SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN: UNA PROPUESTA BASADA EN SISTEMAS DE VALOR Y EN LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

Information System for Research Management: A Proposal Based on Value Systems and Knowledge Management

DAYANNA SÁNCHEZ RODRÍGUEZ
BLANCA JANNETH PARRA VILLAMIL

RESUMEN

En este capítulo se analiza el rol de los sistemas de información para la gestión de la investigación, basados en sistemas de valor y en la gestión del conocimiento. La aplicación del estudio se realizó en la Universidad Piloto de Colombia. La metodología para llevar a cabo el diseño del sistema de información se fundamenta en los ciclos de investigación propuestos por Hevner (2004). Los resultados muestran que la organización se encuentra en una etapa de maduración de silos empresariales, en lo que se refiere a su arquitectura empresarial. Esto ha permitido una efectiva alineación con las capacidades del sistema de información, orientado a generar procesos participativos, incluyentes y medibles en aras de favorecer estrategias que motiven la articulación de la infraestructura institucional compartida SAP y Banner; los procesos de intercambio y análisis de información; y la construcción de herramientas que fomenten la interacción entre las necesidades del entorno, las líneas de investigación vigentes, la consecución de recursos externos, y el aprovechamiento de los recursos.

Palabras clave: Sistemas de información, gestión de investigación, sistemas de valor, gestión del conocimiento.

ABSTRACT

This chapter analyzes the role of information systems for research management, based on value systems and knowledge management. The study was carried out at the Universidad Piloto de Colombia. The methodology to carry out the design of the information system is based on the research cycles proposed by Hevner (2004). The results show that the organization is in a stage of maturation of business silos, as far as its business architecture is concerned. This has allowed for an effective alignment with the capabilities of the information system, aimed at generating participatory, inclusive and measurable processes in order to favor strategies that motivate the articulation of the shared institutional infrastructure SAP and

Universidad **Simón Bolívar**

Banner; the processes of exchange and analysis of information; and the construction of tools that foster interaction between the needs of the environment, current research lines, the achievement of external resources, and the use of resources.

Keywords: Information systems, research management, value systems, knowledge management.

1. INTRODUCCIÓN

El rol de la tecnología en la Universidad Piloto de Colombia inicia en los años ochenