de la Plataforma CUDI.

## Referencias

1. Brown, M., Dehoney, J., Millichap, N.: The Next Generation Digital Learning Environment: A Report on Research. EDUCAUSE, Louisville, CO, USA (2015).
2. Torres, J., Nogueira, M., Pujolle, G.: A Survey on Identity Management for the Future Network. IEEE Communications Surveys Tutorials. 15, 787–802 (2013).
3. Chadwick, D.W.: Federated Identity Management. En: Foundations of Security Analysis and Design V. pp. 96–120. Springer, Berlin, Heidelberg (2009).
4. Magic Project: Magic Project, <http://www.magic-project.eu/>.
5. CUDI: FENIX, <http://www.fenix.org.mx/>.
6. eduroam: eduroam – World Wide Education Roaming for Research & Education, <https://www.eduroam.org/>.
7. eduGAIN: eduGAIN – enabling worldwide access, <https://edugain.org/>.

## **Interoperabilidad de Sistemas de Videoconferencia H.323 y WebRTC para Servicios Académicos de Colaboración en la UNAM.**

José Luis Rodríguez Valdez  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Centro de Operaciones de Videoconferencia (VNOc UNAM)  
Circuito Exterior. S/N. Ciudad Universitaria, Ciudad de México  
mr\_rod@comunidad.unam.mx

**Resumen.** En el presente trabajo se comparte la experiencia de la evaluación de infraestructura multipunto para acceder a sesiones de videoconferencia con equipos de cómputo personales que puedan comunicarse con sistemas H.323 de la Red de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se describe el funcionamiento de la red de videoconferencia institucional y las necesidades que se identificaron para valorar diferentes sistemas que permitieran a los usuarios la conexión con computadoras personales. De manera general se hacen comentarios de las aplicaciones probadas, y se hace énfasis en la maqueta instalada con la aplicación de WebRTC. Con esta solución se realizaron distintas pruebas de conectividad con sistemas H.323 y equipos de cómputo con WebRTC que son presentadas en el documento para verificar su interoperabilidad con las funciones requeridas de transmisión de audio, video y contenido en la red institucional. Al final se presentan las ventajas que brinda la plataforma WebRTC seleccionada.

**Palabras Clave:** videoconferencia, colaboración, interoperabilidad, h239, h323, webrtc, UNAM, CUDI, México.

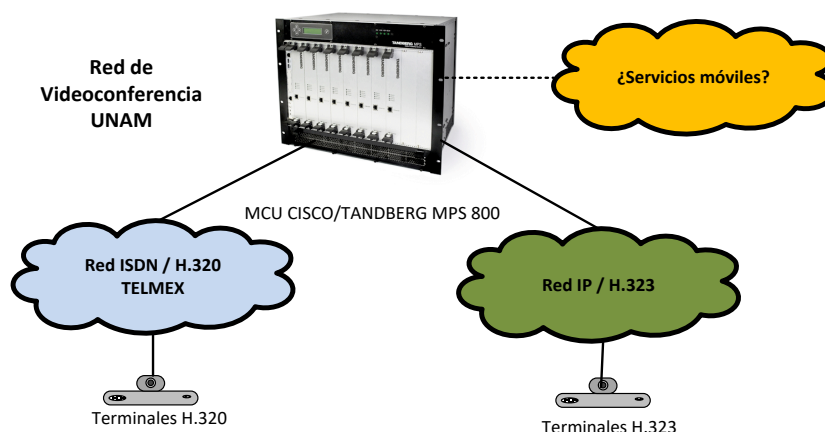
**Eje temático:** Colaboración.

**Abstract.** This work share the experience of evaluation a multipoint system to connect videoconferencing personal systems and H.323 equipment in the National Autonomous University of Mexico network. It describes the operation of the institutional videoconference network and the needs that were identified to test and evaluate different systems that allow users to connect into a videoconference session using personal computers. In addition, there are comments to tested solutions focusing on the proof of concept WebRTC system, which was selected to verify its interoperability and the required functionality for audio, video and content transmission between them in a university setting. At the end, advantages of the selected WebRTC infrastructure are described.

## 1 Introducción

Los servicios de conectividad de videoconferencia de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) son brindados por la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de la Información y Comunicación (DGTIC), que es una dependencia que forma parte de la Secretaría de Desarrollo Institucional de la Universidad [1]. La red de videoconferencia de la UNAM (RVUNAM) se conformó en 1995 con sistemas H.320 y ha evolucionado a la par con la tecnología. Desde 2005 se implementó el estándar H.323 que funciona sobre TCP/IP. Estos sistemas han sido primordiales para la realización de actividades académicas a distancia como cursos, congresos, reuniones de trabajo, entre otros. De esta forma, la DGTIC posibilita la interconexión de diversos equipos de videoconferencia de la Red UNAM, que consta de 345 salas registradas, y otras instituciones nacionales e internacionales que utilizan este estándar.

La DGTIC cuenta actualmente con una Unidad de Control Multipunto (MCU, por sus siglas en inglés) de H.323/H.320 PRI de ISDN (Interfaz de velocidad primaria de la Red Digital de Servicios Integrados por traducción al español) proporcionado por Teléfonos de México (TELMEX) y conectado a la Unidad de Control Multipunto (MCU, por sus siglas en inglés) de la marca *Cisco/Tandberg* para ofrecer conectividad de videoconferencia a sistemas instalados en salas y auditorios locales y foráneos, como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 1.** Esquema de operación de la Red de Videoconferencia de la UNAM. Fuente: elaboración propia.

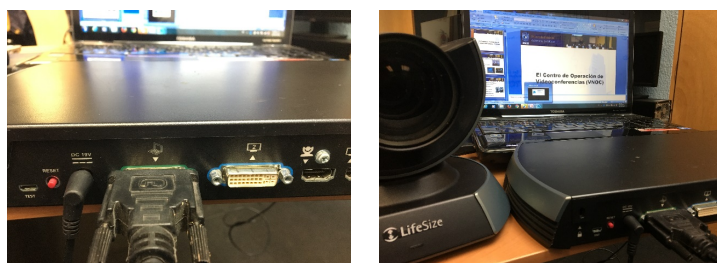
Actualmente, el servicio H.320 está prácticamente en desuso por su costo y por el desarrollo tecnológico. Con la mejora de la conectividad, el ancho de banda en la Universidad, las capacidades de los equipos de videoconferencia, y los equipos de cómputo personales, como computadoras, laptops y tabletas electrónicas, este servicio se ha visto potenciado para la colaboración institucional. Es así como los servicios de videoconferencia han sido cada vez más solicitados por la comunidad académica en la Universidad para realizar sesiones desde donde se encuentren en lugar de acudir a una sala de videoconferencia. Surge por lo anterior la inquietud de poder conectar equipos personales y servicios móviles a la red de videoconferencia universitaria.

## 2 Conectividad H.323 en la UNAM

De acuerdo con la Unión Internacional de Telecomunicaciones, sección Normalización (ITU-T, por sus siglas en inglés), la recomendación H.323 describe terminales y otros sistemas que proveen servicios de comunicaciones multimedia sobre redes basadas en paquetes que no proveen calidad de servicio (QoS). Las terminales H.323 pueden brindar audio en tiempo real, comunicaciones de video y/o datos. El soporte de audio es obligatorio, mientras que los datos y el video son opcionales, pero si es soportado, se requiere de la habilidad para usar un modo común específico de operación, entonces todas las terminales que soporten ese tipo medios pueden interconectarse [2].

El Centro de Operaciones de Videoconferencia (VNOG UNAM) mantiene un registro en de las salas y auditorios que cuentan con un sistema de videoconferencia H.323. Cada uno de estos registros contienen información sobre la dependencia y los datos de contacto de la persona responsable de operar el sistema. Esta información es útil para identificar a la sala y al responsable técnico en caso de un problema. Hasta la fecha se tienen registradas cerca de 350 dependencias con servicios de videoconferencia H.323 [3].

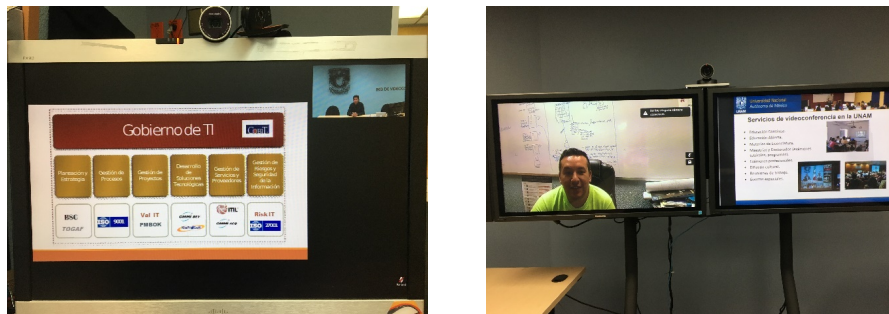
Una de las funcionalidades más importantes solicitadas a los fabricantes y proveedores para poder participar en las maquetas de demostración que fueran a proponer en la red UNAM, fue que se debía de cumplir con la correcta transmisión de contenido multimedia entre terminales. Para lo anterior, se explicó en que consiste este requerimiento. Por un lado, se tiene la propia cámara de video del sistema H.323 que transmite la señal de video codificada con alguno de sus estándares (H.261, H.263 o H.264 principalmente), y por otro lado está la transmisión de una señal de video que no es la cámara. Esta característica permite que un usuario que esta en una sesión en un equipo H.323 tenga conectada una computadora a través de una interfaz VGA (*Video Graphics Array*), DVI (*Digital Visual Interface*), o HDMI (*High Definition Multimedia Interface*) y sea capaz de enviar a través del mismo sistema el contenido que esta visualizando localmente en su computadora.



**Imagen 1.** Puerto DVI para conectar computadora a un equipo de videoconferencia H.323 y compartir con los usuarios remotos el contenido. Fuente: fotografías propias.

Para lograr lo anterior, el sistema H.323 utiliza un protocolo que debe de estar presente en todos los puntos de transmisión y recepción para poder codificar y decodificar el video. Esta extensión es llamada H.239 y es parte de la familia de especificaciones H.323 para permitir un segundo flujo de video en paralelo al primario y compartir cualquier tipo de contenido tales como presentaciones, hojas de datos, o el escritorio completo de la computadora o terminal que se tenga conectado. Este segundo flujo es de una sola vía, del transmisor al receptor, y es considerado importante en una videoconferencia en la que el usuario receptor pueda ver al conferencista y sus diapositivas de forma paralela [4]. Dependiendo de las

capacidades multimedia de los equipos terminales, si el sistema cuenta con 2 monitores conectados el receptor podrá ver en una pantalla la presentación y en la segunda al ponente. Si solo cuenta con una sola pantalla, el video se mostrará de la forma imagen en imagen (*picture-in-picture* o PiP).



**Imagen 2.** Equipos H.323 con un solo monitor (PiP) y equipo H.323 con 2 monitores.  
Fuente: fotografías propias.

Esta capacidad de comunicación simultánea a través de múltiples canales en una sola sesión tiene ventajas y desventajas porque no todos los equipos entienden el estándar. Sobre todo, si son de generaciones anteriores, tal es el caso de equipos Tandberg, que en sus inicios denominó *DuoVideo* a esta tecnología. En el caso de los sistemas de *Polycom/PictureTel*, desarrollaron su propia versión de la transmisión en dos canales de video y la llamaron “*People+Content*” [5].

Actualmente H.239 está disponible en los sistemas de videoconferencia de última generación y es probable que cada uno de los fabricantes implemente la tecnología con distintas características. La ventaja es clara, el usuario que transmite puede enviar video en 2 canales, uno de la cámara y otro de su computadora, para que sean visualizados al mismo tiempo por los demás participantes. La desventaja es que si algún equipo terminal no cuenta con H.239 no podrá visualizar el contenido, o si usa resolución diferente a la que tiene el emisor puede presentar dificultades para visualizarla correctamente.

Muchos de los usuarios ya habían tenido experiencias utilizando soluciones empresariales como *Cisco Webex* y algunos otros preferían usar aplicaciones sin costo como *Microsoft Skype* para realizar conferencias colaborativas, que, por la facilidad de uso, muchos se inclinaban por el segundo, aunque sin conectividad a salas H.323.

### 3 Infraestructura multipunto evaluada

Durante la definición del proyecto, no se tenía claro de qué manera se iba brindar el acceso con dispositivos personales debido a la versatilidad del funcionamiento de cada una de ellas y el tope presupuestal. Es así como se solicitaron diferentes solicitudes de propuestas o RFP (*Request For Proposal*) a los fabricantes e integradores que brindaran estas funcionalidades. En los siguientes párrafos se describen de manera general algunos comentarios de las soluciones evaluadas.

**Cisco.** Entre las más completas que se revisaron fue la de *Cisco Jabber* por las funcionalidades de *soft-phone* que incluye servicios de voz y video en alta definición y compartición de contenido [6], además de permitir la conectividad con H.323.

Otra solución que se estuvo evaluando puntualmente fue *Cisco Webex* que brinda distintas herramientas como *Meeting Center*, *Event Center*, *Training Center*, y *Support Center*, además de contar con conectividad a equipos H.323 mediante *Collaboration Meeting Rooms (CMR)* que es una solución empresarial que permite la

comunicación con equipos H.323 entre otros [7]. La desventaja que presentaba con las conexiones de equipos de sala H.323 es que no se podía marcar directamente a una dirección IP como generalmente se hace en una terminal que usa este protocolo. Es decir, el usuario tenía que marcar a una dirección tipo *jrodriguez@unam.webex.com*, a lo que para la mayoría de los equipos de la Red UNAM era un problema por la introducción de la cadena usando únicamente el control remoto de los mismos. Escribir cadenas de texto a través del control remoto no fue sencillo ya que en su mayoría están diseñados para introducir sólo números y códigos mayormente usados, como el punto, y el símbolo de número (#).

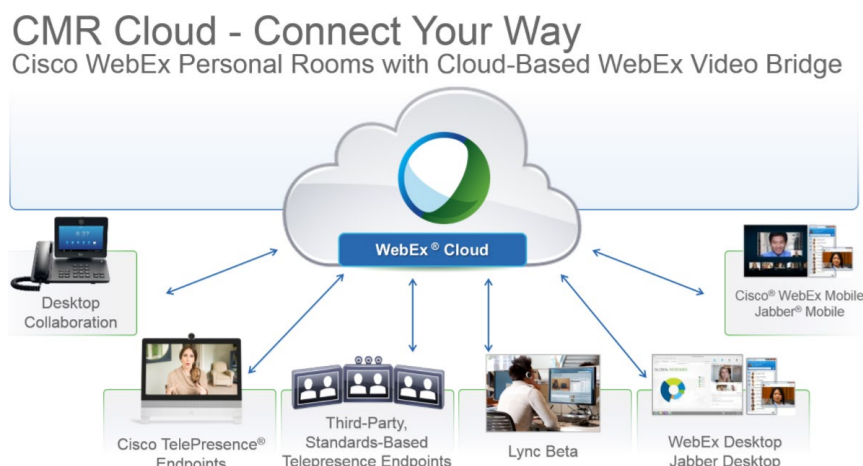


Imagen 3. Esquema de conectividad de Webex CMR <sup>60</sup>

**Polycom.** En otro caso se tuvo también la solución de *Polycom*, en la que las pruebas no resultaron satisfactorias en la Red de la UNAM por problemas de interoperabilidad con la unidad multipunto *Tandberg MPS800*. En este caso, el proveedor presentó un equipo multipunto *RMX4000* de 30 puertos de alta definición y la solución *Converged Management Application (CMA) 4000* que permite tener videoconferencia en equipos personales para interactuar con la infraestructura H.323 [8].

**Acano.** Otro fabricante presentó la solución denominada *Acano*, que actualmente es parte de Cisco y es denominada *Cisco Meeting Server* [9]. Esta solución permitía el acceso a sesiones vía *WebRTC* a través de salas virtuales y conectividad con H.323. Era la competencia directa de *Pexip Infinity Connect*, la cual es descrita más adelante porque las pruebas con *WebRTC* fueron más satisfactorias con este sistema.

#### 4 Videoconferencia usando WebRTC

El servicio de *Web Real Time Communication (WebRTC)* es un nuevo estándar y esfuerzo de la industria que extiende el modelo de navegación web. Es así como por primera vez, los navegadores de internet son capaces para directamente intercambiar media (audio y video) en tiempo real con otros navegadores uno a uno.

Este es un desarrollo conjunto de la *World Wide Web Consortium (W3C)* y la *Internet Engineering Task Force (IETF)* para definir las APIs (*Application Programming Interfaces*) de *JavaScript*, las etiquetas de *HTML 5*, y los protocolos de

<sup>60</sup> Imagen tomada de <http://aliansi-sakti.com/product-details/cm/>

comunicación para el establecimiento y la administración de un canal de comunicación confiable entre cualquier navegador web de reciente generación.

El objetivo de la estandarización es para definir una API de *WebRTC* para habilitar una aplicación web que funcione en cualquier dispositivo, a través de un acceso seguro de los periféricos de entrada (como las webcams y los micrófonos), para intercambiar media en tiempo real y datos con un equipo remoto.

Es así como varias desarrollando como *Pexip Infinity* o *EasyMeeting* están trabajando en aplicaciones basadas en software que hacen más administrable las actualizaciones, a diferencia de una unidad de control multipunto (MCU) basado en hardware.

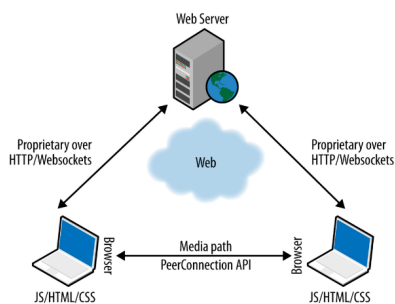


Imagen 4. Pantalla de una aplicación basada en WebRTC. Fuente: easymeeting.net.

#### 4.1 Arquitectura Web de *WebRTC*

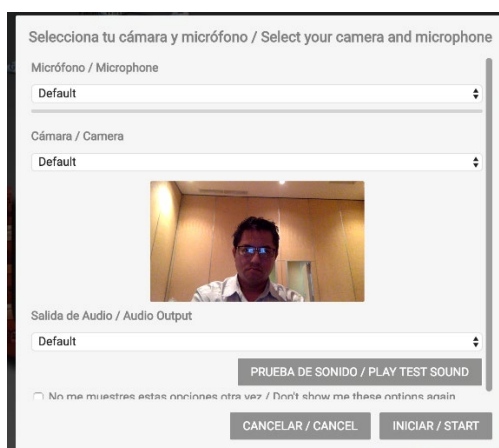
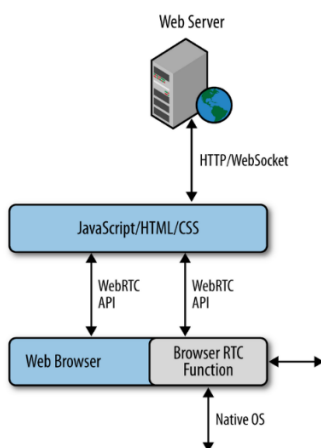
De acuerdo con Loreto (2014), la semántica clásica de la arquitectura web está basada en un paradigma cliente servidor, en el que los navegadores web envían una solicitud de contenido HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) al servidor de web, el cual envía una respuesta que contiene la información solicitada. Los recursos brindados por el servidor esta asociados con una entidad conocida llamada URI (*Uniform Resource Identifier*) o URL (*Uniform Resource Locator*). En el escenario de la aplicación web, el servidor puede embeber código JavaScript en la página HTML que es enviada al cliente. Este código puede interactuar con los navegadores a través de las APIs de JavaScript estándares y con los usuarios a través de la interface de usuario.

En el modelo Trapezoidal *WebRTC* que el mismo autor presenta, ambos navegadores están corriendo una aplicación web, la cual es descargada de un web server diferente. Los mensajes de señalización son utilizados para establecer y terminar las comunicaciones. Estos mensajes son transportados por el protocolo HTTP o *WebSocket* vía los servidores que pueden modificar, traducir, o administrarlos como sea requerido. El escenario *WebRTC* más común probablemente sea en el que ambos navegadores están corriendo la misma aplicación web, descargada de la misma página web como se muestra en la siguiente figura:



**Imagen 5.** Modelo que ilustra de operación de WebRTC<sup>61</sup> y ejemplo que muestra la interacción de navegadores y el servidor donde se encuentra alojada la aplicación de WebRTC<sup>62</sup>.

Una aplicación web de *WebRTC* (típicamente escrita como una mezcla de HTML y JavaScript) interactúa con los navegadores web a través de la API *WebRTC* estandarizada, permitiéndole usarse apropiadamente y controlar la función de tiempo real del browser como se observa en la siguiente figura:



**Imagen 6.** Modelo que ilustra el funcionamiento de la API de WebRTC<sup>63</sup> y el acceso a dispositivos de entrada salida en la aplicación VC-CUDI<sup>64</sup>.

La aplicación web de *WebRTC* también interactúa con el navegador, usando *WebRTC* y otras API estandarizadas, en ambos casos proactivamente (por ejemplo, para utilizar las capacidades del navegador) y reactivamente (para recibir las notificaciones generadas por el browser). Sin embargo, la API de *WebRTC* debe de proveer un amplio conjunto de funciones, como la administración de la conexión, capacidades de negociación de codificación y decodificación, selección y control, control de media, *firewall* y *NAT traversal (Network Address Translation)*, entre otros. Sin embargo, no todos los navegadores web soportan *WebRTC*, solo están disponibles en *Google Chrome*, *Mozilla Firefox*, y *Opera* [10]. Antes de terminar de escribir el presente artículo, se hicieron pruebas con otros navegadores como

<sup>61</sup> Figura obtenida de Loreto, S., & Romano, S. P. (2014). *Real-time communication with WebRTC*. s.p.

<sup>62</sup> Imagen del sistema VC-CUDI en <http://vcnam.cudi.edu.mx>

<sup>63</sup> Figura obtenida de Loreto, S., & Romano, S. P. (2014). *Real-time communication with WebRTC*. s.p

<sup>64</sup> Imagen del sistema VC-CUDI en <http://vcnam.cudi.edu.mx>



*Microsoft Edge* de Windows 10 de 64 bits, y *Safari* para *Macintosh* con *macOS High Sierra*, se observó que el video en el sistema Mac proveniente del equipo Windows se quedaba congelado, solo el video del sistema Mac se podía visualizar fluido en el navegador *Edge* con el audio no se tuvo problema en ninguno de los 2 equipos. La presentación de documentos sólo se tiene disponible si el archivo que se quiere compartir esta en PDF (*Portable Document Format*), no se puede compartir otro tipo de documentos. En ambos casos si se visualizó correctamente el envío de este tipo de archivos.

#### 4.2 Estándares de WebRTC que interactúan con H.323

¿Qué hace posible que un sistema que está diseñado con estándares para web pueda interactuar con H.323? Definitivamente debe de contar con los estándares con los que H.323 funciona para que puedan comunicarse entre sí o un mecanismo (*gateway*) que permita traducir cada uno de los estándares asociados. Existen diversos documentos de internet (*drafts*) que describen el funcionamiento de WebRTC, así como sus estándares. Entre los más importantes son los que tienen que ver con audio y video para asegurar un nivel base de interoperabilidad entre los clientes *WebRTC*<sup>65</sup>. Para el audio, los clientes REQUIEREN de implementar:

- PCMA/PCMU – de 1 canal con una tasa de 8000 Hz y un número de muestras (*ptime*) de 20
- Evento telefónico
- Opus

Para todos los casos en donde los clientes puedan procesar audio con un muestreo más alto a 8 KHz, es recomendado que Opus sea ofrecido antes que PCMA/PCMU.

Para el caso del video se debe de cumplir con los siguientes codecs de video:

- DEBE de soportar al menos 10 cuadros por segundo (fps, por sus siglas en inglés), y DEBERÍA soportar 30 fps.
- Si soporta el códec VP8, entonces DEBE de soportar filtros de reconstrucción *bilinear* y *none*.
- OPCIONALMENTE ofrecer soporte para espacios de color opcionales
- DEBE soportar una resolución mínima de 320X240
- DEBERIA soportar resoluciones de 1280x720, 720x480, 1024x768, 800x600, 640x480, 640x360, 320x240.

Con lo anterior se observó que *WebRTC* podía cumplir con características de interoperabilidad de audio y video con los *codecs* de H.323. Adicionalmente, durante las pruebas de concepto de la plataforma *Pexip Infinity*, se observó que la aplicación con *Google Chrome* era muy estable, sólo requirió de la instalación de un complemento que se solicita la primera vez que se desea compartir el escritorio o una aplicación con el resto de los participantes. Básicamente brinda acceso a los componentes de audio y video de una computadora con un navegador que lo soporte. El tiempo de acceso a la aplicación una vez que esta lista la computadora es menor que en otras aplicaciones que funcionan con *plug-in* o programa de videoconferencia.

### 5 Pruebas de interoperabilidad *WebRTC* a H.323 con *Pexip Infinity*

Las pruebas técnicas realizadas para verificar que el servicio *WebRTC* funcionara correctamente se hicieron en las siguientes plataformas tecnológicas:

---

<sup>65</sup> Con base en *WebRTC* and Media Processing Requirements, <https://tools.ietf.org/html/draft-cbrantweb-codec-02>

**Tabla 1.** Equipo de cómputo utilizado en las pruebas de *WebRTC*.

	Plataforma Windows	Plataforma Apple
Equipo	Computadora de ensamble	iMac (21.5 inch)
Sistema operativo	Windows 10 Pro 64bits – versión 1709	macOS High Sierra – versión 10.13.4
Procesador	Intel core i7-4770 3.4 GHz	Intel core i5 2.8 GHz
Memoria RAM	8 GB	8 GB
Tarjeta gráfica	Intel Iris Pro Graphics 1536 MB	Intel Haswell-DT GT2 (integrada) 1 GB
Cámara	Logitech HD 720p	Facetime HD
Sistema de audio	Diadema USB con micrófono	Micrófono y bocinas integradas
Red	Ethernet (cableada)	Ethernet (cableada)

**Tabla 2.** Equipos terminales H.323 utilizados en las pruebas. Con base a la información de fichas técnicas de Cisco [11][12].

	Equipo A	Equipo B
Marca y modelo	<i>Tandberg EX90</i>	<i>Cisco Telepresence SX80</i>
Versión de software	TC5.0.1.275220	TC7.3.9.b938c8e
Cámara	1080p/720p Integrada	<i>PrecisionHD</i> 1080p 4xS2
Opciones	8 GB	8 GB
Resolución PC input	Hasta WUXGA (1920x1200)	<i>Intel Haswell-DT</i> GT2 (integrada) 1 GB
Resolución monitor	LCD 1920x1200 integrado	UVC integrada
Estándares de video	H.261, H.263, H.263+, H.264	H.261, H.263, H.263+, H.264 y H.265 (SIP)
Estándares de audio	G.711, G.722, G.722.1, MPEG4 AAC-LLD	G.711, G.722, G.728, G.729AB, MPEG 4 AAC-LD mono y stereo.

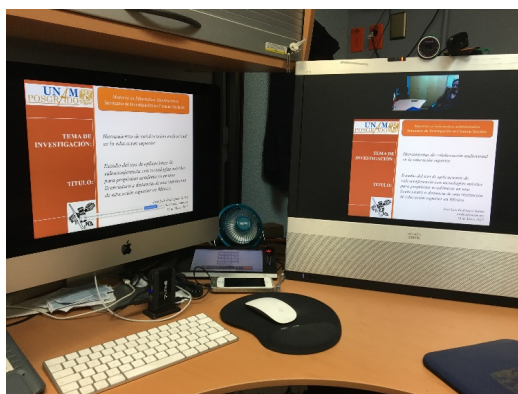
**Tabla 3.** Especificaciones generales de los sistemas multipunto para las pruebas de interoperabilidad<sup>66</sup>.

	<b>Sistema A</b>	<b>Sistema B</b>
Marca y modelo	<i>Pexip Infinity Conferencing Platform</i>	<i>Tandberg MPS-800</i>
Versión de software	17 Build 40161.0.0 Fecha 2017-1208	J4.7
Protocolos soportados	H.323, SIP, WebRTC, RTMP, Microsoft Skype for Business / Lync	IP, ISDN, Leased E1/T1 (G.703) y High Speed Serial (V.35/RS449/RS530/RS366)
Estándares de audio	G.711, G.719, G.722, G.722.1, Siren7, Siren14, G.729, G.729 <sup>a</sup> , G.729B, Opus, MPEG4 AAC-LD, Speex, AAC-LC	G.711, G.722, G.722.1, G.728, MPEG-4, AAC-LD
Estándares de video	H.261, H.263, H.263++, H.264, VP8, VP9, Flash video, RTVideo	H.261, H.263, H.264
Estándares de contenido	H.239 (para H.323), BFCP (para SIP), RDP (para Microsoft Skype for Business / Lync), VbSS (Skype for Business), PSOM (Power Point desde Microsoft Skype for Business / Lync), VP8 (para WebRTC), JPEG (para aplicaciones y web).	Dual Video Stream – soporte para DuoVideoTF, H.239 y BFCP en una misma conferencia. Las terminales que no soporten estos protocolos recibirán el video principal.
Servidor de la plataforma	Cisco Modelo UCSC-C220-M4S, CPU Intel XEON 2.X GHz 2600 12C/30 MB Caches, 32 GB RAM, Disco duro 1 TB	No aplica. Es hardware propietario de <i>Tandberg</i> .

### 5.1 Prueba 1 - Conexión *WebRTC* a H.323

Esta prueba consistió en ingresar al sistema multipunto *Pexip Infinity* utilizando *WebRTC* desde la computadora iMac con navegador *Google Chrome*. Desde la interfaz *WebRTC* se conectó el equipo *Tandberg EX90* al sistema *Pexip Infinity*. Una vez que se conectaron ambos sistemas, se procedió a compartir imagen desde la computadora iMac para que fuera recibida en el equipo H.323 como se muestra en la siguiente imagen:

<sup>66</sup> Con base en Pexip [13], Cisco [14] y José Luis Rodríguez, Experiencia en la implementación de un sistema de videoconferencia distribuido para la Red Nacional de Investigación y Educación en México: VC-CUDI[15]



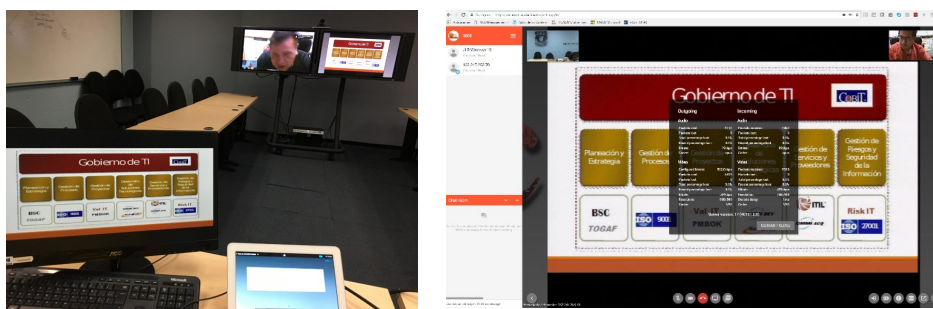
**Imagen 7.** Envío de imagen por videoconferencia desde un equipo Mac con *Google Chrome* a un sistema de videoconferencia H.323. Fuente: fotografía propia.

En la imagen, se observa en el equipo Cisco (lado derecho), que se tiene la presentación proveniente de la computadora con *WebRTC*, y también el canal de video del ponente en modo *Picture in Picture* (PiP), el que se encuentra en la parte superior central.

En la información del estándar de video que presenta el equipo Mac se observó que el navegador *Google Chrome* esta codificando y decodificando con VP8. Por otra parte, en el sistema *Tandberg* se está transmitiendo y recibiendo con el protocolo de video H.264. Para el caso del audio, en la computadora Mac se está utilizando el estándar *Opus*, mientras que para el caso del equipo H.323, el protocolo que se utilizó fue el *AAC-LD – Mono*. En ambos casos se observó completa interoperabilidad de audio, video, y presentación en esta prueba.

## 5.2 Prueba 2 - Conexión H.323 a *WebRTC*

Para realizar esta prueba, se conectó al sistema H.323 *Cisco SX80* a una sala virtual de *Pexip Infinity*. En la computadora Windows, se conectó usando el navegador *Google Chrome* a la misma sesión del equipo H.323. Una vez que ambos equipos se comunicaban en audio y video a través de la plataforma, se procedió a compartir una presentación desde el equipo H.323, misma que fue recibida en el equipo *WebRTC* como se muestra en la siguiente figura:



**Imagen 8.** Conexión de un códec H.323 y un equipo con *WebRTC*.

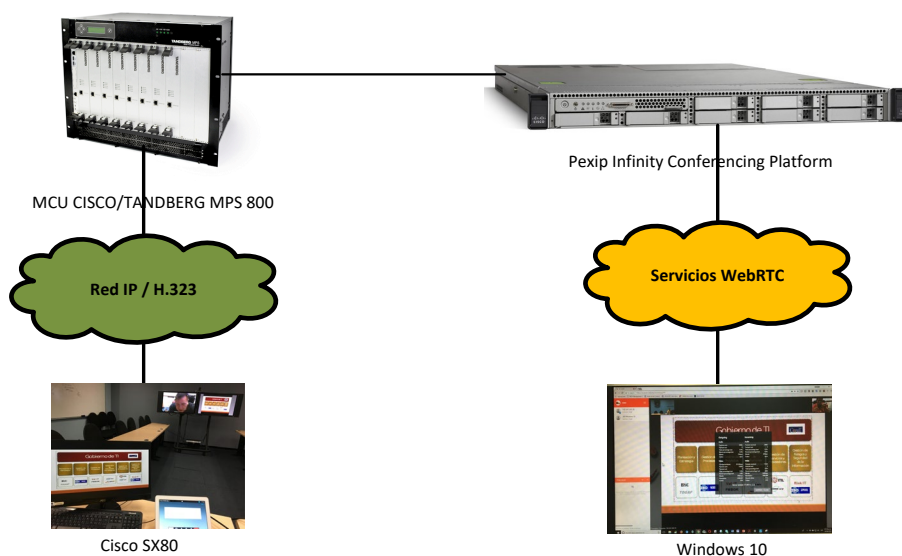
En las imágenes, se observa el equipo H.323 (izquierda) que envía una presentación desde una computadora conectada al códec. Como este sistema cuenta con doble monitor, en el primero se puede ver al participante remoto, y la imagen de la derecha corresponde a la computadora Windows con el navegador *Google Chrome* conectado por *WebRTC* a la misma sesión de *Pexip*

*Infinity*. Se puede ver que se recibe en la computadora la presentación y la imagen del ponente en un recuadro (esquina superior izquierda), en formato *Picture in Picture* (PiP).

En la información que presenta el equipo H.323 para la transmisión y recepción de video indica que esta codificando en H.264, de igual forma el contenido. El audio se estableció con *AAC-LD Mono*. En tanto que en la computadora con *WebRTC* se esta codificando el video de entrada y salida con VP8, mientras que el audio con *Opus*. En ambos casos la comunicación fue satisfactoria en audio, video, y contenido.

### 5.3 Prueba 3 - Conexión MCU H.323 a Unidad Multipunto *WebRTC*

En esta prueba se conectaron equipos terminales en ambos sistemas multipunto. En el sistema *Pexip Infinity* se conectó la computadora Windows con *Google Chrome* a través de *WebRTC*. En el MCU *Tandberg* se conectó el equipo *Cisco SX80* como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 2.** Integración de *WebRTC* con el sistema multipunto de la UNAM. Fuente: elaboración propia.

Finalmente, la solución que se implementó con el estudio de costo-beneficio, y con las aportaciones de la Corporación Universitaria para el desarrollo de Internet (CUDI), fue *Pexip Infinity Connect*. Para lo anterior se firmó con CUDI y la UNAM un convenio de colaboración en la que la universidad, a través del Departamento de Comunicaciones Audiovisuales de la DGTIC sería el responsable de la operación y administración de esta solución en sus instalaciones. Es así como se instaló el nodo de administración y un par de nodos de videoconferencia en máquinas virtuales contenidos en servidores x86. Las generalidades de su instalación técnica se pueden consultar en el documento “Experiencia del VNOC UNAM en la implementación de un sistema de videoconferencia distribuido para la Red Nacional de Investigación y Educación en México: VC-CUDI”, presentado en TICAL 2017 por el mismo autor de este trabajo [15].

## **6 Consideraciones para la selección de la solución de videoconferencia**

La instalación de la maqueta de pruebas de este sistema fue un trabajo multidisciplinario en la que intervinieron especialistas de diferentes áreas. Por una parte, la empresa integradora del sistema y por otra parte las áreas de la Dirección de Telecomunicaciones de la DGTIC, así como el Centro de Datos de la UNAM. Adicionalmente, para configurar el servicio en un ambiente distribuido en la red CUDI, se requirió el apoyo del Centro de Operaciones de la Red CUDI (VNOC-CUDI). Un extracto del cronograma de actividades para la maqueta de pruebas en las instalaciones de la UNAM realizadas durante 2015 se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 4.** Cronograma de instalación de maqueta de pruebas.

Etapa	Fecha estimada	Principales actividades
Preparación de puntos administrativos previos a la instalación del sistema y puesta a punto	Noviembre 4 al 15	Identificación de requerimientos técnicos de los servidores, elementos de red y los lugares de instalación de los equipos (energía, espacio, etc.).
Instalación del sistema PEXIP en los servidores	Noviembre 17 al 20	Instalación de VMWARE en los servidores para la configuración de las máquinas virtuales. Instalación y configuración de Pexip en las máquinas virtuales con las especificaciones de red requeridas. Configuración de certificados de seguridad requeridos para WebRTC.
Preparación del entorno de pruebas de PEXIP	Noviembre 23 a 27	Definición administrativa y creación de salas virtuales (VR). Definir gráficamente temas (branding).
Pruebas de conectividad	Noviembre 27 al 30	Pruebas de conectividad H.323 con sedes nacionales asociados a CUDI. Pruebas de conectividad e interoperabilidad WebRTC con sistemas operativos Windows, MAC, y equipos portátiles con la aplicación descargada desde sus tiendas virtuales. Pruebas de uso de branding.
Convocatoria a los asociados de CUDI para solicitud de salas virtuales	Diciembre 3 al 5	Definir la lista de responsables de las IES para lanzar invitación.
Capacitación de operación y administración del sistema.	Diciembre 6 al 7	Sesión de capacitación para administradores CUDI/UNAM (elaboración de estadísticas de uso del sistema). Sesión de capacitación para operadores de salas virtuales.
Elaboración de guías o instructivos	Diciembre 6 al 10	Operación básica del sistema, operación de salas y auditorios WebRTC, operación de conexión H.323 y SIP, guía para el envío de streaming. Publicación de las guías en sitio del sistema VC-CUDI.

Por otra parte, los principales hitos a vencer durante las etapas de instalación del sistema multipunto de videoconferencia Pexip fueron los siguientes:

1. Preparación de puntos administrativos previos a la instalación del sistema y puesta a punto. El hito a vencer fue la correcta definición de los requerimientos que serían la base de todo el sistema Pexip.
2. Instalación del sistema Pexip en los servidores. El hito a vencer fue la conectividad de red para establecer la comunicación entre los primeros 2 nodos dispersos geográficamente.
3. Preparación del entorno de pruebas de Pexip. El hito a vencer fue integrar un esquema de salas virtuales con numeración similar a los sistemas anteriores con números de 4 dígitos para H.323.
4. Pruebas de conectividad. El hito a vencer fue verificar la correcta operación de los sistemas H.323 y *WebRTC* en las diferentes plataformas de los equipos terminales.
5. Convocatoria a los asociados de CUDI para solicitud de salas virtuales. El hito a vencer fue recolectar todas las direcciones de correo electrónico de los responsables técnicos.
6. Capacitación de operación y administración del sistema. El hito a vencer fue coincidir con las fechas de todos los interesados en la sesión virtual. Se hizo una grabación de las reuniones para su posterior consulta.
7. Elaboración de guías o instructivos. El principal hito a vencer fue la realización de los gráficos para las infografías de cada una de las guías.

#### 6.1 Estudio de Costo-Beneficio en la selección de la solución PEXIP

Uno de los aspectos más importantes que se les indico a los proveedores fue el límite de presupuesto para la adquisición de la plataforma de videoconferencia de 80,000 USD y no había opción a incrementos. Se solicitaron 100 puertos de H.323 y dispositivos móviles y se especificó que la adquisición debía ser a 3 años incluyendo los servicios de mantenimiento de la misma. Con este techo presupuestal se presentaron las siguientes propuestas:

**Tabla 5.** Soluciones ofertadas por los fabricantes en 2015.

Fabricante	Puertos ofrecidos	Precio final USD
Acano	50	\$78,932.06
Cisco	100	\$76,109.91
<i>Pexip</i>	300*	\$68,900.00
Polycom	100	\$79,994.69

Es importante mencionar que la solicitud inicial fue de 100 puertos. Sin embargo, el fabricante Pexip propuso 300 puertos con el precio indicado en la tabla. En este caso se analizaron las siguientes condiciones para el desarrollo de la infraestructura que derivaron en la elección de esta solución:

- Para alojar los 300 puertos se requieren de 6 servidores que puedan tener la capacidad para al menos 50 puertos cada uno.
- Con el costo que se ofreció por el integrador solo 2 servidores se incluían para 100 puertos y CUDI tenía que adquirir el resto para configurar los 200 puertos restantes.
- El licenciamiento que se negoció con el fabricante fue por 4 años (de 2015 a 2019).
- La renovación anual del licenciamiento de los 300 puertos es de 15,000 USD, que equivale a 50 USD por puerto.



- La adquisición de puerto adicional es de 480 USD por 4 años
- Se lanzó una convocatoria en la que se indicó que las instituciones que aportaran infraestructura (servidor y servicios de telecomunicaciones) para alojar al menos 50 puertos se les brindaría el beneficio de utilizar la mitad del licenciamiento de ese server (25 puertos), para su libre uso institucional.

## Conclusiones y lecciones aprendidas

Hasta hace unos 4 años, no se tenían experiencias en el uso de servicios *WebRTC* con interacción a otros sistemas de videoconferencia en la UNAM. En general, se tenían aplicaciones que funcionaban independientemente de otras redes, en sus propios estándares. Posteriormente, los fabricantes de videoconferencia como *Cisco*, *Polycom*, *Lifesize* han ofrecido diversas soluciones que pueden conectar equipos H.323 y equipos personales, aunque a un alto costo financiero, tanto en infraestructura como en mantenimiento. Algunos de ellos como Cisco permiten interacción no solo con computadoras, sino que ofrecen diversas funciones más avanzadas que la simple comunicación computadoras personales con H.323. Sin embargo, en muchos de los casos se requiere que el usuario descargue un programa o aplicación en el equipo para poder conectarse, e inclusive más infraestructura. Esto representaba un reto para las personas menos experimentadas debido a los procedimientos para conexión.

En el caso de Cisco *Webex*, se observó que es una plataforma muy completa por las aplicaciones que ya se comentaron en párrafos anteriores. Sin embargo, al igual que otras aplicaciones, se tienen una gran variedad de botones y funciones que hacen compleja su operación. Con la aplicación de demo que se proporcionó a CUDI, se hizo un taller previo de capacitación a las personas que se les proporcionó una cuenta. Una de las ventajas de este sistema es su integración al correo electrónico y el portal de programación *Webex*.

Para el sistema *Pexip Infinity*, se concluyó en la facilidad de operación por parte del usuario final y su interoperabilidad con otros sistemas de videoconferencia. Aunque fundamentalmente se requería evaluar la conexión a sistemas H.323, se hicieron pruebas con el protocolo SIP, que lo incluyen la mayoría de los equipos de videoconferencia de última generación, y se tuvieron resultados satisfactorios.

En cuanto al servicio de *WebRTC*, al inicio se tenían ciertas inquietudes en cuanto a su funcionamiento debido a que no se tenía experiencia con esta plataforma y también porque *Pexip Infinity* no fue desarrollada por alguno de los principales fabricantes de videoconferencia. Sin embargo, en tres años de operación que lleva en funcionamiento el sistema VC-CUDI, el sistema ha cumplido con las necesidades de conectividad flexible, no solo para la UNAM, sino también para otras universidades miembros de la Red Nacional de Educación e Investigación. Las principales ventajas que se le han visto al sistema *Pexip Infinity* son las siguientes:

- Facilidad en el método de conexión a una sesión a través de una dirección web en el navegador *Google Chrome*.
- Utilización de cadena alfabética o numérica para identificar y entrar a las sesiones virtuales.
- Configuración avanzada de una sala virtual para manejo de niveles de acceso de usuarios.
- Posibilidades para ajustar manualmente el ancho de banda disponible para la conexión.
- Selección manual de la cámara y el sistema de audio en caso de requerir utilizar otro diferente al que cuenta el equipo personal.
- Interfaz sencilla que contiene solo los botones necesarios para interactuar en una sesión virtual. Cuenta con un chat en pantalla para interactuar con texto.

- Facilidad para marcación por parte del usuario hacia un equipo H.323 conociendo su dirección IP.
- Permite compartir documentos no solo con otros usuarios de la misma plataforma *WebRTC*, sino con otros equipos que son soportados por el sistema Pexip Infinity.
- Permite la conexión desde otros dispositivos como tabletas electrónicas y teléfonos inteligentes.
- La marcación desde un equipo H.323 es a través de la dirección IP del servidor de videoconferencia ingresando una clave de sesión, que para el caso de VC CUDI, es una cadena de 4 dígitos para cada sala virtual, lo cual facilita la conexión de las terminales H.323.

Como funciones adicionales o impactos no esperados son la transmisión de las conferencias hacia otras tecnologías de *streaming* como YouTube y Facebook. Para esto, el equipo de CUDI realizó documentación en formato de manuales e infografías [16] que facilitan a los usuarios utilizar estas funcionalidades. Sin duda, son características adicionales que permiten extender la educación a distancia a prácticamente cualquier persona y cualquier parte del mundo que cuente con una conexión a Internet y un dispositivo que soporte alguna de estas tecnologías.

Alguna de las desventajas del sistema que se han visto es en cuanto a su conectividad con algunos proveedores de Internet. Se tienen 3 nodos de conferencia del sistema VC-CUDI, 2 en Ciudad de México y uno en el estado de Puebla, sin embargo, en algunos casos usuarios fuera de las universidades, y en el extranjero no pueden conectarse o presentan problemas en sus conexiones hacia la UNAM. Esto se atribuye a los proveedores de Internet que en ocasiones presentan dificultades en el ruteo o interconexión de redes. Aunque en muchos casos es posible que se conecten al nodo de videoconferencia en el estado de Puebla. En un futuro se pretende contar con un par de nodos en el estado de Veracruz y posiblemente otro en el estado de Jalisco para mejorar el respaldo de la solución y el balanceo de carga en el uso de ancho de banda.

Finalmente, muchas de las instituciones educativas en México buscan reducir costos en infraestructura, lo cual, para el caso de videoconferencia ya es una realidad con aplicaciones virtualizadas. Falta mucho todavía para aprender de los proveedores de tecnología que brindan soluciones a menores costos que los fabricantes más importantes, es aquí donde se resalta la trascendencia de las maquetas de prueba para realizar un análisis exhaustivo en la red institucional. Al mismo tiempo, es importante evaluar nuevas soluciones que ya son brindadas en la nube, es decir que no están en las instalaciones universitarias, sino a través de un licenciamiento anual o multianual ofrecidas por los proveedores de servicios, mismas que permitan la convivencia de los sistemas existentes y al mismo tiempo sean un disparador de nuevas tecnologías y aplicaciones que el sector educativo necesita para la transformación digital.

### **Agradecimientos**

El autor desea expresar su agradecimiento a las autoridades, colegas, y personalidades de las siguientes instituciones por las facilidades otorgadas y su participación en este proyecto:

- Dirección General de Cómputo y Tecnologías de Información y Comunicación de la Universidad Nacional Autónoma de México
  - Dr. Felipe Bracho Carpizo - Director
  - Dirección de Telecomunicaciones
    - M. en C. Ma. de Lourdes Velázquez Pastrana

- Ing. Roberto Rodríguez Hernández
- Ing. Norberto Montalvo García
- Ing. Arturo González Román
- Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet
  - Lic. Carlos Casasús
  - M. en C. Salma Jalife
  - Lic. Eduardo Romero
  - Lic. Martha Avila

## Referencias

- [1]. Organización UNAM <https://www.unam.mx/acerca-de-la-unam/organizacion>
- [2]. Recomendación H.323 <https://www.itu.int/rec/T-REC-H.323-200912-I/es>
- [3]. Salas de videoconferencia UNAM. <http://vnoc.unam.mx/index.php/salas-de-videoconferencia-unam/>
- [4]. Cisco. Support for H.239.  
[https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/asr1000/configuration/guide/sbcu/2\\_xe/sbcu\\_2\\_xe\\_book/sbc\\_h239.pdf](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/asr1000/configuration/guide/sbcu/2_xe/sbcu_2_xe_book/sbc_h239.pdf)
- [5] H.239 <http://www.video-conferencing.com/definition/duo-video.html>
- [6]. Cisco Jabber. <https://www.cisco.com/c/en/us/products/unified-communications/jabber/index.html>
- [7]. Cisco Webex. <https://www.webex.com.mx/>
- [8]. Polycom Converged Management Application (CMA) 4000.  
<http://www.polycom.com/content/dam/polycom/common/documents/data-sheets/cma-4000-ds-enus.pdf>
- [9]. Cisco Meeting Server. <https://www.acano.com/>
- [10]. Loreto, S., & Romano, S. P. (2014). *Real-time communication with WebRTC*, O'Reilly Media, obtenido de Biblioteca DGTIC  
[http://proquestcombo.safaribooksonline.com/book/web-development/9781449371869/1dot-introduction/webrtc\\_architecture\\_html?uicode=unammx](http://proquestcombo.safaribooksonline.com/book/web-development/9781449371869/1dot-introduction/webrtc_architecture_html?uicode=unammx)
- [11].- Cisco Telepresence System EX Series Data Sheet  
[https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/collaboration-endpoints/telepresence-system-ex-series/data\\_sheet\\_c78-627494.html](https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/collaboration-endpoints/telepresence-system-ex-series/data_sheet_c78-627494.html)
- [12]. Cisco SX80 Codec Data Sheet  
<https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/collaboration-endpoints/telepresence-quick-set-series/datasheet-c78-731242.html>
- [13]. Pexip Infinity version 17.3 features and specifications.  
[https://docs.Pexip.com/admin/infinity\\_features.htm](https://docs.Pexip.com/admin/infinity_features.htm)
- [14]. Cisco Tandberg MPS200 y MPS 800 Administrator Guide.  
[https://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/telepresence/endpoint/mps/j4/administrati on\\_guide/tandberg\\_mps\\_administrator\\_guide\\_j46.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/telepresence/endpoint/mps/j4/administrati on_guide/tandberg_mps_administrator_guide_j46.pdf)
- [15]. Rodríguez, J. L. 2017. Experiencia del VNOC UNAM en la implementación de un sistema de videoconferencia distribuido para la Red Nacional de Educación en Investigación en México: VC-CUDI. En Actas TICAL 2017 (p. 20). TICAL. Recuperado a partir de <https://documentos.redclara.net/bitstream/10786/1319/1/Libro de Actas TICAL2017-v3.pdf>
- [16]. Videoconferencia CUDI – VC CUDI <http://www.cudi.edu.mx/content/vc-cudi>

## **GESTIÓN DOCUMENTAL**



## **Gestión Documental Simple – 1ra etapa de digitalización, despapelización y data scraping en la Universidad Nacional de General Sarmiento**

Analía Barberio, Ruy Arce, Gonzalo Ribera, Pablo Martínez,

<sup>a</sup>Dirección General de Sistemas y Tecnología de la Información, J.M. Gutiérrez 1150,  
B1613 Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina  
[abarberi@campus.ungs.edu.ar](mailto:abarberi@campus.ungs.edu.ar) , [rarce@campus.ungs.edu.ar](mailto:rarce@campus.ungs.edu.ar) , [gribera@campus.ungs.edu.ar](mailto:gribera@campus.ungs.edu.ar) ,  
[pmartine@campus.ungs.edu.ar](mailto:pmartine@campus.ungs.edu.ar)

**Resumen.** En sus casi 25 años de vida la Universidad Nacional de General Sarmiento (Buenos Aires, Argentina) ha tenido un crecimiento exponencial en el volumen de información que manejan sus múltiples áreas, pero la digitalización e integración de esta multiplicidad ha sido diversa y dispar. A partir del año 2016, bajo el proyecto denominado UNGSxt se comenzó a delinear una estrategia para la integración de todos los tipos documentales, en un mismo entorno, que permita el acceso de toda la comunidad a la información y la gestión de esta, basándonos para su desarrollo en la búsqueda de tecnologías abiertas y open source. En este documento vamos a introducirnos en los pasos llevados adelante para desarrollo y puesta en línea de la primera etapa del plan de integración documental de la UNGS. Asimismo, veremos la estructura, posibilidades y alcances de dicho plan, en conjunto con la estructura de los primeros módulos que se encuentran actualmente en producción y a través de los cuales se llevó adelante la primera etapa de data scraping de documentos.

**Palabras Clave:** integración, despapelización, documentos, información, gestión documental, estándares abiertos, data scraping.

**Eje temático:** Mejora de procesos.

## 1 Introducción

Hasta el momento entre las distintas aplicaciones y módulos que la Dirección General de Sistemas y Tecnologías de la Información (DGSyTI) desarrolló en la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) se puede identificar un mismo patrón: las mismas fueron realizadas para resolver problemas puntuales que obedecían a urgencias que marcaba la gestión de turno o respondían a implementar soluciones rápidas ante las necesidades propias del crecimiento en matrícula y servicios de la universidad.

Este modo de operar ha sido útil durante los primeros 20 años de vida de la Universidad, en donde era necesario dar respuestas ágiles ante la avalancha de información. Pero la misma experiencia obtenida por este modo de actuar nos llevó a pensar en un sistema que resuelva la problemática de la gestión documental de manera integral. Se vuelve necesario pensar una estructura integradora, creada en base a conceptos de información universales, que nos permita manejar de manera flexible los distintos tipos documentales de nuestra institución.

En este sentido es que durante 2016 nace el proyecto de UNGS<sup>xt</sup>, en donde se apunta a una renovación tanto a nivel técnico como también en la manera de encarar los problemas y de ofrecer las soluciones. Este nuevo modelo de operación de la DGSyTI busca desarrollar y poner en línea aplicaciones más pequeñas que sean multipropósito, en oposición a la forma tradicional de crear aplicaciones grandes o medianas para afrontar el registro o la gestión de elementos puntuales. Es decir que el éxito de este proyecto dependerá de nuestra capacidad para poder dejar atrás los viejos vicios y abrirnos ante un nuevo paradigma. Y también la posibilidad de construir una base sólida que nos permita extender las funcionalidades ante nuevos requerimientos.

### 1.1 Tecnología

Luego del análisis de distintas herramientas y posibilidades se optó por desarrollar las nuevas aplicaciones en entorno MEAN +. PGSQL, esto es MongoDB + Express + AngularJS + NodeJS + PostgreSQL como base de datos principal. A las bases de datos también se suma REDIS como base de administración de sesiones de usuario. La interfaz de acceso a los datos se decidió resolver mediante la arquitectura API REST.

A todo esto, se suma la utilización de Nuxeo como framework de soporte y administración documental, y en concordancia con este, se decidió también utilizar el estándar CMIS como puente entre nuestros desarrollos y dicho ECM. Por último, como módulo de componentes para los distintos frontends adoptamos el proyecto de Angular Material, inspirado en el concepto de Material Design de Google.

Como administradores de paquetes y librerías para organizar todo optamos por usar NPM y Bower, y GULP como gestor de tareas para la puesta en producción de los distintos módulos. Por último, para hacer el seguimiento del avance de todo el código del proyecto y la interacción del equipo se implementó un servidor con GitLab.

### 1.2 Infraestructura global

La infraestructura del proyecto global se encuentra dividida en 3 servidores principales, todos con Debian como sistema operativo (actualmente actualizados a su versión 9). El primero de ellos el servidor de aplicaciones y procesos, donde se encuentran la aplicación concentradora de APIs REST y los distintos frontends de las distintas aplicaciones. En este servidor es donde se encuentran todas las aplicaciones web y en el mismo solo se utiliza NodeJS y PM2 como administrador de procesos. En segundo lugar, un servidor de bases de datos, donde se encuentran instalados los motores de MongoDB, PostgreSQL y REDIS. En dicho servidor se almacenan los datos propios de las aplicaciones, como los distintos logs de eventos y de sesiones de usuario.

En tercer lugar, se encuentra el servidor de Nuxeo, donde se encuentra instalada dicha aplicación sobre una máquina virtual de JAVA y donde además también funciona un motor PostgreSQL propio de este sistema.

### **1.3 Gestión Documental**

En este documento nos vamos a enfocar en relatar y describir los distintos elementos que hacen al proyecto de gestión documental UNGS, y sobre todo a sus primeros dos módulos puestos en producción, Gestión Documental [lite] (GDLite) y el Módulo de Publicación Documental (MPD), más allá que la infraestructura anteriormente descrita tenga como finalidad la de hostear una multiplicidad de aplicaciones creadas con distintos fines y que, de hecho, actualmente ya contenga en producción distintos módulos y sistemas basados en la misma arquitectura.

El proyecto completo de la Zona de Gestión Documental abarca en total 5 módulos independientes, cada uno con una finalidad propia. Los mismos son el Módulo de Gestión Documental, el cual representa el módulo principal, donde los distintos tipos de documento son creados y gestionados. A este le siguen GD Workflows, para la gestión de circuitos y trámites, GD Timeline, para el seguimiento en tiempo real del ciclo de vida de los distintos trámites. En cuarto lugar, se encuentra el Módulo de Publicación Documental (MPD), aplicación de acceso libre a toda la comunidad, donde pueden buscar todo tipo de documentos gestionados por el sistema. Y por último GD Conf, módulo que apunta a gestionar la configuración de los distintos tipos de documentos y trámites, y los distintos perfiles de usuario, permisos y datos anexos que hacen a todo el sistema.

Cómo ya mencionamos anteriormente, en el presente trabajo solo nos abocaremos a describir la primera de las etapas de desarrollo de la Zona de Gestión Documental, y a los módulos que abarcan a esta etapa, que son una primera versión (lite) del Módulo de Gestión Documental, y el buscador MPD. Dadas las características del proyecto, y al ser el mismo un plan a largo plazo de digitalización y de despapelización del total de los trámites que se llevan en la institución, nos parece pertinente avanzar en este documento solo con aquello que ya fue implementado, y que nos puede dar una imagen real, actual y práctica del resultado en el primer avance de integración documental.

## **2 Gestión Documental [lite]**

Cuando el equipo de desarrollo se planteó la implementación de un sistema de gestión documental integral, lo primero que quedó claro fue que el proyecto total iba a llevar mucho tiempo, con solo calcular el alcance del mismo (la despapelización y



digitalización total de la UNGS) y los mínimos recursos con los que contábamos (3 desarrolladores) que además podían brindar solo una parte de su tiempo al proyecto, ya que todos se ocupaban de mantener muchas otras aplicaciones que ya se encontraban en línea. Por lo tanto, si queríamos avanzar sobre concreto, el proyecto debería repartirse en módulos independientes (ya mencionados en el punto 1.3) y en distintas etapas de implementación con distintos fines. Aspirar al desarrollo de todos los módulos y la implementación de todo el sistema en toda la institución bajo estas condiciones era en sí mismo un oxímoron.

De esta manera surge que el principal desafío con el que se debía comenzar era el de ordenar el gran caos y recolectar la gran multiplicidad de documentos que se encuentran diseminados en todas las áreas de la institución. Esto es, relevar en distintas áreas que tipos de documentos se estaban generando, de que manera, si se guardaban en un sistema o no, donde quedaban almacenados y en que formato. Así también fue necesario diseñar un estándar de documento, que abarque el concepto general de documento, y que contemple aquellos datos comunes a todos los documentos. Por ende, también construir una aplicación que permita gestionar de una manera simple estos documentos, que nos permita organizar e integrar la multiplicidad existente en una sola herramienta y bajo una misma forma estructural. Por último, para que esta etapa pueda ser llevada a la práctica, tratándose de una institución pública, deberíamos diseñar una solución que posibilite el acceso sencillo al universo documental a toda la comunidad.

Por todo esto, mientras se avanza con el desarrollo del resto de los módulos del proyecto global, se decidió encarar el desarrollo de los primeros dos módulos, el de gestión principal y el de búsqueda, y una primera etapa de recolección de documentos ya existentes, poniendo el foco en la integración de los mismos bajo una misma estructura, y la relación entre ellos para, además de mejorar el registro, poder también hacer un análisis de la circulación de la información de toda la institución, como así también avanzar en una línea de desarrollo que permita mejorar y lograr la máxima calidad y eficiencia en los workflows necesarios para el funcionamiento de toda la universidad en el futuro. Además, la posibilidad de concentrar toda la información en un mismo sistema nos posibilita detectar una gran cantidad de problemas de redundancia, concordancia y congestión de datos de los distintos circuitos documentales.

## **2.1 El modelo de datos**

En el caso de la estructura de la base de datos primaria donde se almacenan la información, tanto datos como metadatos de los distintos documentos, optamos por diseñar un modelo híbrido en PostgreSQL formando una estructura tradicional relacional, pero además conjugando los beneficios del tipo de dato JSON (disponible a partir de la versión 9.3), para extender las posibilidades en un modelo SQL / NOSQL.

El diseño básico del módulo de gestión documental se reduce a dos tablas, las cuales se complementan con una serie de tablas anexas pero que no viene al caso extendernos en el presente documento en mostrar el diseño de estas. Las dos tablas principales son las de documentos y eventos. En la de documentos se guarda un registro único por cada documento, y los campos de esta corresponden tanto a los campos generales de documentos (es decir campos que contiene cualquier documento más allá de su tipo) como así también los campos particulares, los cuales son extendidos en un campo JSON de acuerdo con su tipo.

id **serial** NOT NULL,  
id\_tipo **int4** NOT NULL,  
titulo **varchar**(4200) NOT NULL,  
fecha **date** NULL,  
atributos **json** NULL,  
palabras\_clave **json** NULL,  
relaciones\_personas **json** NULL,  
relaciones\_documentos **json** NULL,  
archivos\_adjuntos **json** NULL,  
seguimientos **json** NULL,  
origen **jsonb** NULL,  
estado **int4** NULL,  
editable **bit**(1) NULL,  
version **varchar**(5) NULL,  
privado **bool** NULL,  
nro **json** NULL,

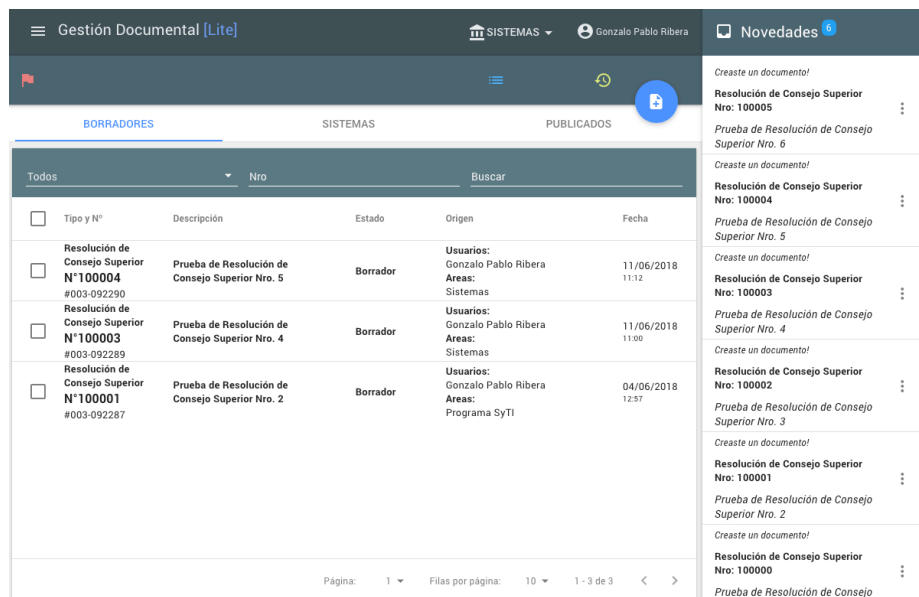
**Tabla 1.** *Documentos*. En esta tabla puede verse el diseño híbrido entre campos convencionales y otros extensibles del tipo JSON. En esta tabla se almacena un único registro por cada documento.

La segunda tabla principal es la de eventos, la misma también sigue el diseño mixto de la de documentos, pero en este caso se guarda un registro por cada evento que sucede en un documento, es decir a cada documento de la tabla documentos le corresponden N registros en la tabla eventos. Los eventos son de distinto tipo y se corresponden con acciones y eventos que ocurren sobre los documentos con el tiempo. Por ejemplo, los eventos pueden ir desde la misma creación o creación por migración del documento, hasta la publicación o cierre del mismo, atravesando en el camino múltiples estados que hacen a la conformación actual de cada documento y a su historia.

id bigserial NOT NULL,  
id\_documento int8 NOT NULL,  
id\_documento\_version int8 NOT NULL,  
tipo\_evento int4 NOT NULL,  
id\_circuito int4 NULL,  
paso float8 NULL,  
origen jsonb NULL,  
destino jsonb NULL,  
tipo\_envio int2 NULL,  
atributos jsonb NULL,  
observaciones text NULL,  
intervencion int4 NULL,  
accion int4 NULL,  
usuario int4 NULL,  
fecha\_registro date NULL,  
hora\_registro time NULL,  
fecha\_envio date NULL,  
hora\_envio time NULL,  
fecha\_recepcion date NULL,  
hora\_recepcion time NULL,  
resultado varchar(255) NULL

**Tabla 2.** *Eventos*. La finalidad de esta tabla es guardar los eventos relacionados con los documentos de la tabla 1. A cada documento le corresponden N eventos.

## 2.1 La interfaz



**Fig. 1.** Vista de la interfaz del sistema.

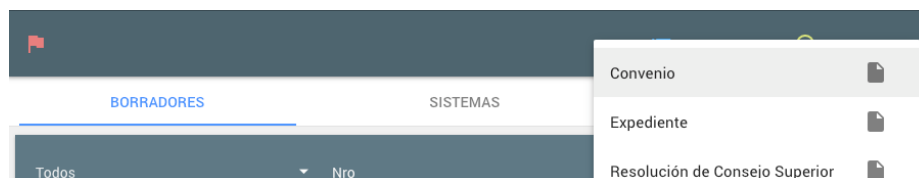
La interfaz, diseñada a partir de distintos componentes de Angular Material, es despojada y sencilla. Todo funciona en base a distintas vistas que son solicitadas a través de las APIs REST. En el extremo superior se encuentran ubicados los datos del Área / Dependencia con la que se encuentra logueado el usuario y en base a la cual está funcionando el resto de las vistas. Todas las vistas varían dependiendo que área está seleccionada aquí, el usuario puede seleccionar el área de acuerdo con su perfil (hay usuarios que tienen una única área y otros pueden tener múltiples).



**Fig. 2.** Header superior con acceso a menú, área e información del usuario logueado



**Fig. 3.** Header secundario con acceso al listado principal, el historial de eventos del usuario logueado y el acceso para crear un nuevo documento.



**Fig. 4.** Si se hace click en el botón circular para crear un nuevo documento, se ven los tipos habilitados dependiendo del perfil logueado.

BORRADORES		SISTEMAS		PUBLICADOS	
Todos		Nro		Buscar	
<input type="checkbox"/>	Tipo y N°	Descripción	Estado	Origen	Fecha
<input type="checkbox"/>	Resolución de Consejo Superior N°100004 #003-092290	Prueba de Resolución de Consejo Superior Nro. 5	Borrador	Usuarios: Gonzalo Pablo Ribera Areas: Sistemas	11/06/2018 11:12
<input type="checkbox"/>	Resolución de Consejo Superior N°100003 #003-092289	Prueba de Resolución de Consejo Superior Nro. 4	Borrador	Usuarios: Gonzalo Pablo Ribera Areas: Sistemas	11/06/2018 11:00
<input type="checkbox"/>	Resolución de Consejo Superior N°100001 #003-092287	Prueba de Resolución de Consejo Superior Nro. 2	Borrador	Usuarios: Gonzalo Pablo Ribera Areas: Programa SyTI	04/06/2018 12:57

Fig. 5. Acceso a las distintas vistas y a los documentos, y barra de búsqueda

📄
Novedades
6

*Creaste un documento!*

**Resolución de Consejo Superior Nro: 100005** ⋮

*Prueba de Resolución de Consejo Superior Nro. 6*

---

*Creaste un documento!*

**Resolución de Consejo Superior Nro: 100004** ⋮

*Prueba de Resolución de Consejo Superior Nro. 5*

---

*Creaste un documento!*

**Resolución de Consejo Superior Nro: 100003** ⋮

*Prueba de Resolución de Consejo Superior Nro. 3*

Fig. 6. Panel de novedades que refleja todo el tiempo las novedades del área y los documentos relacionados con el usuario logueado.

## 2.2 El documento general

El documento general es aquel que solo contiene los campos generales de todo documento, más allá de su tipo. Luego, dependiendo del tipo puede contener una serie de campos que extienden su contenido parametrizado, en formato clave : valor que son almacenados de forma dinámica en los campos JSON de la tabla de documentos. Los campos generales son:

- Usuario de creación
- Área de origen
- Tipo de documento
- Estado
- Número de documento
- Fecha del documento
- Título
- Contenido / Texto del documento
- Palabras clave
- Personas y entidades relacionadas con el documento
- Documentos relacionados
- Archivos Adjuntos
- Notas

Nuevo documento

Datos generales

Usuario de alta \*  
gonzalo.ribera@gmail.com

Área de origen \*  
Sistemas

Tipo \*  
Resolución de Consejo Superior

Estado \*  
▼

Número:

?

Fecha:

Título \*

Resoluciones de consejo superior

Contenido del documento

<> H1 H2 H3 H4 H5 H6 P PRE ¶ 📄 🔗 📄 PALABRAS: 1 CARACTERES:

↶ ↷ **B** *I* U ☰ ☷ ☱ ☲ ☳ ☴ ☵ ☶ ☷ ✂

Palabras clave

Personas y Entidades vinculadas (Agregue la persona o la entidad a relacionar a la lista) +

Buscar personas existentes (Mín. 4 caracteres)
 

<input type="checkbox"/>	Relación	DNI/CUIT/CUIL	Persona / Entidad
Sin personas relacionadas			

Documentos relacionados (Agregue el documento a relacionar a la lista)

Documento relacionado (Mín. 4 caracteres)
 

<input type="checkbox"/>	Relación	Tipo	N°	Título	Fojas Desde	Fojas Hasta
Sin documentos relacionados						

Archivos Adjuntos (Agregue el archivo a relacionar a la lista) +

<input type="checkbox"/>	Nombre	Tipo	Peso / Tamaño	Fecha creación	Documento principal
Sin archivos					

Notas ≡

<input type="checkbox"/>	Tipo	Detalle de nota	Fecha recordatorio	Fecha creación	Usuario	Opciones
Sin notas						

**Fig. 7.** Vista del formulario de documento general.

Más allá de los campos comunes donde se guarda texto, como título o contenido, queremos resaltar los campos de relación (con personas o documentos) y los archivos anexos y notas. Estos campos extienden la funcionalidad de un simple documento y nos da la posibilidad de crear *matrices documentales*. En el caso de las relaciones con personas, se relaciona el documento con N personas, las cuales son

seleccionadas de nuestra base unificada de personas y a cada una se le asigna el rol que cumple la persona o entidad en ese documento. Por ejemplo, una persona puede cumplir el rol de contratado en una resolución, pero a su vez puede cumplir el rol de becario en un proyecto de servicio. En el caso de las relaciones con documentos, de la misma manera se selecciona un documento que ya está creado dentro del sistema, y se lo vincula con el documento que se está completando, de acuerdo con una acción. Estas acciones pueden ser modifica a, rectifica a, elimina a, vinculado con, tramitado en, etc. De esta manera en el documento que se está cargando (por ejemplo, una resolución) se puede decir que está “contenida en” X expediente o que “modifica a” otra resolución.

En el caso de los campos de Anexos y Notas, cabe mencionar que los anexos son archivos que se suben desde la interfaz, pero quedan guardados en Nuxeo, donde son cargados a través de nuestra API que utiliza el estándar CMIS para la creación y gestión de documentos dentro del ECM. De estos archivos uno puede ser marcado como archivo principal, en el caso en que el archivo represente al mismo documento, para el caso de las migraciones que se hacen de documentos ya existentes en formato PDF. Caso contrario, el documento final se imprimirá automáticamente en formato PDF ante cada cambio de estado, y aquí podrá verse la última versión. Por último, en el campo “Notas” pueden agregarse notas y recordatorios de seguimiento, los cuales no formarán parte del cuerpo del documento, sino que sirve a manera de seguimiento para el equipo de trabajo que intervendrá en los distintos eventos del documento.

## **2.2 Las vistas y la versión lite**

Cómo ya se mencionó anteriormente, la versión lite se ideó con la finalidad de llevar adelante una primera etapa de migración y data scraping de documentos dispersos en sistemas y carpetas de distinto tipo por toda la institución. Por lo que, en vistas de esto, y que el módulo de workflows aún está en pleno desarrollo, se optó por hacer una versión “lite” del módulo principal con algunas características reducidas. El elemento más significativo de esta versión es la reducción de los estados posibles de los documentos, que a su vez son los mismos que reflejan las “vistas” de la interfaz. Estos estados para esta versión son tres: “borrador”, “iniciado” y “publicado”.

El primero de ellos, borrador, implica que el documento se verá únicamente desde la interfaz ingresando a la primera solapa “Borradores” y solo lo verá o bien quien lo haya creado, o quien lo haya llevado a ese estado. Una vez que el documento es pasado al segundo estado “Iniciado”, el mismo pasa a ser visible en la segunda solapa, y puede verlo y editarlo cualquier usuario que pertenezca a la misma área donde fue iniciado. Por último, el documento puede ser publicado y eso significa que tomará estado público, y el mismo será accesible o bien desde la tercera solapa en la versión GD lite, o bien desde el módulo de publicación, que veremos en el punto 3.

Este esquema nos permite que los usuarios comiencen a interactuar con el sistema de una manera sencilla, con un circuito único y común a todos que solo tiene como finalidad la de integrar toda la documentación en un esquema común a todas las áreas y accesible. Además, nos permite trabajar y concentrarnos en el modo en que los datos son recolectados y migrados a la nueva forma.

## **3 Módulo de Publicación Documental (MPD)**

Los documentos que son elevados en el módulo GD lite hasta el estado de publicado, pasan a ser visibles, no solo en la tercera vista donde se ven todos los documentos publicados de las distintas áreas, sino también en el Módulo de Publicación Documental o MPD, el cual es un módulo independiente al cual accede cualquier usuario que posea una cuenta en nuestro campus virtual y centro de servicios digitales. Es decir, que no solo pueden ingresar solo los trabajadores *nodocentes* que interactúan con los documentos, sino que también acceden a toda la información disponible estudiantes, docentes, autoridades y cualquier miembro de la comunidad UNGS.

El hecho de haber diseñado un módulo independiente de la interfaz nos brinda la posibilidad de mantener la autonomía en cada caso, tanto a nivel de código y de componentes, cómo también a nivel de procesos en el servidor. Al estar corriendo las aplicaciones en diferentes puertos pueden manejarse distintos esquemas de seguridad, más estrictos o más permisivos dependiendo el caso de cada módulo. También tiene sus ventajas a nivel de logs y de procesamiento en el servidor. Si bien por el momento ambas aplicaciones comparten el mismo servidor las mismas podrían ser instaladas en entornos completamente diferentes.

### 3.1 La interfaz

La interfaz del MPD sigue en la línea de los componentes de Angular Material, y apuntamos a que sea lo más sencilla posible, ya que aquí lo relevante y en lo que se ha marcado la prioridad desde el principio es en como hacer la información accesible de manera sencilla.

En la barra superior solo se accede al menú contextual, en este caso de los accesos a todas las herramientas del campus virtual. Debajo de esta se ubica la barra de búsqueda, donde se puede filtrar sobre el total de documentos publicados tanto por texto, en los distintos campos de texto que contiene el documento, como así también por tipo y número de documento. En el listado, aparecen por defecto todos los documentos ordenados por fecha en sentido cronológico de menor a mayor, y el mismo además posee un scroll infinito que nos irá mostrando todos los documentos a medida que se avance hacia el fondo del listado. La lista contiene los datos principales como tipo de documento, número, fecha, relaciones con otros documentos y título. Al final se ven iconos para la vista ampliada y si lo hubiera, un link para descargar el documento anexo principal (en PDF). (Fig 8).



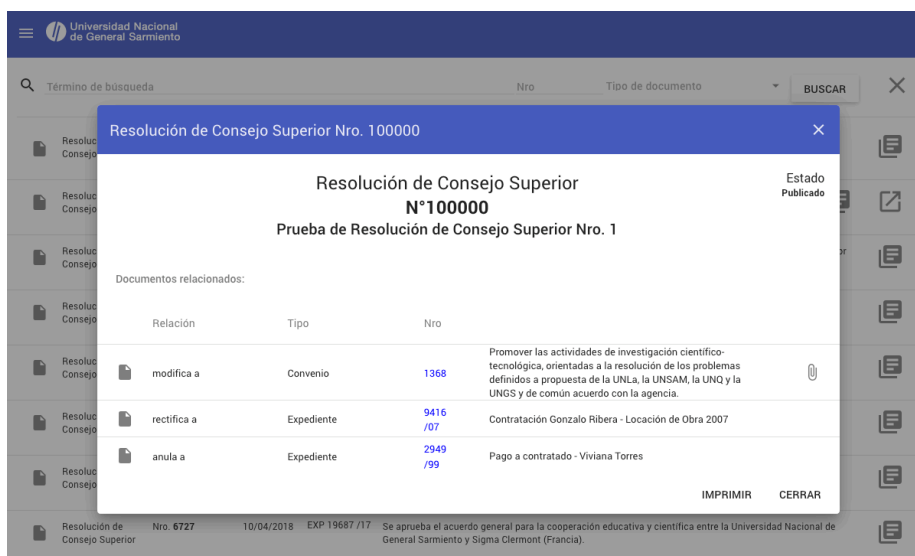
Actas TICAL2018  
Octava Conferencia de Directores de Tecnología de Información  
Transformación Digital en Instituciones de Educación Superior, Ciencia y Cultura  
Cartagena de Indias, Colombia, 3 - 5 de septiembre de 2018

Universidad Nacional de General Sarmiento		Término de búsqueda		Nro	Tipo de documento	BUSCAR	X
Resolución de Consejo Superior	Nro. 100002	20/06/2018	Prueba de Resolución de Consejo Superior Nro. 3				
Resolución de Consejo Superior	Nro. 100000	11/06/2018	CONV 1368 /13 EXP 9416 /07 EXP 2949 /99 Prueba de Resolución de Consejo Superior Nro. 1				
Resolución de Consejo Superior	Nro. 100008	04/06/2018	EXP 7117 /04 EXP 2949 /99 Prueba de Resolución de Consejo Superior Nro. 9				
Resolución de Consejo Superior	Nro. 6736	10/04/2018	EXP 2480 /98 Se acepta la renuncia de Julián López Borge, a partir del 21 de marzo de 2018, al cargo de Consejero Superior titular por el claustro de Estudiantes del Instituto del Desarrollo Humano.				
Resolución de Consejo Superior	Nro. 6742	10/04/2018	EXP 18689 /16 EXP 19718 /17 Se acreditan proyectos de investigación del Instituto de Industria.				
Resolución de Consejo Superior	Nro. 6743	10/04/2018	EXP 16862 /14 EXP 17896 /15 Se acreditan proyectos de investigación del Instituto del Desarrollo .				
Resolución de Consejo Superior	Nro. 6741	10/04/2018	EXP 19691 /17 Se acredita un proyecto de investigación del Instituto del Conurbano.				

Fig. 8. Interfaz del buscador MPD.

Universidad Nacional de General Sarmiento		Término de búsqueda		Nro	Tipo de documento	BUSCAR	X
Resolución de Consejo Superior	Nro. 6702	21/03/2018	EXP 20344 /18 Se designa como miembros de la Junta Electoral a Hernán Villalonga Kinch, en carácter de Presidente; a Emiliana Tomasello en carácter de Asesora Legal, a Héctor Formento como miembro titular y a <b>Juan Carlos Serra</b> y Eleonora Dell' Elicine como miembros suplentes del claustro de investigadores docentes profesores; a Daiana Díaz como miembro titular y a Ernesto Cirulies y Maximiliano Véliz como miembros suplentes del claustro de investigadores docentes asistentes; a Ariel Todaro como miembro titular y a Denise Vignolo y Mariana Cornara como miembros suplentes del claustro no docente; a José Hauzer como miembro titular y a Ezequiel Tomás Luchetta y Daniela Roxana Bartoletti como miembros suplentes del claustro de estudiantes; a Valeria Carolina Martínez como miembro titular y a Lucas Adrián Marcelo Tijonchuk y Roxana Verónica Maziel como miembros suplentes del claustro de graduados				
Resolución de Consejo Superior	Nro. 6527	17/11/2017	EXP 19921 /17 "Se designan, como miembros titulares del jurado para la cobertura de 9 (nueve) cargos de Profesional de Equipo de Orientación (denominación según CCT) de 30 horas reloj semanales en el campo disciplinar de Acompañamiento a las trayectorias escolares de los estudiantes a Karina Benchimol, Bárbara Brisciolli, Carolina Scavino, como miembros suplentes a Graciela Soler, María Ana Monzani, <b>Juan Carlos Serra</b> y como veedores a Arnaldo Ludueña como veedor titular y Lucas Catalano como suplente."				
Resolución de Consejo Superior	Nro. 5185	14/07/2014	EXP 16356 /14 Se aprueba el llamado a concurso de antecedentes y oposición para proveer con carácter efectivo un puesto de investigador docente, asistente principal, nivel D1, grado 4, dedicación semieclusiva, para el área "La Economía: problemas del campo disciplinar y de su enseñanza", del Instituto del Desarrollo Humano. Se designa como miembros titulares del jurado para el concurso de referencia a María Paula González, Ricardo César Aronskind y Marcelo Norberto Rougier y como miembros suplentes a Sonia Beatriz Roitler, <b>Juan Carlos Serra</b> y Damían Pierbattisti. Se designa como veedores del concurso de referencia a Mariano Treacy como titular y Martín Rodríguez Miglio como suplente y como veedores estudiantes a Claudia Carolina Acosta como titular y Natalia Soledad Camargo Salvatierra como suplente.				
Resolución de Consejo Superior	Nro. 4973	29/11/2013	EXP 14546 /12 Se designa por concurso de antecedentes y oposición, del 1º de diciembre de 2013 al 30 de noviembre de 2019, a <b>Juan Carlos Serra</b> (DNI N°20.317.503) en un puesto de investigador docente, profesor adjunto, nivel C, grado 7, categoría 14, dedicación exclusiva, en el área "Educación" del Instituto del Desarrollo Humano				

Fig. 9. Cuando se busca un término la interfaz muestra los resultados y resalta en amarillo el lugar donde se ubicó el fragmento buscado.



**Fig. 10.** Vista ampliada: pueden verse todos los campos del documento en su totalidad, como también los documentos relacionados y hacer una vista o descarga inmediata de los mismos. También es posible imprimir y / o generar un .pdf del documento.

#### 4 Estado Actual

Luego de una prueba piloto de algunos meses con el Área de Secretaría General, donde se han migrado a GD Lite los documentos provenientes del sistema de “Convenios” al tipo documental “Convenio”, se pasó a seguir con la migración y puesta en línea dentro de este sistema los siguientes tipos de documento:

- Convenios
- Resoluciones de Consejo Superior
- Resoluciones de Asamblea
- Resoluciones de Consejo de Instituto
- Proyectos de Servicios con la Comunidad
- Ofertas Formativas
- Declaraciones
- Auspicios

Y además se hicieron migraciones de datos mínimos de Expedientes y Proyectos de Investigación entre otros, para mantener la concordancia de las relaciones documentales, aunque aún esos tipos no sean gestionados en su totalidad por el sistema. Los datos de estos documentos provisorios se actualizan periódicamente mediante scripts automatizados para mantener actualizada la información entre las distintas bases.

Todos estos tipos ya son administrados por las áreas pertinentes y accesibles en el caso de los documentos públicos mediante el MPD.

## **5 Próximos pasos**

Se seguirá avanzando con el desarrollo del resto de los módulos como Workflows y Timeline, mientras en paralelo se continúa con el proceso de data scraping de todas las áreas. Una vez que el módulo de Workflows sea puesto en línea, comenzarán a diseñarse los distintos circuitos de cada tipo de documento, lo que dará como resultado una gestión integral de trámites.

También se avanzará en la integración de firma electrónica simple y avanzada en todos los módulos, para hacer posible la firma en formato estrictamente digital y así ir logrando la despapelización real. Además de la firma también se está avanzando en la creación de una red de Blockchain a nivel nacional, donde el Proyecto de Gestión Documental pasaría a formar parte de esta para validar la integridad de la generación documental a través de la misma.

Por último, viene también un trabajo de integración de GD lite en nuestras plataformas de servicios, con herramientas como alertas y notificaciones para los usuarios involucrados en los documentos, todo a través del Campus Virtual UNGS y “Activa UNGS”, nuestra primera app mobile.

## **Agradecimientos**

Agradecemos a las gestiones de Eduardo Rinesi y Gabriela Diker, ya que sin vuestra humana paciencia y acompañamiento este proyecto hubiera sido imposible.

## Emisión de certificados académicos con el uso de las TI

Ruth Alvarez Mosquera<sup>a</sup>, Marcos Mendoza Velez<sup>b</sup>, Kléber Baño Herrera<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral,  
Gerencia de Tecnología y Sistemas de Información,  
Campus Gustavo Galindo, Km 30 vía perimetral,  
Guayaquil, Ecuador  
[ralvarez@espol.edu.ec](mailto:ralvarez@espol.edu.ec) [kbano@espol.edu.ec](mailto:kbano@espol.edu.ec)

<sup>b</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral,  
Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas,  
Campus Gustavo Galindo, Km 30 vía perimetral,  
Guayaquil, Ecuador  
[mmendoza@espol.edu.ec](mailto:mmendoza@espol.edu.ec)

**Resumen.** La ESPOL ha venido aplicando como estrategia institucional, la optimización de sus procesos mediante el aprovechamiento de la tecnología disponible y es así, como la emisión de los certificados académicos para sus estudiantes, es uno de los múltiples servicios, que ha sido optimizado con apoyo de las tecnologías de información.

Hasta el año 2002, la emisión de los Certificados Académicos, tales como, certificados de materias aprobadas con sus respectivas calificaciones, certificados de conducta, certificado de estar registrado en el año y término académico que transcurre, entre otros, era un proceso manual, con el uso intensivo de recursos humanos y de las limitaciones que estos acarrear.

A partir del año 2003, la ESPOL puso a disposición de sus estudiantes los quioscos electrónicos. Estos quioscos electrónicos han sido de gran utilidad durante todos estos años, ya que han descongestionado las actividades del departamento emisor de los certificados académicos, trasladando esta actividad operativa a un sistema automático de impresión.

A medida que la tecnología avanza y ofrece otras formas de comunicarse e integrarse, las aplicaciones informáticas deben actualizarse y hacer uso de esas nuevas tecnologías, de tal manera que los servicios no caigan en la obsolescencia ni dejen de brindar la utilidad para lo que fueron desarrollados.

Y es así como en el año 2016, la ESPOL, puso a disposición de la comunidad politécnica, la emisión de los certificados digitales, eliminando las limitaciones de acceso y horarios que proporcionaban los quioscos electrónicos, volviendo más eficiente este servicio.

**Palabra Clave:** certificados digitales, quioscos electrónicos, automatización de procesos, aplicaciones informáticas.

**Eje temático:** Mejora de procesos

## 1 Introducción

La tecnología ha cambiado la forma en que vivimos, trabajamos y nos comunicamos, de hecho, han permitido mejorar o renovar el negocio. Erik Brynjolfsson y Lorin M. Hitt, (2000), afirmaron que "las computadoras han tenido un impacto en el crecimiento económico que es desproporcionadamente grande en comparación con su participación de capital o inversión, y es probable que este impacto crezca más en los próximos años" [1]. Su trabajo se basa en dos argumentos, uno de ellos es la importancia otorgada a las inversiones en tecnología de la información como complemento de los procesos y el trabajo en una organización, y el otro es que estas inversiones transforman a las empresas en organizaciones más productivas y eficientes. Hoy en día, la tecnología de la información es ampliamente utilizada en empresas públicas y privadas para mejorar sus procesos y proporcionar servicios eficientes, y en la última década, se ha visto cómo las empresas han aumentado sus servicios en línea, a través de diferentes medios electrónicos.

La Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, es una Institución ecuatoriana de educación superior, localizada en la ciudad de Guayaquil, país Ecuador, desde el año 1958, cuyo presupuesto está financiado en su mayor porcentaje, por los fondos que recibe del Estado Ecuatoriano. Cuenta con 7 Facultades, 1 Escuela de Negocios y 1 Escuela de Diseño, las cuales ofrecen 33 carreras de grado técnicas y humanísticas, 18 programas de posgrados y 2 doctorados. Cuenta con aproximadamente 10.000 estudiantes de grado y alrededor de 2000 estudiantes de postgrado.

La ESPOL, ha mantenido como estrategia institucional desde hace muchos años, la optimización de sus procesos apoyándose en las tecnologías de información, estrategia que le ha permitido innovar en varios servicios, enfocados principalmente a la atención de sus estudiantes, de tal manera que encuentren en la automatización de procesos, una forma ágil y eficiente de gestión.

La gestión académica está bajo la administración de una unidad denominada actualmente como Secretaría Técnica Académica (STA), quien define todas las directrices, acorde a los reglamentos internos y a la Ley de Educación Superior.

La ESPOL cuenta con un sistema informático de desarrollo propio para la gestión académica. Este sistema informático, a lo largo de los años, ha venido automatizando una serie de procesos, que ha llevado a que los estudiantes interactúen con esta plataforma informática desde que son aspirantes hasta su proceso de graduación. Uno de estos procesos, es la emisión de certificados para los estudiantes.

Hasta el año 2003 la emisión de certificados, era un proceso netamente manual, basado en la información académica que se almacenaba en el sistema informático. Los estudiantes que requerían un certificado, debían elaborar una solicitud de acuerdo a los formatos pre-establecidos y entregar el documento físico en la Secretaría Técnica Académica. Si el certificado tenía costo, este debía ser cancelado previamente en la Tesorería de ESPOL y el recibo de pago debía ser adjuntado a la solicitud. Una vez entregada la solicitud, el estudiante debía esperar entre 3 y 7 días para retirar el mismo. El tiempo de espera dependía del volumen de certificados que debían emitirse, de la agilidad de quien emitía el certificado y de la disponibilidad de quien firmaba el certificado.

A partir del año 2003, el Centro de Tecnologías de Información de la ESPOL, desarrolló un proyecto para la elaboración de un quiosco electrónico, denominado Polimático, que permitía a los estudiantes obtener en pocos segundos los certificados impresos.

El Polimático cumplió su objetivo principal, que fue el de optimizar el proceso de emisión de certificados académicos para los estudiantes, a través del uso de la tecnología.

A partir del año 2016, la emisión de los certificados se la realiza en formato digital, a través de un requerimiento en línea, que facilita realizar este trámite independiente del momento y lugar, sin necesidad de ajustarse a horarios de administración u oficina.

## 2 La emisión de certificados con el uso del Polimático.

El Polimático consiste en un mueble de madera, en el que internamente se encuentran integrados un CPU compacto, un monitor touchscreen, una impresora con una sola bandeja alimentadora papel tamaño A4, un receptor de monedas de 1 dólar, 50, 25, 10 y 5 centavos de dólar y un lector de billetes de 5, 10 y 20 dólares. El software fue desarrollado en MS Visual Basic Versión 6, del cual se aprovechaba ciertas librerías que permitían interactuar con los dispositivos complementarios.

El papel en el cual se imprimen los certificados, es un papel de seguridad, con marcas de agua, con un formato pre-impreso y numerado. Este formulario, es firmado manualmente por el Director de la Secretaría Técnica Académica, antes de ser utilizado en el polimático.



**Fig. 14. Polimático primera versión**



**Fig. 15. Polimáticos últimas versiones**

El estudiante ingresa al Polimático digitando el usuario y la contraseña de su cuenta institucional. Una vez que se autentican sus credenciales, el estudiante puede seleccionar uno de los diferentes tipos de certificados que se presentan, si el mismo tiene costo, el estudiante cancela el valor en el mismo Polimático. Si valor del certificado es menor al valor recibido, el Polimático devuelve el excedente en monedas, a través del dispensador de cambio.

Al finalizar el día, se emite un reporte de las transacciones realizadas, que permite realizar un cuadro entre los certificados emitidos versus los valores recaudados.

Durante todos estos años, se construyeron algunas versiones de los polimáticos, a los cuales se les iba añadiendo mejoras, tanto en los componentes internos como en el diseño del mueble y en la incorporación de seguridades. Además, producto de nuevos requerimientos, se incorporó la emisión de nuevos certificados.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
 SECRETARÍA TÉCNICA ACADÉMICA - S.T.A.  
 SERVICIO DE CERTIFICADOS AUTOMATIZADOS N° 220961

**CERTIFICADO DE CALIFICACIONES DE MATERIAS APROBADAS POR CARRERA**

La Secretaría Técnica Académica de la ESPOL, basados en la información que consta en el Sistema Académico de la Institución, a la fecha certifica que:

Con identificación No. \_\_\_\_\_ y matrícula No. \_\_\_\_\_, graduado de la carrera de **Ingeniería en Ciencias Computacionales Orientación Sistemas Multimedia**, consta con las siguientes calificaciones:

AÑO	TERM.	COD.	MATERIA	CREDITOS TEÓRICOS	CREDITOS PRÁCTICOS	SUMA CREDITOS	VALOR CALIFIC.	NOTA FINAL	VO
2011	1	FIC00180	INTERACCIÓN HOMBRE MÁQUINA	4	0	4	9.25	1	
2011	1	FIC00181	ORGANIZACIÓN Y ARQUITECTURA DE COMPUTADORES	4	0	4	8.55	1	
2011	2	ICM00241	EMPRENDEMIENTO E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA	4	0	4	7.25	1	
2011	2	ICM00201	FOTOGRAFÍA	3	0	3	10.00	1	
2011	2	FIC00183	INGENIERÍA DE SOFTWARE II	5	0	5	8.45	1	
2011	2	FIC00188	SISTEMAS DE INFORMACIÓN	4	0	4	7.45	1	
2011	2	FIC00189	SISTEMAS CREATIVOS	4	0	4	7.85	1	
2012	1	FIC00182	APLICACIONES MULTIMEDIA INTERACTIVAS	4	0	4	8.45	1	
2012	1	FIC00184	FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS INFORMÁTICOS	4	0	4	7.80	1	
2012	1	FIC00179	FUNDAMENTOS DE FÍSICA	4	0	4	9.10	1	
2012	1	FIC00185	SISTEMAS DE BASES DE DATOS II	4	0	4	9.30	1	
2012	1	FIC00187	SISTEMAS DIGITALES II	4	0	4	8.05	1	

Nro. de Materias Aprobadas: 12

TOTAL DE CRÉDITOS TEÓRICOS APROBADOS: 217.00  
 TOTAL DE CRÉDITOS PRÁCTICOS APROBADOS: 14.00  
 TOTAL DE CRÉDITOS APROBADOS POR PARÁNTESIS: 49.00  
 TOTAL DE CRÉDITOS APROBADOS POR MODALIDAD DE GRADUACIÓN: 25.00  
 TOTAL DE CRÉDITOS: 294.00

MODALIDAD DE GRADUACIÓN: PRÁCTICA COMUNITARIA  
 TEMA DEL TRABAJO DE TELEALICACIÓN, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB INTERACTIVA PARA DEMONSTRACION, REGISTRO DE VOLUNTARIOS, CAMPANAS Y PUBLICACIONES EN EL BANCO DE ALIMENTOS BIAGNIA DE GUAYAQUIL

CALIFICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: 10.00  
 FECHA DE GRADUACIÓN: 27 Noviembre 2011

**Fig. 16 Certificado emitido por el Polimático**

A partir del año 2013, se utilizó un Polimático, para mejorar el proceso de solicitudes. Los estudiantes continuamente realizaban solicitudes a la Secretaría Técnica Académica, respecto a cambios de carrera, copias certificadas de títulos, copia certificada de los contenidos de los programas de estudio, entre otras. Este proceso consistía en adquirir un formulario llamado “especie valorada”, llenar el formulario con la información que el estudiante requería, y luego esperar el resultado después de varios días. Para retirar lo solicitado, se le comunicaba al estudiante vía correo electrónico el estado de aprobación o rechazo de su solicitud y el costo que debía cancelar para que lo solicitado se haga efectivo.

Con el uso del Polimático se estandarizaron los formularios de las solicitudes. El estudiante, una vez ingresadas las credenciales, cancela el valor del formulario, selecciona el tipo de solicitud y la imprime. Dependiendo del tipo de solicitud, el Polimático solicita el ingreso de datos adicionales para completar la misma.

La incorporación de este nuevo servicio facilitó el trabajo al personal que atendía las solicitudes, contando con formularios estandarizados e impresos.

Si bien el Polimático resolvió un proceso de alto impacto en la comunidad estudiantil de la ESPOL, el mismo conllevó problemas de índole operativo, que entre los más comunes podemos mencionar el atasco de papel en la impresora, monedas o billetes no reconocidos o atascados, faltantes o sobrantes de dinero al momento del

cuadre de caja, daño de alguno de los componentes, etc. Todo esto requería contar con una persona destinada a atender estos problemas, que en épocas donde el volumen de emisión de certificados era alto, esto representaba un tiempo alto de dedicación. También hay que mencionar que el Director de la Secretaría Técnica Académica destinaba tiempo dentro de sus funciones, para firmar los formularios en los cuales se imprimían los certificados.

Por otro lado, para mantener la integridad del Polimático, el mismo está ubicado en un lugar donde existe un custodio, y a esta ubicación, los estudiantes tienen acceso en un horario laboral, lo que limita el uso del mismo a quienes ya no frecuentan el campus politécnico.

### **3 Los nuevos certificados digitales.**

Con el fin de resolver los problemas de operatividad del Polimático y tomando en consideración que se emiten alrededor de 6000 certificados académicos anuales, se propuso la idea de migrar el proceso de emisión de certificados impresos a un proceso de certificados digitales, incluyendo la factibilidad de hacer el pago en línea, de tal manera que la emisión de certificados no se vea limitada y el proceso pueda ejecutarse en un horario 24 horas al día los 7 días de la semana, desde cualquier lugar. Para su implementación, se analizó la necesidad de contar con un portal de emisión de los certificados y un portal de validación. En el portal de certificados, se recibirían las solicitudes para emitir el certificado y en el portal de validación, se permitiría verificar la autenticidad de la información, constatando que el contenido del certificado es veraz y que no ha sido alterado.

Para la emisión del certificado, el requirente se identifica en el sistema, con el usuario y contraseña de ESPOL, y selecciona el certificado requerido, de una lista de certificados disponibles. Además, puede escoger, el idioma (español/inglés) y el número de copias.

Si el certificado tiene un costo, el sistema le indica al usuario, que se generará una deuda en el sistema, con un plazo de 48 horas para cancelar. Si vencido el plazo, el usuario no realiza el pago, la solicitud se anula. El costo puede ser cancelado directamente en la tesorería de ESPOL o en la Institución financiera con quien la ESPOL tiene un convenio para aceptar pagos a través de medios electrónicos o en ventanilla. La cancelación del valor, habilita la disponibilidad inmediata del certificado en el sistema.

Si el certificado no tiene costo, inmediatamente se genera y se visualiza el certificado.

El certificado como tal, es un formulario generado en formato .PDF, que tiene un código de barra en donde se guarda el número de la solicitud y un código QR que contiene la dirección electrónica (URL) del sitio de validación del certificado.

Los certificados tienen una fecha de validez dependiendo de su tipo. Una vez expirada, la información ya no es presentada en el portal de validación, solo se informa los nombres del solicitante, la fecha de emisión y de expiración del certificado.

Por otro lado, si durante el periodo de validez del certificado, la información del estudiante llegara a sufrir algún cambio, automáticamente la fecha de validez es actualizada en el momento en que se realizó el cambio, eso significa que el certificado expiró en ese momento, debido a cambios en la información.





Portal de  
Gestión de Certificados

Nombres Apellidos

CERTIFICADOS SOLICITUDES

CERTIFICADOS ⓘ

**Certificados en Línea**

A continuación encontrará el estado de sus certificados:

CERTIFICADO	TIPO	VALOR	IDIOMA	FECHA	ESTADO	ACCIONES
000024893	MATERIAS APROBADAS	2.00	Español	23/04/2018 11:17:38	Por retirar	Generar
000001102	CONDUCTA	0.00	Español	24/02/2016 15:37:34	Entregado	Descargar
000001101	MATERIAS APROBADAS	0.00	Español	24/02/2016 15:37:24	Entregado	Descargar

Escuela Superior Politécnica del Litoral - Campus Gustavo Galindo - Guayaquil - Ecuador  
© El contenido de esta obra es de propiedad intelectual de la ESPOL. Todos los derechos reservados. Prohibida su reproducción total o parcial, comunicación pública o distribución sin autorización previa del titular de los derechos

**Fig. 17. Portal para la emisión de certificados**





**Fig. 20. Portal de validación de los certificados**

Este mismo concepto lo hemos implantado en otras unidades de la Institución, tales como, el decanato de investigación, quienes emiten certificados de los proyectos de investigación realizados por sus investigadores y en la Unidad de Administración del Talento Humano, quien certifica el cargo, la remuneración y el tiempo de labor de sus empleados, en la Institución.

Adicional a la emisión de certificados, se implementó también la generación de las solicitudes, a través del mismo portal, dejando a un lado las solicitudes impresas en el Polimático. Al momento, los estudiantes pueden generar en línea, las solicitudes para copias certificadas de títulos, copias certificadas de los programas de estudios, autorizaciones para cambios de carrera, entre otras. Los estudiantes pueden hacer seguimiento del estado de su solicitud en el mismo portal.

Las solicitudes ingresadas por los estudiantes son procesadas por el Secretaría Técnica Académica, ya que producto de estas solicitudes en su mayoría es requerido en un documento físico.

Para las solicitudes de cambios de carrera, al momento de hacer la solicitud, el sistema le presenta las materias que serán acreditadas, homologadas y/o convalidadas en su nueva carrera de tal manera que el estudiante puede aceptar o no emitir la solicitud.

En relación al costo se sigue el mismo esquema que en los certificados. El procesamiento de las solicitudes se inicia una vez que el costo se haya cancelado.

#### **4 Implementación técnica de los certificados electrónicos y solicitudes**

La implementación tanto de los certificados como de las solicitudes, está basada en una aplicación web, desarrollada en Visual C# .Net sobre una base de datos IBM DB2.

Para generar archivos en formato PDF, se utiliza la librería iTextSharp instalada desde el repositorio de paquetes NuGet.

La información contenida en los certificados se recopila en formato XML y se almacena en la base de datos, de esta manera se puede generar el archivo en formato PDF, mientras el certificado está vigente.

En la base de datos también se almacena el valor HASH, que se obtiene como resultado de ejecutar el algoritmo de encriptación SHA1 sobre los datos XML del certificado, de esta manera se garantiza la integridad de la información.

La aplicación web cuenta con 2 mecanismos para consultar la validez y vigencia de los certificados generados por el sistema, la una es a través del sitio web, digitando el identificador del certificado y la otra es escaneando el código QR.

Ambos mecanismos mostrarán el certificado si éste es válido y está vigente, si el certificado ya no está vigente mostrará un detalle con los datos principales del certificado generado y la razón por la que ya no está vigente.

## 5 Conclusiones

La ESPOL ha entrado en una etapa de administración sin papeles, de tal manera, que periódicamente se implementan nuevos procesos haciendo uso de las TI, que minimicen el uso del papel.

La implementación de los certificados digitales y la generación de solicitudes en línea, son procesos significativos que han cambiado el uso del papel por el uso de documentos digitales, reduciendo significativamente el costo y el tiempo, tanto para quien lo gestiona como para quien lo solicita, además de la seguridad e integridad de la información, que representan los certificados digitales versus la impresión en papel, evitando en los mismos la alteración o manipulación de la información.

Este nuevo servicio ha motivado que se realicen nuevas implementaciones en línea, que permitan realizar las actividades de una forma cada vez más eficiente y rentable.

## 6 Bibliografía

- [1] E. Brynjolfsson y L. M. Hitt, «Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance,» *Journal of Economic Perspectives Vol 14*, pp. 23-48, 2000.

## Experiencia de despapelización en la Universidad Nacional de Córdoba

Miguel Montes, Daniel Bollo

Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina  
[miguel.montes@unc.edu.ar](mailto:miguel.montes@unc.edu.ar), [dbollo@unc.edu.ar](mailto:dbollo@unc.edu.ar)

**Resumen.** Este trabajo describe la experiencia del proyecto de despapelización de una universidad pública argentina, la Universidad Nacional de Córdoba. Nuestra universidad, como la mayoría de las universidades públicas de nuestro país, se rige por la reglamentación de procedimientos administrativos de la Administración Pública Nacional, y como tal depende fuertemente de documentos en papel, pero se encuentra embarcada en un proceso de despapelización con el objetivo de mejorar la eficiencia y transparencia de la gestión. Describiremos la estructura organizativa de la universidad, el marco normativo que la regula, las motivaciones para emprender un proyecto de este tipo, la solución tecnológica elegida y las lecciones aprendidas de este proceso.

**Palabras Clave:** Despapelización, Mejora de Procesos, Procedimientos Administrativos..

**Eje temático:** Mejora de Procesos.

### 1 Introducción

La Universidad Nacional de Córdoba es una universidad pública argentina. Como tal, es un organismo autónomo, que dicta sus propios estatutos y normas de gobierno. Esta capacidad se deriva de la autonomía universitaria que en la República Argentina tiene rango constitucional desde la reforma de la Constitución del año 1994 [1].

Tiene más de 115.000 estudiantes, casi 10.000 cargos docentes (aproximadamente 1300 con dedicación exclusiva y el resto con dedicación parcial) y más de 3.000 no docentes, de los cuales aproximadamente 1.000 cumplen tareas administrativas [2].

#### 1.1 Estructura Organizativa

La universidad está conformada por quince facultades, cada una de ellas gobernada por un Consejo Directivo y un Decano [3]. La reunión de todos los consejos directivos constituye la Asamblea Universitaria, que es la máxima autoridad de la universidad, pero que solo se reúne por convocatoria expresa.

El gobierno cotidiano es ejercido por el Consejo Superior y el Rector. El Consejo Superior está conformado por el Rector, los Decanos, y representantes de todos los

claustros: docentes, no docentes, egresados y estudiantes. Todas las autoridades son elegidas por los miembros de la comunidad universitaria mediante elección directa.

El Rector cuenta con un gabinete rectoral, formado por *secretarios* y *prosecretarios*, que lo secundan en su gestión.

Esta estructura organizacional marca fuertemente la manera de gestionar proyectos como el que estamos describiendo. La gestión de la universidad es descentralizada, y las facultades cuentan con un elevado grado de autonomía. Por lo tanto un proyecto transversal de este tipo no puede ser impuesto jerárquicamente por el Rector, sino que tiene que obtenerse el consenso necesario para que sea aprobado por el Consejo Superior.

## 1.2 Marco normativo

Si bien en virtud de su autonomía la Universidad puede establecer sus propios procedimientos administrativos, en muchos casos ha optado por adherir a normas de la Administración Pública Nacional. Un ejemplo de este tipo de norma es la Ley 19.549 (Ley de Procedimiento Administrativo) [4] y su reglamentación.

Según esta normativa, los actos administrativos deben manifestarse por escrito, y contener la firma de la autoridad que los emite. En los últimos años se han informatizado numerosos procedimientos, pero en todos los casos que culminan en un acto administrativo ha seguido existiendo alguna clase de documento físico con una firma ológrafa de la autoridad competente.

Esto se extiende a procedimientos establecidos por nuestra propia universidad. Por ejemplo, si bien el sistema de gestión académica está completamente informatizado, las actas de examen continúan siendo documentos en papel, firmados por el tribunal examinador.

## 1.3 Sistema de expedientes tradicional

Los procedimientos formalizados requieren el uso de una multitud de documentos, tales como notas, comunicaciones, informes, actas, etc., que se desplazan físicamente a través de la organización, encapsulados en *expedientes*. Un expediente es, básicamente, una carpeta o contenedor de documentos que es procesado por distintas dependencias de manera secuencial. Esto conduce a un modelo de gestión que se caracteriza por:

- Utilización de espacios físicos afectados a la conservación y custodia de la documentación. Incluso aquellos expedientes cuyo trámite ha concluido deben archivar, algunos por ciertos plazos establecidos por la reglamentación, y otros por tiempo indefinido.
- Afectación de personal al traslado físico de la documentación. Existen dependencias, las mesas de entradas y salidas, cuya única función es recibir y transportar documentos.
- Costos de adquisición de papel, de impresión, así como el impacto ambiental correspondiente.
- Procesos estrictamente secuenciales. No es posible que dos dependencias trabajen sobre un expediente de manera simultánea, ya que para obrar sobre éste se requiere tener acceso físico a los documentos que lo constituyen.

En el año 2008 se decidió implementar un sistema centralizado de seguimiento de expedientes denominado ComDoc, utilizado en el Ministerio de Economía. Este sistema permitió conocer la ubicación y estado de todos los expedientes tramitados en la Universidad, aunque no su contenido. Una versión posterior, implementada el año

siguiente, introdujo el concepto de documento electrónico. Estos documentos electrónicos permitieron reemplazar el papel en un cierto número de casos de uso, pero no en todos. En particular, el sistema tenía firma electrónica,<sup>67</sup> pero no firma digital, y no tenía el concepto de expediente como contenedor de otros documentos.

Para tener una noción de la cantidad de documentos generados, en la Tabla 1 se detallan parcialmente los datos correspondientes al año 2017 (no se incluyen los tipos documentales en los cuales la cantidad fue inferior a 1.000). Puede verse que el número de expedientes es cercano a 65.000. También puede observarse la cantidad de documentos electrónicos generados, si bien es significativa, representa una pequeña parte del total. Por ejemplo, si consideramos el caso de las Notas, se tramitaron 3.046 notas electrónicas y 9716 notas en papel. Es decir, el porcentaje de notas electrónicas es menos del 25% del total de notas emitidas (electrónicas más papel). Idealmente, todas esas notas podrían haberse gestionado en forma electrónica.

**Tabla 1.** Documentos tramitados en la UNC durante 2017

Tipo de documento	Sigla	Cantidad
Resolución HCS	RESOHCS	1769
Dictamen	DICT	2149
Resolución Rectoral	RESOREC	2625
Resolución HCD	RESOHCD	2660
Nota Electrónica	NOTAE	3046
Sobre	SOBRE	4123
Resolución Decanal	RESODEC	4934
Nota	NOTA	9716
Comunicación Electrónica	COMUE	17398
Expediente	EXP	64799

#### **1.4 Motivación para un sistema de gestión de documentos electrónicos**

Las características del modelo de gestión descrito y la necesidad de poseer sistemas de gestión que garanticen la eficiencia y transparencia de los actos de gobierno condujo a que desde el gabinete rectoral, particularmente desde la Secretaría General, la Secretaría de Gestión Institucional y la Prosecretaría de Informática se comenzara a trabajar en la definición e implementación de un sistema de gestión de documentos electrónicos.

---

<sup>67</sup> En el marco normativo argentino, la firma electrónica es aquella que carece de los requisitos legales para ser considerada firma digital, y en caso de ser desconocida corresponde a quien la invoca acreditar su validez [5].

Consideramos que un sistema de este tipo debe permitir [6]:

- La creación de documentos electrónicos, ya sea con un único autor o elaborados en forma colaborativa.
- La clasificación y organización de la documentación.
- La validación o autenticación de documentos electrónicos, particularmente mediante el uso de firma digital.
- El almacenamiento, registro y guardado o archivo de los documentos, por los plazos y en los formatos que establezca la reglamentación.
- El mantenimiento seguro de la documentación.
- La recuperación o consulta de la información contenida en documentos electrónicos.
- La circulación de los documentos entre los distintos usuarios u oficinas.

## 2. Objetivo

El proyecto busca reducir la dependencia del soporte papel en los procesos internos de la Universidad Nacional de Córdoba y sus consecuencias: secuencialidad, lentitud, inseguridad, consumo de espacio físico, etc. Se pretende avanzar en el proceso de despapelización hasta el reemplazo total de los expedientes en papel por sus equivalentes electrónicos. Entre los objetivos específicos merecen destacarse:

- Disminuir la utilización del soporte papel para la expresión de la documentación institucional.
- Reducir el uso de espacios físicos para la conservación y custodia de la documentación.
- Reducir cantidad de personal afectado al traslado de las actuaciones físicas.
- Reducir los tiempos implicados en los diversos procesos actuales.
- Brindar seguridad y trazabilidad a las operaciones.
- Evitar la duplicación de documentación respaldatoria.

Estos objetivos requieren cambios tanto en los procesos como en la cultura organizacional, e implican la incorporación de nuevas herramientas y tecnologías.

## 3. El Sistema de Gestión Documental Electrónica (GDE)

En abril de 2016, el Poder Ejecutivo Nacional (PEN), emitió un decreto en el cual aprobó la implementación del sistema de Gestión Documental Electrónica (GDE), como “sistema integrado de caratulación, numeración, seguimiento y registración de movimientos de todas las actuaciones y expedientes del Sector Público Nacional” y establece que “dicho sistema actuará como plataforma para la implementación de gestión de expedientes electrónicos” [7]. Esto implicó el reemplazo de ComDoc y de cualquier otro sistema similar utilizado en reparticiones de la Administración Pública por el nuevo sistema, GDE. Este es un sistema desarrollado a requerimiento del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (GCABA) e implementado en esa ciudad en el año 2009, y adoptado en 2016 por el PEN.

La Universidad Nacional de Córdoba no forma parte de la Administración Pública, por lo que no se considera obligada por el mencionado decreto. Sin embargo, el decreto puso en evidencia dos puntos:

- ComDoc pasaría a ser un sistema discontinuado. Al dejar de ser utilizado por el Ministerio de Economía, responsable de su desarrollo, dejaría de ser actualizado y se convertiría en obsoleto.
- El Gobierno Nacional desplegaría un sistema que era consistente con nuestros objetivos de despapelización.



En ese contexto, desde la Prosecretaría de Informática y la Secretaría de Gestión Institucional comenzamos contactos con el Ministerio de Modernización, responsable de la implementación de GDE en la Administración Pública, y en particular con la Dirección de Gestión Territorial. Esta Dirección es la responsable de fomentar la utilización de GDE en organismos públicos independientes del Poder Ejecutivo, como por ejemplo gobiernos provinciales y municipales.

En esa etapa, el Ministerio de Modernización nos ofreció dos alternativas de despliegue: podían cedernos el *software* y nosotros desplegarlo con nuestros recursos en nuestra propia infraestructura, o bien alojarlo en la nube, en instalaciones del Gobierno.

Ambas alternativas tenían ventajas e inconvenientes. La instalación en nuestra propia infraestructura era más costosa, ya que implicaba la adquisición de servidores y licencias de software, así como su mantenimiento posterior, mientras que el despliegue en la nube era virtualmente gratuito, con los citados costos a cargo del Ministerio de Modernización. Por otra parte, la instalación en infraestructura propia nos permitía mayor control y posibilidad de integración con sistemas propios.

Por ejemplo, nosotros deseábamos poder integrar el sistema con nuestro mecanismo de autenticación centralizada (*single sign on*). Esa opción era posible en infraestructura propia pero no en la nube. Y desde el punto de vista del control sobre los datos, y teniendo en cuenta el deseo de las universidades de mantener su autonomía, evaluamos que la obtención de consensos en el Consejo Superior sería más sencilla si garantizábamos que toda la información estaría físicamente almacenada en la Universidad.

Del análisis de estas alternativas y de las funcionalidades del sistema, decidimos avanzar con la implementación de GDE en infraestructura propia y presentar un proyecto para su aprobación por parte del Consejo Superior.

### 3.1 Características de GDE

El Sistema de Gestión Documental Electrónica está compuesto por diversos módulos que interactúan entre sí. Los módulos principales que decidimos desplegar son:

**Escritorio Único (EU):** Es la interfaz para el control y seguimiento de las tareas que cada usuario posee, y en el caso de tener personal a cargo, las de sus supervisados. Además centraliza el acceso a los módulos GDE.

**Generador Electrónico de Documentos Oficiales (GEDO):** Es la pieza central, el módulo que contiene y administra las reglas para generar documentos electrónicos oficiales. Estos documentos reemplazan al documento tradicional en papel, y pueden ser firmados electrónica o digitalmente.

**Comunicaciones Oficiales (CCOO):** Posibilita el intercambio electrónico de Notas, Comunicaciones, Memos y Oficios Administrativos.

**Expediente Electrónico (EE):** Un Expediente electrónico es un *contenedor de documentos electrónicos* generados por GEDO y CCOO.

El sistema cuenta con otros módulos que se prevé desplegar más adelante, como el de Trámites a Distancia (TAD), el de Legajo Único de Empleado (LUE) y el Registro Multipropósito (RM). También existen otros módulos que resuelven problemas específicos del GCABA o del Gobierno Nacional, y que no se requieren por el momento en la UNC.

GDE está desarrollado mayormente en el lenguaje Java, con el respaldo de una base de datos Oracle. Los módulos se despliegan en máquinas virtuales Linux, aunque se requiere un servidor Windows para el procesamiento de documentos PDF con Adobe LiveCycle. Está previsto que cada módulo se ejecute en una máquina virtual

independiente, con posibilidades de escalamiento horizontal según lo requiera la demanda.

#### 4. El proyecto

Presentamos un proyecto al Consejo Superior, el cual incluía las acciones que a continuación se transcriben:

**Adaptar la normativa:** Este proyecto implica un cambio profundo en la operatoria de la gestión administrativa de la UNC y muchos de esos cambios no están contemplados por las normas actuales, por lo que se debe estudiar, proponer y elevar, para su aprobación, los correspondientes proyectos de modificación o reemplazo de las resoluciones y ordenanzas vigentes a fin de contener la nueva operatoria.

**Adecuar y documentar procedimientos administrativos:** Es imprescindible que un equipo de analistas funcionales releve, adecue y documente cada uno de los procedimientos que se llevan a cabo en la Universidad, para luego incluirlo en el sistema GDE. A su vez, la comprensión de la forma de hacer (*know how*) y las reglas de negocio incluidas en un software que está prestando servicio en múltiples dependencias públicas del país, permite analizar e incluir mejoras y cambios en nuestros propios procesos. Las Facultades, actores claves de los procedimientos administrativos de esta Universidad y con procesos administrativos internos propios, deben formar parte de la etapa de relevamiento y adecuación de estos, buscando, además, su uniformidad.

**Capacitar a los usuarios del sistema:** La implementación del sistema exige que los futuros usuarios sean capaces de utilizarlo, para lo cual se requiere su capacitación. Esta actividad, por la cantidad de usuarios, debe planificarse adecuadamente en cuanto a las áreas o procesos prioritarios, así también como las aulas con computadoras que insume dicha capacitación.

**Coordinar de las actividades y tareas del personal universitario:** La implementación del modelo de gestión institucional electrónica impacta fuertemente en el personal universitario involucrado funcionalmente en los diversos procesos administrativos. En pos de asegurar la sustentabilidad de los cambios en el tiempo, es imprescindible afrontar la coordinación de las actividades y tareas a cumplimentar dentro de los procesos institucionales y la resignificación de las funciones del personal. Este impacto debe ser acompañado con una fuerte política de capacitación para el desarrollo de nuevas competencias por parte del personal universitario.

**Desplegar y asegurar la infraestructura tecnológica necesaria:** El software GDE es solo una parte de la tecnología que se necesita incorporar. También deben incorporarse en el alcance del proyecto el conjunto de servidores necesarios, las redes internas, las máquinas clientes, los sistemas operativos, sistemas de monitoreo, de seguridad, y de administración de base de datos.

**Difundir y comunicar:** En una primera instancia se debe planificar, con especialistas en la materia, la comunicación a todo el personal universitario afectado respecto del alcance y objetivos del proyecto. La instancia de motivación exige, además, involucrar al personal como parte de los cambios. Para ello, se debe generar e institucionalizar el espacio de trabajo colectivo donde sean escuchados y todas sus propuestas sean debidamente tenidas en cuenta.

Para el gerenciamiento del proyecto se definió adoptar la estructura de Comité Ejecutivo, del que forman parte representantes de la Secretaría General, la Secretaría de Gestión Institucional y la Prosecretaría de Informática.

El proyecto se justificó con las siguientes razones:

- **Transparencia.** Al dar acceso a la información sin las molestias y exigencias que generan el acceso al expediente físico, la gestión se hace más

transparente y responsable, garantizando el derecho de la sociedad a conocer los actos de una organización pública como nuestra Universidad. El acceso web a los trámites potencia esta característica al permitir la consulta, operación y acceso a distancia por parte del personal universitario y los ciudadanos.

- **Gestión más racional de los recursos.** La gestión documental electrónica facilita que la información se comparta y se aproveche de forma más eficiente y como un recurso colectivo. Como consecuencia, se reducen drásticamente situaciones indeseadas como la duplicidad de documentos archivados, fotocopias innecesarias, duplicaciones en datos, etc.
- **Gestión más eficiente de los recursos económicos,**
  - debido al ahorro en la impresión y traslado de carpetas, folios y hojas de papel, con lo que ello implica a nivel de asignación de espacio físico y recursos para su cuidado y archivo.
  - por la reducción de costos que significa adoptar un sistema cuyo desarrollo y mantenimiento fue asumido por el gobierno nacional, sin que esto implique dependencia para la UNC, al contar con las herramientas para soportarlo y modificarlo en caso necesario.
- **Incremento de la productividad y mejora en la disponibilidad y accesibilidad.** Se incrementa la productividad institucional con el valor añadido del rápido acceso a la información, al tener acceso inmediato a toda la documentación necesaria para la actividad administrativa.
- **Reemplazo de ComDoc.** Desde el año 2008 nuestra Universidad utiliza, para el seguimiento de sus expedientes en papel, el sistema Comdoc, desarrollado en el Ministerio de Economía de la Nación y gestionado para las Universidades Nacionales por el SIU (Sistemas de Información Universitarios). Este sistema deja de ser utilizado en la Administración Pública Nacional para ser reemplazado por GDE, por lo que carecerá de mantenimiento y actualización, lo que hace imperativo encontrar un sustituto.
- **Mejoras en la comunicación y difusión de la información.** El módulo de comunicaciones facilita la difusión y notificación de resoluciones y demás normas a todo nivel, de manera inmediata. A su vez, como existe la necesidad de responder a requerimientos y solicitud de diversa información por parte de organismos e instituciones externas, se pueden resolver estos requerimientos de manera digitalizada, mejorando la disponibilidad de esa información.
- **Uniformidad de procedimientos.** Se puede aprovechar el análisis de los procesos para avanzar en la uniformidad de los procedimientos administrativos de la UNC, definiendo niveles de responsabilidades, asignando roles, fijando pautas de información, estableciendo el adecuado sistema de control, asegurando la auditabilidad de todo el proceso, etc. Además, es posible enriquecer nuestros procedimientos al adoptar un software que incorpora las mejores prácticas recogidas de sus múltiples instalaciones, con la flexibilidad que ello implica. Este objetivo es particularmente relevante para las Facultades, buscando la secuencia de actividades más eficiente para los diferentes trámites que en ellas se llevan a cabo.
- **Mayor agilidad en la recopilación de información para la formación de registros.** El módulo de creación de registros, en base al llenado de formularios, facilita y agiliza la inscripción, recopilación de datos o generación de colectivos que requieren de una actividad determinada. Así,

por ejemplo, la tarea de inscripción y constitución de un registro de proveedores se vería notablemente facilitada.

- **Control de gestión.** La necesidad de control de tiempos de atención a gestiones y trámites se cubre al facilitarse su seguimiento a través de reportes al efecto.

**Cronograma:** Planificamos realizar el despliegue en tres etapas:

- **Primera etapa – 4 meses:** Puesta en funcionamiento de la plataforma de capacitación, conformación de los equipos de trabajo, capacitación de los equipos, identificación de los procesos y dependencias/facultades pilotos, estudio de la normativa vigente y redacción modificaciones y capacitación agentes
- **Segunda etapa – 2 meses:** Puesta en producción del sistema, consulta y relevamiento de procedimientos en Facultades, documentación de procesos, aprobación de normativa, capacitación agentes
- **Tercera etapa – 6 meses:** Puesta en producción de la mesa de ayuda/sopORTE, documentación de procesos, capacitación agentes, puesta en producción otros módulos

Presentado el proyecto, participamos en las reuniones de comisión donde se analizó. El proyecto fue aprobado por el Honorable Consejo Superior el 23 de mayo de 2017 [8].

## 5. Implementación

Durante el proceso de implementación realizamos modificaciones de la normativa, constituimos un grupo de trabajo para el análisis y adecuación de procesos, establecimos mecanismos de capacitación y mesa de ayuda, desplegamos el sistema en nuestra propia infraestructura, y lo integramos con nuestro sistema de autenticación.

**Normativa:** La resolución aprobatoria del proyecto institucionalizó y dotó de recursos al proyecto. A partir de allí se sucedieron resoluciones que habilitaron los módulos que actualmente están en funcionamiento: el 1 de Diciembre de 2017 el de Comunicaciones Oficiales (CCOO) [9] y el 31 de Mayo de 2018 el de Expediente Electrónico (EE) y la creación del Nomenclador de Trámites [10].

A fines del año 2017, dado que ya se contaba con el módulo GEDO en funcionamiento, se reglamentó la emisión digital de las resoluciones rectorales y del HCS a partir del 1 de Enero de 2018 [11].

**Procesos:** Se constituyó un equipo de tres analistas funcionales con la responsabilidad de relevar y formalizar los procesos para luego incorporarlos al sistema, con las siguientes características:

- **Progresividad:** Dada la magnitud del trabajo a desarrollar sobre todos los procesos administrativos de la Universidad, se planteó hacerlo progresivamente, con prioridad en los procedimientos de mayor impacto, entendiendo por tales aquellos con mayor frecuencia y que involucren a la mayor cantidad de usuarios. Esta progresividad tiene por consecuencia que por algún tiempo convivirán trámites en papel y digitalizados
- **Sin reingeniería:** Analizar y mejorar los procesos antes de incluirlos en GDE implicaría extender el proyecto a plazos que lo harían inviable, por lo que se siguió la recomendación del Ministerio de Modernización y se trasladaron al sistema los procesos tal cual se llevaban a cabo sobre soporte papel, dejando para una segunda etapa la reformulación de los mismos

- **Sin “Workflow”:** Para gestionar un proceso, GDE solo requiere el alta de su código y de los tipos documentales que usará, sin exigir la incorporación del flujo de trabajo, sino que este se documenta en una guía de trámite que forma parte de su documentación. Esto otorga al funcionamiento del sistema una gran flexibilidad, ya que el usuario puede darle al trámite el curso que considere, en función de sus características particulares.

**Capacitación:** Este es uno de los aspectos de mayor relevancia e impacto en la implementación, ya que abarca a todos los agentes que usarán el sistema: la totalidad de empleados administrativos y autoridades de la Universidad.

El esquema de capacitación elegido fue “en cascada”: a partir de la capacitación de capacitadores recibida en el Ministerio de Modernización, a la que asistieron tres personas, se organizaron jornadas de adiestramiento en el manejo del sistema. Estos talleres se orientaron también a capacitadores, en este caso, seleccionados por las mismas dependencias y con la responsabilidad de trasladar esos conocimientos y habilidades al resto de agentes de sus áreas.

En esta capacitación, dada la cantidad de agentes involucrados y sus diferentes aptitudes para asumir una nueva herramienta que cambiaba radicalmente su manera de trabajar, se asumió que cada uno conocía el flujo de trabajo del que formaba parte, por lo que se prescindió de capacitar en procesos, orientándose a dos aspectos:

- Manejo del sistema, con indicación de los módulos que debían usar, funciones, menús, pestañas, etc.
- La manera de ejecutar con la nueva herramienta las tareas a las que estaban acostumbrados a realizar en papel: caratular, foliar, realizar un pase, etc.

Además creamos un sitio web dedicado a proporcionar información sobre el sistema (<https://gde.unc.edu.ar>), donde los usuarios pueden encontrar:

- Enlaces a la normativa aplicable.
- El nomenclador de trámites
- Manuales de uso. Estos manuales fueron elaborados en base a los utilizados en el Gobierno Nacional, adaptados a las realidades de la UNC.
- Preguntas frecuentes
- Acceso a un aula virtual con videos de capacitación.

**Consultas y mesa de ayuda:** Este aspecto es particularmente importante en esta primera etapa, con usuarios inexpertos, funcionalidades nuevas y cambios en procedimientos. Para afrontar las consultas y apoyar a los usuarios, se montó una mesa de ayuda con una persona en la atención primaria, apoyada por los capacitadores e implementadores en una segunda línea; y la posibilidad de elevar la consulta al Ministerio de Modernización, que ha apoyado permanentemente el proceso de implementación.

**Infraestructura:** La infraestructura necesaria para desplegar GDE es significativa. La forma de distribuir el *software* prevista por el Ministerio de Modernización consiste en proveer un conjunto de máquinas virtuales. Cada módulo se encuentra en una máquina virtual distinta, de manera de permitir el escalamiento horizontal a medida que la demanda lo requiera, y buena parte de los módulos requieren dos máquinas virtuales para garantizar redundancia. En la Tabla 2 se detalla la instalación recomendada. Es necesario considerar que en nuestro caso no todos los módulos son necesarios, pero por otro lado es necesario desplegar al menos dos entornos, uno para capacitación y uno para producción. El entorno de capacitación puede ser de menor dimensión que el de producción, debido a su menor necesidad de redundancia.

**Tabla 2.** Infraestructura recomendada para GDE

Descripción	Sistema Operativo	CPU	RAM (MB)	Disco (GB)
Autenticador SSO- CAS	RHEL 6	4	8192	68
Buscador	RHEL 6	4	16384	366
Escritorio Único	RHEL 6	4	8192	68
Escritorio Único	RHEL 6	4	8192	68
Módulo GEDO	RHEL 6	6	8192	158
Módulo GEDO	RHEL 6	6	8192	158
Repositorio Gestor Documental	RHEL 6	8	18432	68
Gestor de Colas	RHEL 6	4	8192	62
Numerador	RHEL 6	4	2048	62
Comunicaciones (CCOO - WS)	RHEL 6	4	8192	68
Comunicaciones (CCOO - WS)	RHEL 6	4	8192	68
Formulario Controlado	RHEL 6	4	8292	68
Rep. Servicios (MULE - WS)	RHEL 6	4	12288	68
PortaFirma	RHEL 6	6	6144	62
Archivo	RHEL 6	4	8192	56
Expediente Electrónico	RHEL 6	4	8192	58
Expediente Electrónico	RHEL 6	4	8192	58
Track	RHEL 6	4	8192	58
RLM	RHEL 6	4	8192	58
TAD	RHEL 6	4	8192	56
DM	RHEL 6	4	8192	56
Repositorio Usuarios - LDAP	RHEL 6	4	6144	72
Balanceador Carga - HAPROXY	RHEL 6	4	4096	64
LiveCycle	MS Windows Server 2008	8	8192	136
LiveCycle	MS Windows Server 2008	8	8192	68
		118	213092	2156
Base de datos Oracle	RHEL 6	4	32768	1024
DB Oracle Producción RAC1	Oracle Linux 4/5/6/7 (64-bit)	4	32768	1400
DB Oracle Producción RAC2	Oracle Linux 4/5/6/7 (64-bit)	4	32768	1400
		12	98304	3824
	<b>TOTAL</b>	<b>130</b>	<b>311396</b>	<b>5980</b>

**Integración con sistemas propios:** Una de las razones principales que influyó en la decisión de desplegar GDE en infraestructura propia era la posibilidad de integrarlo con sistemas propios. Un primer paso en ese sentido fue integrarlo con nuestro sistema de autenticación. Si bien esta tarea no fue excesivamente compleja, tampoco fue trivial. Por una parte debimos configurar a GDE para que utilizara nuestro proveedor de identidad, pero además debimos hacer algunas alteraciones mínimas en la aplicación, en los procesos de creación de usuarios y de cambio de contraseña, y en algunas tablas de la base de datos para adecuarlas al formato de nuestros identificadores de usuario.

## 6. Lecciones aprendidas y trabajo futuro

### 6.1 Lecciones aprendidas

El proceso, que aún no ha finalizado, ha sido complejo, pero ha sido fructífero en cuanto a lo que hemos aprendido. Este aprendizaje abarca aspectos de infraestructura, de procedimientos, y resalta la relevancia de la cultura organizacional y del cambio cultural necesario.

**Infraestructura.** Si bien la infraestructura utilizada a nivel del Ministerio de Modernización es similar a la de la Universidad Nacional de Córdoba, existen suficientes diferencias como para hacer que el despliegue no haya sido una tarea trivial. Si bien ambas organizaciones tenemos nubes privadas, en ellas utilizamos distintos hipervisores, distintas combinaciones de herramientas de administración y distintos sistemas operativos. En una primera instancia tratamos de hacer una migración a nuestra infraestructura, pero esa tarea fue extremadamente compleja y debimos cambiar de enfoque. Por lo tanto decidimos implementar, en menor escala, la misma infraestructura utilizada en el Ministerio de Modernización, hasta tener el sistema funcionando, para posteriormente, con el sistema estabilizado, ir adecuando los distintos módulos a nuestra forma de trabajo.

**Procedimientos.** Al desplegar un sistema de gestión de documentos puramente electrónico se perciben rápidamente las diferencias que existen entre el manejo de documentos en papel y de documentos digitales. Hay aspectos en los que el documento digital es claramente superior (procesamiento paralelo, facilidad de transmisión, búsqueda, transparencia), pero hay otros en los que el papel tiene ventajas sustanciales, por ejemplo en la facilidad de lectura no secuencial, especialmente en documentos voluminosos. Esta última propiedad es particularmente importante para funcionarios como los asesores jurídicos que requieren analizar grandes volúmenes de documentos escritos para redactar un dictamen.

**Cultura organizacional.** El esquema clásico de expedientes en papel provoca que ciertos funcionarios o personal administrativo adquieran poder por el hecho de encontrarse en el recorrido de un expediente. Esto provoca que se sientan afectados por cambios que pueden conducir a la pérdida de ese poder, y que se transformen en obstáculo para esos cambios. De la misma forma, el personal afectado a la gestión y al traslado de documentos en papel puede sentir que su puesto pierde su razón de ser.

Por ello es importante trabajar en la gestión del cambio, de manera que los temores sin fundamento no se transformen en obstáculo, y plantear que el objetivo no es la sustitución de personal sino permitir un uso más eficiente de los recursos y dirigir su potencial a otros problemas que la organización necesita resolver.

## 6.2 Trabajo futuro

El proyecto está lejos de estar finalizado. Aún debemos avanzar en muchos puntos: continuar con la adecuación de la normativa, implementar nuevos módulos, integrar a GDE con otros sistemas propios, mejorar su usabilidad, adecuar nuestra infraestructura y vincularlo con otras instalaciones.

**Normativa:** Debemos continuar con la adecuación de nuestras normas, muchas de las cuales establecen procedimientos determinados por la existencia del papel, y que pueden ser simplificados y optimizados.

**Nuevos módulos:** Hay varios módulos de GDE que todavía no hemos implementado, como la plataforma de Trámites a Distancia (TAD), que permite que interactúen con el sistema personas que no pertenecen a la organización, el Legajo Único de Empleado, que facilita la consolidación de todos los documentos vinculados con un empleado en un mismo repositorio, y el Registro Multipropósito, para implementar distintos tipos de registros.

**Integración con sistemas propios:** La universidad cuenta con distintos sistemas de gestión: gestión académica, presupuestaria, de compras, etc. GDE provee una API que hace posible integrarlo con otros sistemas en todos los casos en los que se requiera un respaldo documental. Es una tarea pendiente avanzar en esa integración.

**Mejoras en la usabilidad:** Si bien consideramos que no debemos realizar demasiadas personalizaciones en nuestra versión de GDE, creemos que es posible introducir ciertas mejoras en su usabilidad, por ejemplo a través de sistemas propios que interactúen con la API de GDE.

**Adecuación de infraestructura:** Debemos trabajar en integración de GDE en nuestra nube privada, de manera de optimizar la cantidad de máquinas virtuales (probablemente reemplazando algunas de ellas por contenedores Docker), incorporar los distintos módulos a nuestros sistemas de monitoreo, y facilitar el despliegue de versiones futuras.

**Vinculación con otras instalaciones de GDE:** Las nuevas versiones de GDE permiten la vinculación entre instalaciones. De esa forma es posible intercambiar documentos electrónicos entre distintas organizaciones. Esto permitirá, por ejemplo, vincular al GDE de la UNC con los de ministerios con los cuales tiene mucha relación, como por ejemplo el Ministerio de Educación o el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

## 7. Conclusiones

El reemplazo de un sistema de gestión basado en papel por uno con documentos electrónicos es un desafío que abarca a todos los niveles de la organización. Debe estar apoyado por la alta dirección, pero también debe tener en cuenta las necesidades y los temores de todos los niveles administrativos. Implica un cambio cultural que no se limita al mero uso de nuevas tecnologías. La resistencia al cambio no proviene solo del temor a lo nuevo, sino de que es necesario incidir en una cultura organizacional fuertemente arraigada. Sin embargo, creemos que el esfuerzo se justifica plenamente por la posibilidad de lograr una organización más eficiente y transparente, objetivo ineludible de una universidad pública.



## 8. Referencias

1. Constitución de la Nación Argentina, (1994)  
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/804/norma.htm>
2. Arnaldo Mangeaud et al. Anuario Estadístico 2016. Universidad Nacional de Córdoba. ISBN 978-950-33-1370-1 (2017).
3. Estatuto de la Universidad Nacional de Córdoba <https://www.unc.edu.ar/sobre-la-unc/estatuto>
4. Ley 19.549 - Ley de Procedimiento Administrativo (1972)  
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/20000-24999/22363/norma.htm>
5. Ley 25.506 - Ley de Firma Digital (2001)  
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/70000-74999/70749/norma.htm>
6. Clusellas, P., Martelli, E., Martelo, M. J.: Gestión Documental Electrónica. Secretaría Legal y Técnica. Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (2009).
7. Decreto PEN 561/2016 - Sistema de Gestión Documental Electrónica  
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/260000-264999/260145/norma.htm>
8. Resolución HCS 683 (2017) [http://www.digesto.unc.edu.ar/consejo-superior/honorable-consejo-superior/resolucion/683\\_2017](http://www.digesto.unc.edu.ar/consejo-superior/honorable-consejo-superior/resolucion/683_2017)
9. Resolución Rectoral 2284 (2017)  
[http://www.digesto.unc.edu.ar/rectorado/rectorado/resolucion/2284\\_2017](http://www.digesto.unc.edu.ar/rectorado/rectorado/resolucion/2284_2017)
10. Resolución Rectoral 709 (2018)  
[http://www.digesto.unc.edu.ar/rectorado/rectorado/resolucion/709\\_2018](http://www.digesto.unc.edu.ar/rectorado/rectorado/resolucion/709_2018)
11. Resolución Rectoral 1767 (2017) [http://www.digesto.unc.edu.ar/consejo-superior/honorable-consejo-superior/resolucion/1767\\_2017](http://www.digesto.unc.edu.ar/consejo-superior/honorable-consejo-superior/resolucion/1767_2017)

## **Implementación de la Firma Electrónica Avanzada en el Sistema de Calificaciones: Caso de éxito de la Universidad Autónoma del Carmen**

Raúl Arturo Peralta<sup>a</sup>, Erika Sánchez Chablé<sup>a</sup>,

<sup>a</sup> Universidad Autónoma del Carmen, Coordinación General de Tecnologías de la Información y la Comunicación, Calle 56 4 Esq. Av. Concordia Benito Juárez, 24180 Ciudad del Carmen, Campeche, México  
rperalta@delfin.unacar.mx, esanchez@delfin.unacar.mx

**Resumen.** Para la Universidad Autónoma del Carmen es de vital importancia favorecer el uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación, tanto en los procesos académicos como administrativos con el objetivo de mejorar los tiempos de respuesta hacia nuestros usuarios y apoyar la calidad educativa; por lo que la incorporación de mecanismos como la Firma Electrónica Avanzada (FEA) en el sistema de captura de calificaciones ha permitido mejorar los procesos de gestión, así como contribuir a en la conservación del medio ambiente a través de la política de cero papel.

**Palabras Clave:** firma electrónica avanzada, procesos, TIC, tecnología, servicios en línea, gestión, autoridad certificadora, sistema de calificaciones, certificado digital.

**Eje temático:** Mejora de procesos.

**Summary:** In its almost 25 years of life, the National University of General Sarmiento (Buenos Aires, Argentina) has had an exponential growth in the volume of information handled by its multiple areas, but the digitalization and integration of this multiplicity has been diverse and uneven. From 2016, under the project called UNGSxt, a strategy for the integration of all the documentary types, was started in the same environment, which allows the access of the whole community to the information and the management of this, Its development was based in the search for open and open source technologies. In this document we are going to introduce the steps taken forward for the development and putting in line of the first stage of the documentary integration plan of the UNGS. Also, we will see the structure, possibilities and scope of such plan; together, with the structure of the first modules that are currently in production and through which the first stage of data scraping of documents was carried out.

**Keywords:** integration, departation, documents, information, document management, open standards, data scraping.

**Thematic axis:** Process improvement.

## 1 Introducción

Las tecnologías de información y comunicación (TIC) han generado transformaciones estructurales de tipo económico y social en todo el mundo. Están presentes en prácticamente todas las actividades humanas y hoy en día, representan un elemento táctico que proporciona soporte a los principales servicios universitarios, pero a corto plazo, están llamadas a convertirse en un elemento estratégico para las Instituciones de Educación Superior.

Conscientes de lo anterior, la Universidad Autónoma del Carmen (UNACAR) decidió apostar desde hace algunos años por la sistematización de procesos mediante la creación de un Sistema Integral de Información Administrativa y Académica (SIIAA).

En el mismo sentido se planteó en el sexto eje del Plan de Desarrollo Institucional (PDI) 2013-2017 “Gobierno y gestión eficiente, eficaz y pertinente” [1], el impulsar el fortalecimiento de los procesos de gestión a través de la automatización y el desarrollo de sistemas de información, por lo que el SIIAA es de vital importancia para impulsar el plan. Este sistema integral cuenta con cuatro módulos: Sistema Universitario Financiero, Sistema Universitario de Control Escolar, Sistema Universitario de Recursos Humanos y el Sistema Universitario de Gestión Académica. Cada uno de estos módulos cuentan en la actualidad con diferentes funciones y opciones que apoyan la gestión institucional y cuyo universo de atención es de 13,541 usuarios aproximadamente (8202 estudiantes, 1169 empleados entre docentes y administrativos, 1170 estudiantes de escuelas incorporadas y 3000 usuarios externos como padres de familia, proveedores, entre otros).

Como parte del proceso de mejora continua y en el marco del uso de las tecnologías de la información en los procesos académicos y administrativos, se propuso iniciar la transición hacia un esquema donde todos los documentos de archivo se generen y conserven en medios electrónicos, en adición al resguardo del documento original en papel solo aplicará para aquellos documentos que establece la normatividad aplicable; por lo que tras el análisis de las tecnologías existentes, se decidió por la implementación de la Firma Electrónica Avanzada (FIRMA UNACAR) en módulos del SIIAA que permitieran eficientar tiempos de respuesta hacia los usuarios; Siendo el Sistema de Calificaciones (SisCa) el primer módulo que incorpora su uso para la generación de las actas finales de curso para mejorar los procesos de gestión, así como fomentar acciones para la conservación del medio ambiente.

## 2 Problemática y contexto en que se propuso el proyecto

La Universidad Autónoma del Carmen (UNACAR) es una institución pública y autónoma que oferta los tipos educativos medio superior y superior, socialmente responsable, con vocación científica, tecnológica, humanista y abierta a la cooperación académica nacional e internacional, que forma ciudadanos libres, propositivos y proactivos, que cultiven el desarrollo físico e intelectual para toda la vida con valores y principios para contribuir al beneficio social, ambiental, cultural,

económico y político del país, con la confraternidad universitaria para la excelencia, comprometida con la grandeza de México [1].

Fundada el 13 de Junio de 1967 como una corporación pública, con personalidad jurídica, gobierno autónomo y patrimonio libremente administrado de acuerdo a la ley constitutiva. Desde su creación hasta la fecha la Universidad Autónoma del Carmen se han enfocado en ofrecer servicios educativos de calidad, traducándose en importantes apoyos en infraestructura, actualización, innovación y acreditación de los planes de estudio, en la formación, capacitación y actualización de sus docentes, la creación de posgrados, la mejora constante de los procesos de planeación y de los servicios administrativos en general, que apoyan la labor educativa, entre otros.

En la actualidad se atiende una matrícula aproximada de 8202 alumnos repartidos en 2314 de nivel medio superior, 5827 de licenciatura y 61 de posgrado para el periodo febrero 2018, contando con el 100% de su matrícula de licenciatura o pregrado en programas educativos de calidad avalados por CIEES<sup>68</sup> y COPAES<sup>69</sup>, además de tener cinco posgrados reconocidos por el Padrón de Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, de ocho que tiene el Estado de Campeche.

Dado lo anterior nuestra institución requería que se revisaran los procesos que dan soporte al Modelo Educativo “Acalán” incluyendo aquellos procesos que ya se encontraban sistematizados y que pertenecían al SIIAA, con el objetivo de estar en condiciones de atender las nuevas necesidades y requerimientos de la institución.

Tras la revisión y del análisis FODA realizado por la alta dirección, se determina que era en el área de Control Escolar, en el proceso de control, resguardo, modificación y recepción de actas de calificaciones donde se presenta la problemática de mayor impacto en el trabajo realizado.

En la UNACAR las calificaciones son las escalas establecidas, expresadas mediante una denominación o una puntuación, que se asigna a una persona para valorar el nivel de suficiencia o insuficiencia de los conocimientos, competencias o formación mostrados en un examen, una actividad, un ejercicio, una prueba, entre otras. De acuerdo al Reglamento de Alumnos de la UNACAR en el artículo 59 [2] se especifica que los resultados de las evaluaciones se expresarán mediante las calificaciones siguientes: en los cursos curriculares, en una escala de cero (0) a cien (100), en que la mínima aprobatoria es de setenta (70), y en el caso de los estudios de posgrado, de ochenta (80). En los cursos extracurriculares, acreditado o no acreditado.

Para poder evaluar a los alumnos, los docentes utilizaban una plataforma en ambiente Web desarrollada por el Departamento de Desarrollo de Sistemas de la Coordinación General de Tecnologías de la Información y la Comunicación. Dicha plataforma denominada SisCA (Sistema de Calificaciones) fue desarrollada de acuerdo a los requerimientos que plantea el Modelo Educativo “Acalán”.

Desde esta plataforma cada semestre se imprimen aproximadamente 2100 actas por triplicado cada seis meses, mismas que abarcan todos los niveles (incluye el periodo normal y el periodo intersemestral inmediato). Al imprimir y firmar el acta, el docente las turna a la Dirección de su escuela o facultad para que el director pueda firmar y dar certeza al documento generado. Una vez firmadas todas las actas que corresponden al periodo, son turnadas al Departamento de Permanencia de la

---

<sup>68</sup> Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior.

<sup>69</sup> Consejo para la Acreditación de la Educación Superior, A.C.

Dirección de Control Escolar, quien las recepciona de acuerdo un calendario para su cotejo y resguardo.

Uno de los problemas potenciales que tenía el Departamento de Permanencia es el llevar un buen control sobre la impresión y firmado de las actas de calificaciones, ya que primero debían determinar el número de actas a imprimir por cada una de las escuelas y facultades y posteriormente esperar a que los responsables de esas dependencias las turnaran a la Dirección de Control Escolar para su correcto cotejo y resguardo; siendo esta tarea muy problemática al no contar con los elementos suficientes para dar un buen seguimiento al respecto, haciendo que la revisión de información se realizara de forma parcial o en el peor de los casos, no se realizara, limitándose sólo a la recepción de la documentación para resguardo.

Lo anterior generaba muchos inconvenientes siendo el principal, la corrección de notas por no tener un mecanismo de revisión de actas confiable, perjudicando principalmente al alumno, ya que las calificaciones finales plasmadas en el acta, impacta otros procesos que dependen del mismo, como la impresión de boletas de calificaciones, impresión de certificados parciales o totales, inscripción al periodo siguiente (intersemestral o normal), cálculo del índice a aprobación (promedio total) y procesos de tutorías. A pesar de que ya el sistema de calificaciones estaba automatizado, el hecho de imprimir el acta y firmarla autógrafamente, no garantizaba la eficiencia del proceso.

Unos de los muchos problemas era la reimpresión de las actas cuando se solicitaba una corrección de calificaciones dado que tenía que recogerse el acta original para poder imprimir el acta nueva, siendo el proceso muy tardado y perjudicando a los alumnos que se encontraban inscritos a ese curso, para los procesos subsecuentes.

Para solucionar esta problemática se toma la decisión de incorporar al proceso de impresión de actas de calificaciones la Firma Electrónica Avanzada, por el alto impacto en la mejora de este proceso y sobre todo por el beneficio tangible hacia lo más importante que tiene nuestra institución, nuestros estudiantes.

### **3 La Firma Electrónica Avanzada en México**

Para llevar a cabo en México un adecuado desarrollo de la llamada Sociedad de la Información [3] que se promueve como política pública desde hace algunos años, fue indispensable, entre otras muchas acciones, el uso masivo de instrumentos como la firma electrónica para los trámites que los ciudadanos llevan a cabo con el gobierno, entre particulares y empresas, y desde el interior del gobierno, entre los funcionarios públicos.

En septiembre de 2011 se publica en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el Acuerdo Secretarial por el que se establece el Esquema de Interoperabilidad y de Datos Abiertos de la Administración Pública Federal de México, siendo éste la base que integra las operaciones de la Administración Pública Federal (APF), con el fin de ofrecer mejores servicios públicos, ejerciendo un gobierno más eficiente, así como apoyando la construcción, protección y mejora del acceso a los bienes públicos de información.

La Ley de Firma Electrónica Avanzada publicada en el DOF el 11 de enero de 2012 [4] y su Reglamento, tienen el objeto de regular el uso de la firma digital y de los medios electrónicos en los actos jurídicos, de comunicaciones, procedimientos

administrativos, trámites y prestación de servicios que realicen los servidores públicos de la APF en el ámbito de sus atribuciones, entre sí y con los particulares.

Es esta Ley se establece que los documentos electrónicos y los mensajes de datos que cuenten con firma electrónica avanzada producirán los mismos efectos que los presentados con firma autógrafa y, en consecuencia, tendrán el mismo valor probatorio que las disposiciones aplicables les otorgan a éstos.

Siendo el Servicio de Administración Tributaria uno de las primeras instancias gubernamentales que desde el 2004 realiza esfuerzos para la sustitución de la firma autógrafa del firmante con los mismos efectos y alcances que la firma autógrafa.

Si bien IES como la UNACAR no forman parte de la APF, si deben alinear sus Programas de Desarrollos Institucionales a las políticas que emite los programas sectoriales de educación de la APF así como apegarse a la normatividad vigente, por lo que la Ley de Firma Electrónica Avanzada permitió contar con un antecedente y el marco normativo para implantar este tipo de mecanismos dentro de las instituciones. Siendo la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) una de las primeras instituciones educativas que inician con la implementación de la Firma Electrónica Avanzada en el año 2005.

### 3.1 Definición de Firma Electrónica Avanzada

Es un conjunto de datos electrónicos que están asociados a un documento electrónico y cuyas funciones son:

- 1) Identificar al firmante de manera inequívoca.
- 2) Asegurar la integridad del documento firmado, es decir, que es el mismo que el original y no ha sufrido alteración o manipulación alguna.
- 3) Asegurar la identidad del firmante.

Una firma electrónica avanzada puede entenderse como un valor numérico, representado como una secuencia de caracteres calculados utilizando criptografía asimétrica (distintas llaves para cifrar/descifrar).

Los datos que utiliza el firmante para realizar la firma son únicos y exclusivos y, por tanto, no es posible negar haber firmado el documento. Los elementos principales de la Firma Electrónica Avanzada, por su parte, son tres:

- 1) **Clave privada**, encargada de codificar documentos, que debe ser conocida únicamente por el firmante, debido a que es la frase de seguridad que respalda a su firma.
- 2) **Clave pública**, como su nombre lo indica, es de dominio público y se comparte con todos los que quieran comunicarse de forma segura con el propietario de la clave privada, es decir quienes quieran interactuar con el firmante y su documento.
- 3) Un **certificado digital**, que funge como el medio físico donde se entrega la firma y es respaldado por un tercero confiable, la autoridad certificadora que lo emitió.

En cuanto a las funciones de la firma electrónica, encontramos [5]:

- **Autenticación.** Valida e identifica al firmante. Característica que a través de protocolos de criptografía asimétrica permiten la identificación del firmante mediante la verificación de las claves pública y privada.
- **Confidencialidad.** Sólo los involucrados conocen el contenido del mensaje. Se garantiza la confidencialidad de la información enviada y recibida, asegurando, además, que no se producirá ningún acceso externo de personas no autorizadas a los datos enviados.
- **Integridad.** Asegurar la integridad de la información transmitida. Los datos enviados están totalmente protegidos, impidiendo a terceros poder acceder a los mismos, alterarlos, modificarlos o suprimirlos.
- **No - repudio.** El remitente no pueda negar la emisión del mensaje. Esta característica, que se encuadra como una de las funciones de la firma electrónica, nos indica que en el supuesto de que una persona o institución genere cualquier tipo de información y envíe la misma a través de medios electrónicos y con firma electrónica acompañando al documento, el destinatario se queda con una prueba que garantiza que quien envía tal información es la persona firmante de la misma.

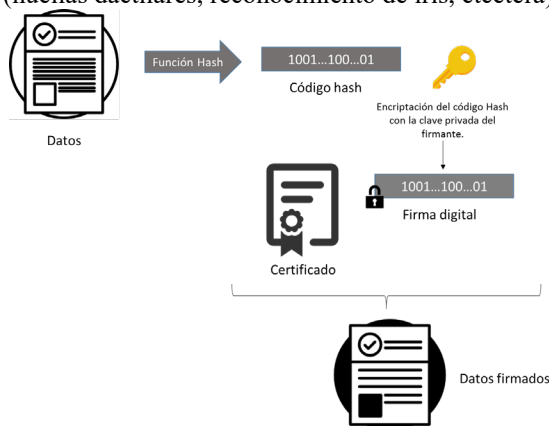
El proceso de firma de un documento consiste en la generación de un documento electrónico en donde el firmante, a través del uso de su certificado digital - Firma Electrónica Avanzada, inicia el proceso generando el documento electrónico, mismo al que se le extrae un hash o función resumen que a través del uso de la clave privada del firmante se encripta (cifra), dando origen de esta manera al documento firmado.

Este documento contiene además de la información original el hash generado, único en su clase debido a que fue generado con la clave privada del firmante. Una vez que llega al destinatario se inicia el proceso de descifrado del documento a través de la descifra del mismo, con el uso de la clave pública del documento. Si el hash resultante es igual al hash del documento, se está en posición de un documento firmado, electrónicamente válido.

Asimismo, algunos elementos que dan robustez a un documento firmado a través de Firma Electrónica Avanzada, van más allá de los algoritmos de cifrado y responden a procesos de carácter normativo, que otorgan certeza al proceso, entre los cuales podemos mencionar [5]:

- Seguimiento de los lineamientos en materia de normatividad vigente de Firma Electrónica Avanzada;
- Emisión de certificados digitales conforme a estándares;
- Creación de los certificados digitales por una Autoridad Certificadora válida, que funge como el tercero confiable, dando certeza sobre los procesos, los certificados digitales y su gestión;
- Infraestructura robusta y cumplimiento de estándares nacionales e internacionales en cuanto a la gestión y resguardo de certificados digitales;
- Disposición de herramientas de verificación de validez de los certificados digitales;
- Mecanismos de almacenamiento y gestión de firmas electrónicas conforme a los estándares, y

- Validación de la identidad del firmante a través de medios de identificación físicos (acreditación mediante identificación, identificación ocular), biométricos (huellas dactilares, reconocimiento de iris, etcétera), entre otros.



**Fig. 1.** Proceso de Firmado.

Si bien el concepto de Firma Electrónica Avanzada resulta hasta cierto punto abstracto y de difícil comprensión, los beneficios que ofrece son altamente tangibles y permiten que una vez que el proyecto se incorpora a las organizaciones, se encuentren aplicaciones prácticas de la misma [5].

#### **4 El proceso de implementación de la Firma Electrónica Avanzada en la UNACAR**

Como parte de los objetivos de mejora de la gestión administrativa para tener procesos que permitieran atender de manera eficaz y eficiente a los diferentes usuarios de la UNACAR, se realizó un análisis para determinar qué módulos del SIIAA eran factibles de incorporar la Firma Electrónica Avanzada.

Derivado de lo anterior, se decide que el proceso de generación de actas y el sistema de calificaciones web eran factible para realizar una reingeniería e incorporar la Firma Electrónica Avanzada ya que el impacto que se tendría sería mayor al ser uno de los procedimientos pilares para la generación de información hacia otros sistemas y que contaba con el mayor número de usuarios.

Posteriormente se planteó dos escenarios, el primero adquirir los certificados a través de un proveedor comercial y que el desarrollo del proyecto se realizará a través de una empresa externa. El segundo escenario fue el de revisar qué otras IES del país se encontraban trabajando en iniciativas como ésta a fin de conocer la experiencia y grado de avance en la implementación, teniendo los siguientes resultados:



**Tabla 1.** Análisis del estado de implementación de FEA en algunas IES [6].

Institución	Situación	Decisión
Symantec	Es una corporación internacional que desarrolla y comercializa software para computadoras, particularmente en el dominio de la seguridad informática, al contactarnos nos ofrecieron Symantec Digital IDs for Secure Email que es una tecnología muy parecida, sin embargo para poder implementarla la firma electrónica avanzada tendría que ser un proyecto muy particular, por lo que nos solicitaron número de usuarios, como esta primera fase era solo para docentes enviamos 600 usuarios, creo que no convino a sus intereses, porque jamás que nos enviaron la cotización, cabe aclarar que las licencias para el mail oscilan en 19.95 dólares por año.	Se descartó adquirir licencias por estar supeditados a los altos costos por usuario y no ser tecnología propietaria, además del costo de la implementación.
Instituto Politécnico Nacional	En proceso de implementación, sin embargo estaban con un proveedor externo y con muchos problemas asociados a ello.	Se descartó por no tener la experiencia en la implementación.
Universidad Autónoma de México (UNAM)	Experiencia de más de 10 años en esta materia, apertura para fungir como asesores en la implementación. Iniciativa para formar entre universidades una autoridad certificadora central (UNAM), que fuera estandarizando la generación de firmas electrónica en las IES y que por las características de la UNACAR podríamos ser la primera institución de ser beneficiadas con este proyecto.	Opción viable. Se decide formalizar la solicitud a través de los rectores de ambas instituciones.

Del análisis realizado y tomando en cuenta la infraestructura necesaria para implementar un servidor como unidad certificadora, se decide encaminar el proyecto a través de un convenio de colaboración entre universidades, para ello se realiza una vista de trabajo al Departamento de Firma Electrónica Avanzada adscrita a la Dirección General de Tecnologías de Información y comunicación de la UNAM, con la finalidad de establecer los alcances y limitaciones del proyecto, estableciendo que el proyecto se desarrollaría en dos fases, la primera usando la infraestructura tecnológica de la UNAM y fungiendo como una sub autoridad certificadora y la segunda con la implementación de la autoridad certificadora UNACAR con su propia infraestructura.

Dentro de los alcances se definieron los que corresponden al departamento de Firma Electrónica Avanzada de la UNAM.

**Tabla 2.** Fases de implementación.

Fase	Actividad	Alcance	Periodo
1	Asesoría y soporte técnico documental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de criterios y estándares en su solución</li> <li>• Revisión y análisis de documentación</li> <li>• Técnica</li> <li>• Operativa</li> <li>• Normativa</li> <li>• Implementación de buenas prácticas</li> </ul>	2014
1	Servicios de certificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisión de certificados digitales</li> <li>• Firma electrónica avanzada</li> <li>• Alojados en Infraestructura de la UNAM</li> <li>• Aplicaciones</li> <li>• Herramientas de consulta y administración</li> <li>• Capacitación</li> <li>• Respaldo técnico-normativo</li> <li>• Gestión</li> <li>• custodiada</li> </ul>	2015
2	Servicios de implementación de Autoridad Certificadora y Firma Electrónica Avanzada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transferencia de conocimiento para:</li> <li>• Creación de autoridad certificadora propia</li> <li>• Componente de Firma Electrónica Avanzada</li> <li>• Emisión de normatividad</li> <li>• Documentación técnico- normativa</li> <li>• Infraestructura propia</li> </ul>	2016

#### 4.1 Fases de implementación.

##### 4.1.1 Fase 1 – Integración de la UNACAR como sub autoridad Certificadora de la UNAM usando la infraestructura de Firma Electrónica Avanzada UNAM.

El 11 de septiembre de 2014, es la fecha oficial del inicio del proyecto de Firma Electrónica Avanzada en colaboración con la Universidad Nacional Autónoma de México.

La elección de la UNAM para la implementación del proyecto se debe a su liderazgo en materia de Firma Electrónica Avanzada en instituciones educativas en México y que durante más de 10 años de operación ha emitido más de un millón de firmas electrónicas en diversos ámbitos del quehacer universitario. Por otra parte desde el 2010 se inicia el proyecto de desarrollo de autoridad certificadora y su iniciativa de homologación con el gobierno federal, con la finalidad de obtener el reconocimiento de los certificados digitales entre instituciones y, por ende, firma electrónica de manera indistinta con el mismo certificado digital sin importar el emisor. En contraparte aspectos como claridad en la definición del alcance del proyecto, sistemas y aplicaciones en línea, conocimiento técnico del grupo de trabajo y genuino interés en el proyecto fueron determinantes para seleccionar a la Universidad Autónoma del Carmen como la primera institución en la cual se trabajaría el proyecto de Firma homologada.

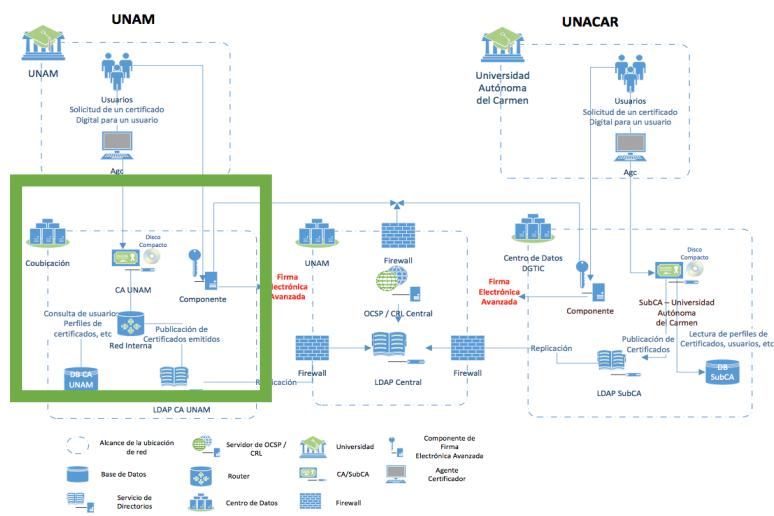
Se propuso la incorporación de la Firma Electrónica Avanzada en la impresión de las actas de calificaciones en los niveles medio superior, superior y posgrado

contando con el apoyo del Departamento de Firma Electrónica Avanzada adscrito a la Dirección de Sistemas y Servicios Institucionales, de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación (DGTIC) de la Universidad Nacional Autónoma de México a través de un convenio de colaboración.

En esta primera fase el alcance se limitó a que la entidad emisora serían los servidores de la UNAM y se estableció a la UNACAR como una entidad sub certificadora con la finalidad de dar certidumbre a los procesos y que la firma autógrafa se sustituya por la electrónica. De manera general el acuerdo de colaboración consistió en:

- Conocimiento técnico, operativo y legal.
- Hosteo y administración de los sistemas de Autoridad Certificadora y Firma Electrónica Avanzada.
- Interoperabilidad.
- Certeza, respaldo, apegado a estándares nacionales e internacionales.
- Reconocimiento de certificados digitales entre las partes.

Como en esta primera fase la UNAM fungió como la Autoridad Certificadora líder, la UNACAR adoptó toda la normativa que se tenía establecida al respecto, así como las sugerencias que competan en materia de integración. El 1 de junio de 2015, se aprueba por Consejo Universitario la implementación y validez de la Firma Electrónica Avanzada, estableciendo su equivalencia con la Firma Autógrafa en la generación de actas de calificaciones. Siendo este uno de los cambios más importantes a la normatividad universitaria que permitió el inicio de operación de la firma.



**Fig. 2.** Esquema de firma UNAM - UNACAR.

Para entregar a los docentes los certificados para que firmaran de manera electrónica las actas, se realizaron jornadas de entrega por facultad. En dichas jornadas el académico se presentó con uno de los agentes certificadores con original

y copia de identificación oficial y Clave Única de Registro de Población, documentos que se anexan a los expedientes físicos de Firma Electrónica Avanzada<sup>70</sup>.

Una vez presentados los documentos, el Agente Certificador ingresa el dato de la CURP en el sistema para emitir certificados. Solicitando al usuario que establezca una contraseña, misma que deberá tener 8 caracteres mínimo y ser alfanumérica, esta deberá ser confidencial, nadie deberá conocerla debido a que con esta se lleva a cabo el proceso de Firma Electrónica. Una vez que se ha ingresado, el usuario deberá firmar una carta compromiso y le será entregada una copia y su certificado digital, mismo que utilizará cuando tenga que firmar en fecha posterior. Es finalmente el 11 de junio de 2015, la fecha que inicia en operación la Firma Electrónica Avanzada en la UNACAR.



**Fig. 3.** Elementos que se entregan a los usuarios de Firma Electrónica Avanzada.

#### 4.1.2. El SisCA Web y la Firma Electrónica Avanzada

El Sistema de Calificaciones Web (SisCa) versión 2.0 se realizaron modificaciones importantes, ya que se utilizó otro lenguaje de programación basado principalmente en ASP.NET, así como una reestructuración de los módulos haciéndolos más amigables a los usuarios y una nueva estructura de las tablas de almacenamiento de la base datos para asegurar la integridad de la información. Quedando de la siguiente manera:



**Fig. 4.** Pantalla de Inicio de Sesión



**Fig. 5.** Pantalla principal.

<sup>70</sup> En México, la Clave Única de Registro de Población (CURP) es un código alfanumérico único de identidad de 18 caracteres utilizado para identificar oficialmente tanto a residentes como a ciudadanos mexicanos de todo el país.

En el encabezado del menú tiene las siguientes opciones:

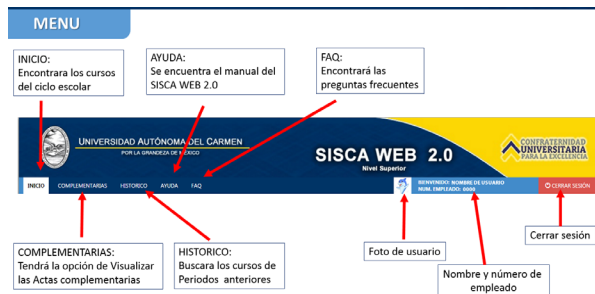


Fig. 6. Menú

Se muestra la información de los cursos del ciclo escolar correspondiente, visualizando la siguiente información: Ciclo escolar, el nombre de la materia, clave de grupo, modalidad, el horario en que se imparte la materia y una serie de botones que se explican a continuación.



Fig. 7. Pantalla de Grupos

En el botón Grupo se muestra las secuencias disponibles para el curso seleccionado, accediendo a los criterios de evaluación con el botón calificar.



Fig. 8. Criterios a calificar

+Secuencias +Grupos

CRITERIOS DISPONIBLES PARA EL CURSO

NOTA IMPORTANTE

El número en color VERDE indica que la calificación se guardó correctamente. El número en color ROJO indica error al guardar la calificación o en que el valor no es válido y excede al permitido.

NOMBRE DEL PROFESOR	MATERIA		TABLA DE CRITERIOS Y VALORES QUE APLICAN
NOMBRE DE USUARIO	DISEÑO		1 OBTENER REQUERIMIENTOS CLAROS Y ESPECÍFICOS DE LAS NECESIDADES DEL USUARIO 20
GRUPO	270275766104AD131	PERÍODO	FEB 2015
NUM. SECUENCIA	1	VALOR SECUENCIA	40
2 CONSTRUIR UNA PROPUESTA DE DISEÑO INTERACTIVO A LOS REQUERIMIENTOS OBTENIDOS	20		

#	MATRÍCULA	NOMBRE DEL ALUMNO	1	2	GUARDAR	VERDE se guardó correctamente. ROJO error al guardar o valor no válido
1	000000	NOMBRE ALUMNO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="M"/>	←
2	111111	NOMBRE ALUMNO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="M"/>	←
3	222222	NOMBRE ALUMNO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="M"/>	←
4	333333	NOMBRE ALUMNO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="M"/>	←

**Fig. 9.** Captura de calificaciones por estudiante.

En el botón reporte el docente tiene la opción de visualizar el listado de sus estudiantes con sus calificaciones correspondientes por secuencia.

regresar

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARMEN

CALIFICACIONES DE ALUMNOS (SisCA Web por Competencias)

Folio: LPNFE1501177

Profesor: NOMBRE DE USUARIO  
 Fecha: 25/10/2015  
 Cuerpo Académico: ACADEMIA  
 Período: FEB2015  
 Materia/Curso: COSTOS  
 Grupo: 270275766104AD131

MATRÍCULA	NOMBRE	PR	SEC_1	SEC_2	CAL_FINAL
051225	NOMBRE ALUMNO	LI	0	0	
070372	NOMBRE ALUMNO	LI	0	0	
074247	NOMBRE ALUMNO	LI	0	0	
100940	NOMBRE ALUMNO	LI	0	0	

No. de Alumnos: 4

**Fig. 10.** Reporte de calificaciones por estudiante.

Finalmente, el sistema muestra el botón de firma y cierre de actas:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARMEN

CALIFICACIONES DE ALUMNOS (SisCA Web por Competencias)

Folio: LPNFE1500718-1

Profesor: NOMBRE DE USUARIO  
 Fecha: 25/10/2015  
 Cuerpo Académico: ACADEMIA  
 Período: FEB2015  
 Materia / Curso: COSTOS  
 Grupo: 142975541104CMF11

MATRÍCULA	NOMBRE DEL ALUMNO	CAL. FINAL
123456	NOMBRE ALUMNO	100

←

No. de Alumnos: 1    No. de Aprobados: 0    No. de Reprobados: 1    Porcentaje de Aprobación: 0%

**Fig. 11.** Pantalla de firma y cierre de acta.



**Fig. 12.** Componente de Firma

Posteriormente deberá seleccionar el archivo .pfx que le fue otorgado al momento de entregarle el certificado digital y una vez cargado el archivo, pondrá la contraseña establecida para el proceso de firma.



Fig. 13. Pantalla de Firma

En el botón “**ver PDF**” podrá visualizar el acta en formato PDF, con el listado de alumnos, su calificación y la firma electrónica avanzada del usuario.



Fig. 14. Acta de calificaciones firmada electrónicamente.

En los casos de que no se genere al acta después de haber firmado, el icono “Ver PDF” se pondrá de color naranja, notificando al usuario que se requiere su generación.

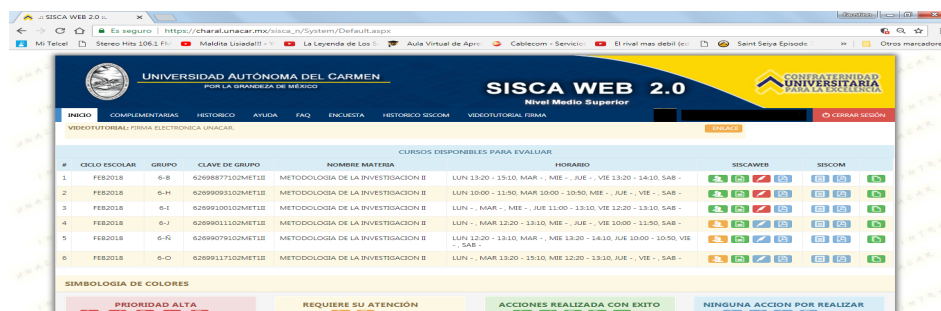


Fig. 15. Imprimir PDF.

#### **4.1.3 Fase 2 – Establecimiento de Autoridad Certificadora UNACAR.**

El 4 de noviembre de 2016 se realizó la firma del convenio de colaboración de la UNACAR con la Dirección General de Tecnologías de la Información y la Comunicación (DGTIC) de la UNAM para la formalización de los trabajos de la segunda fase de la Firma Electrónica Avanzada UNACAR.

En esta fase la UNACAR estableció su propia unidad certificadora, con lo que fue posible implementar la FIRMA-UNACAR en otros procesos y sistemas que requieran una mayor funcionalidad en la gestión administrativa además del Sistema de Calificaciones. El objetivo principal de esta firma de convenio fue el de transferencia de conocimientos para la creación de una Autoridad Certificadora y un componente de Firma Electrónica Avanzada (FEA) en esquema propietario.

Para esta segunda fase, se obtuvieron recursos del Programa de Fortalecimiento de la Calidad en Instituciones Educativas (PROFOCIE) 2014-2015 que otorga la Secretaría de Educación Pública de México, para la adquisición de dos servidores complementarios para el servidor central que ya se tenía por un monto de \$51,600 USD, lo que permitió dar soporte al proceso de firma electrónica avanzada con tecnología acorde a los requerimientos que una autoridad certificadora debe tener y manteniendo aspectos de seguridad de la información como la disponibilidad, integridad y confidencialidad.

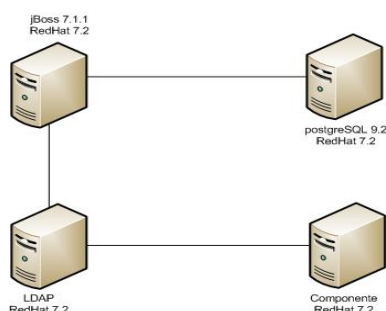
En esta segunda fase abarcó las siguientes actividades:

- Asesoría para creación de autoridad certificadora propietaria bajo esquema de libre licenciamiento e independiente.
- Establecimiento del Comité Técnico de Firma Electrónica Avanzada, el cual es el responsable de la implementación de la Firma Electrónica Avanzada en la UNACAR.
- Establecimiento del Comité Operativo, responsable de la implementación operativa tecnológica de la Firma Electrónica Avanzada en la UNACAR.
- Elaboración de la normatividad institucional y reglas de operación propias.
- Instalación de infraestructura tecnológica.
- Reconocimiento de certificados digitales entre las partes.

Las características de la Autoridad Certificadora UNACAR son las siguientes:

- Certificados digitales x509 v.3.
- Tamaño de llave de 2048.
- Tamaño de llave raíz 4096.
- Algoritmo de firma SHA-1.
- Llave raíz alojada en software criptográfico (HSM).
- Alojamiento en centro de datos de UNACAR.
- Certificados digitales con atributos para: identificación, autenticación, correo electrónico.





**Fig. 16.** Arquitectura de servidores.

#### **4.1.4 Fase 3 – Implementación de Firma Electrónica Avanzada en un segundo módulo del SHAA (Módulo Financiero - Requisiciones de Compra).**

La tercera fase del proyecto inició con la incorporación del uso de la Firma Electrónica Avanzada en el módulo de cotizaciones y requisiciones del Sistema Universitario Financiero (SUF). Para ello se realizó una reingeniería tanto de los procesos que sustentaban la operación de dichos módulos como del sistema informático, con la finalidad de hacer más eficientes las compras de bienes y la contratación de servicios de nuestra institución.

El desarrollo de este nuevo sistema para ambiente web, permite a los titulares de las unidades responsables con presupuesto asignado, la posibilidad de realizar sus solicitudes desde cualquier equipo de cómputo con acceso a internet y firmar de manera electrónica los trámites con lo cual se evita la impresión de documentos así como el traslado de personal a las oficinas de la Coordinación General Administrativa para entrega de los trámites impresos, ya que el control y seguimiento de las solicitudes se realiza de manera electrónica.

La implementación de la Firma al módulo contempló de manera general lo siguiente:

- Reingeniería del módulo de cotizaciones y requisiciones del SUF a plataforma Web.
- Reconocimiento y validez de la Firma Electrónica Avanzada, estableciendo su equivalencia con la Firma Autógrafa en la generación de requisiciones de compras por el Consejo Universitario.
- Reingeniería procedimientos y procesos administrativos del área de compras.

La integración de la FIRMA UNACAR en este sistema, ha permitido el aprovechamiento de las tecnologías de información y la comunicación en pro de la mejora en los procesos de gestión administrativa y documental, disminuyendo los tiempos de atención del área de compras, así como la optimización de los recursos al fomentar la implantación de una administración que tiene como meta a mediano plazo la política de “cero papeles” y contribuir con el cuidado del medio ambiente.



Fig. 17. Requisición con Firma Electrónica Avanzada

## 5 Resultados obtenidos y su impacto.

Para los docentes el nuevo sistema de SisCA Web y la incorporación de la firma electrónica avanzada, ha apoyado sustancialmente su gestión académica, representando una mejoría significativa, el nuevo diseño de captura así como el tiempo de respuesta del acceso a la base de datos institucional, permitiéndole imprimir con una mayor rapidez y certeza el acta de calificaciones del grupo evaluado.

El nuevo diseño del SisCA Web permite a los docentes poder capturar las actividades de acuerdo a los criterios de evaluación estipulados en las secuencias de aprendizajes, permitiendo a los estudiantes poder visualizar la calificación obtenida en el momento en que el docente la capture en la plataforma, a través del *portal del alumno* o bien en la aplicación Android de su dispositivo móvil.

Con respecto a la Firma Electrónica Avanzada, los docentes tienen claro la importancia del uso de la misma en las actas de calificaciones ya que representó una disminución de pasos en el proceso al no tener la necesidad de imprimir físicamente este documento, generando solo el archivo pdf, el cual puede ser visualizado de forma inmediata por la Dirección de Control Escolar aunado a que el docente no necesita estar físicamente dentro de las instalaciones de la institución para finalizar la evaluación de los grupos asignados en cada periodo.

En términos generales podríamos concluir que el nuevo SisCA Web mejora la gestión administrativa de las actas de calificaciones.

De la primera fase se firmaron 10701 actas de calificaciones y en la segunda fase, en donde la UNACAR ya contaba con autoridad certificadora propia, 5643 actas. De este total ninguna de las actas generadas ha sido reportada por el docente como no reconocida.

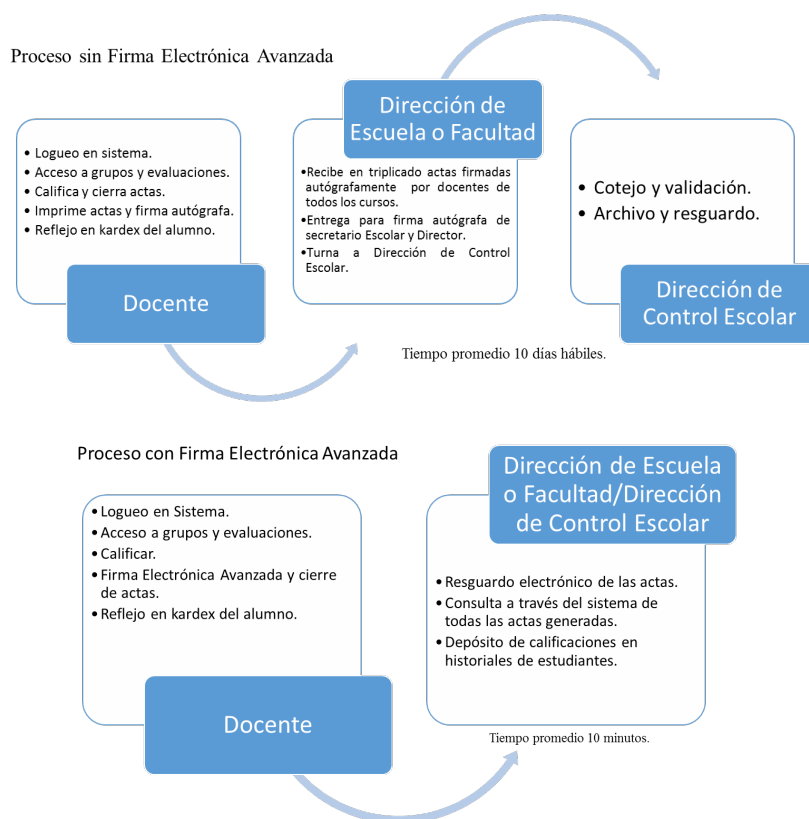


Fig. 18. Comparativo de tiempos de ejecución del proceso de firma de actas y validación.

Por otra parte, desde el 18 de abril del presente año, se han firmado de manera electrónica 815 requisiciones de compra usando la FEA. Derivado que la implantación en este módulo es reciente aún nos encontramos evaluando el impacto que se ha obtenido con la incorporación de la firma.

## 6 Aprendizajes (aciertos y errores).

La implementación del uso de la Firma Electrónica Avanzada en los procesos de gestión académica y administrativa no implica solo la parte tecnológica, sino que es de vital importancia que los dueños de los procesos realizan cambios sustanciales en los mismos que permitan una mejora en los tiempos de respuesta y eficientar el proceso en sí. Una parte importante de la implementación es el compromiso de la alta dirección por emprender cambios en la forma tradicional en la que se ejecuta la gestión universitaria aunado a modificaciones en la normatividad interna que reconozcan la validez de una firma electrónica como se hace con la firma autógrafa, así como el establecimiento de la reglamentación en el uso de la misma.

Uno de los grandes aciertos del proyecto fue el trabajar en conjunto con una institución hermana con probada experiencia en el tema. Si bien, cada IES tienen sus

particularidades en función del entorno al cual pertenecen, las buenas prácticas y el camino recorrido facilitaron la transferencia del conocimiento y permitieron acortar los tiempos de implementación, lo que finalmente llevó a alcanzar los objetivos que se fijaron al inicio del proyecto en los tiempos acordados.

En cuanto a la parte técnica, el principal incidente que se presentó fue la verificación del certificado que amparaba el sitio donde se aloja el componente de FEA, ya que el certificado raíz se encontraba utilizando el algoritmo de encriptación SHA -1<sup>71</sup> ya que en el momento de la implementación los fabricantes de seguridad se encontraban migrando a certificados con encriptación SHA-256, tomándose la decisión de implementar con el primero y posteriormente migrar al segundo, lo cual se realizó en enero de 2018, quedando solucionado la problemática presentada.

#### **Aciertos**

- Alianzas y convenios con universidades que tengan experiencia en el procedimiento a implementar.
- Formar un equipo de trabajo comprometido con el proyecto.
- Capacitación del equipo técnico.
- Participación en convocatorias para obtención de recursos que permitieran adquirir la infraestructura y servicios necesarios para el proyecto.
- Formar un Comité de Firma Electrónica Avanzada UNACAR que dé certeza al proyecto.
- Reingeniería de la aplicación en donde se implementó la FIRMA UNACAR.
- Capacitación a los docentes y administrativos en uso de FIRMA UNACAR.
- Implementación de infraestructura tecnológica de alta disponibilidad.
- Creación del portal de FIRMA UNACAR para información adicional del proyecto y preguntas frecuentes.

#### **Errores**

- Incorporar la Firma Electrónica Avanzada sin realizar cambios en el marco normativo y en los procesos.

### **7 Impactos no esperados y trabajos futuros.**

Derivado del éxito de la incorporación de la Firma Electrónica Avanzada en los sistemas antes mencionados, se han recibido solicitudes de incorporación en otros sistemas siendo los que se han aprobado por el Comité de Firma Electrónica Avanzada por su grado de criticidad, el sistema de Declaración Patrimonial de Servidores Públicos Universitarios y el Sistema Universitario Financiero en el módulo de solicitud y comprobación de viáticos. Módulos en los cuales el Departamento de Desarrollo de Sistemas de la CGTIC se encuentra trabajando actualmente y que tienen programado fecha de liberación en enero de 2019.

Además en el Plan de Desarrollo Institucional 2017-2021[7] en el Eje 6 “*Gobierno y gestión eficiente, eficaz y pertinente*”, se planteó el objetivo de Fortalecer el Sistema Integral de Información Administrativa con módulos innovadores que apoyen la

---

<sup>71</sup> Secure Hash Algorithm, Algoritmo de Hash Seguro.

protección del medio ambiente a través de procesos automatizados de gestión administrativa y académica, mediante la estrategia de incorporación de firma electrónica avanzada UNACAR en procesos que impacten una gestión eficaz y eficiente, lo cual nos asegura que la administración rectoral actual dará continuidad al proyecto al ser una estrategia institucional.

## Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al Dr. José Antonio Ruz Hernández, rector de la Universidad Autónoma del Carmen por el impulso brindado a este proyecto, así como a la Mtra. Lizbeth Angélica Barreto Zúñiga y al Mtro. Alejandro Gerbacio Gerbacio del Departamento de Firma Electrónica Avanzada de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de la Información y la Comunicación de la UNAM, por su valioso apoyo para la implementación de la Firma Electrónica Avanzada en la UNACAR.

## Referencias

1. UNACAR: Plan de Desarrollo Institucional (PDI) 2013-2017. Fomento Editorial, Ciudad del Carmen, Cam., México, (2014).  
[http://www.unacar.mx/contenido/libros/plan\\_desarrollo\\_insti/plan.html](http://www.unacar.mx/contenido/libros/plan_desarrollo_insti/plan.html)
2. Reglamentos de alumnos de la UNACAR,  
[http://www.unacar.mx/secretaria\\_general/informacion/REGLAMENTO\\_DE\\_ALUMNOS\\_DEL\\_28\\_de\\_octubre\\_2003\\_SESION\\_EXTRAORD.pdf](http://www.unacar.mx/secretaria_general/informacion/REGLAMENTO_DE_ALUMNOS_DEL_28_de_octubre_2003_SESION_EXTRAORD.pdf)
3. Izquierdo Enciso, León. La implementación de la Firma Electrónica en México. Revista Economía Informa núm.369. Julio-Agosto 2011, recuperado de:  
<http://www.economia.unam.mx/publicaciones/econinforma/369/08leonizquierdo.pdf>
4. Morales Sandoval Miguel, Díaz Pérez Arturo, Domínguez Pérez Luis Julián: Firma electrónica: concepto y requerimientos para su puesta en práctica. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Junio 2013, recuperado de:  
<http://www.tamps.cinvestav.mx/~mmorales/documents/dsMexico.pdf>
5. Barreto, L.: Evolución de la firma autógrafa a la Firma Electrónica Avanzada. Abril 1, 2015, Revista Digital Universitaria recuperado de:  
<http://www.revista.unam.mx/vol.12/num3/art34/art34.pdf>
6. Peralta, Raúl Arturo: Consultoría de procesos realizada a la Universidad Autónoma del Carmen - Dirección de Control Escolar (Tesis Maestría). UNACAR. Ciudad del Carmen, Cam., México. (2016).
7. UNACAR: Plan de Desarrollo Institucional (PDI) 2017-2021. Fomento Editorial, Ciudad del Carmen, Cam., México. (2018).  
<http://www.unacar.mx/planeacion/PDI/pdi.html>



# TICAL

Conferencia 2018



Transformación Digital en Instituciones  
de Educación Superior,  
Ciencia y Cultura

**3 al 5**  
de septiembre de 2018  
Cartagena de Indias,  
Colombia.

**RENATA**  
COLOMBIA

Red Nacional  
Académica  
de Tecnología  
Avanzada

 **Red  
CLARA**  
Cooperación Latinoamericana de Redes Asociadas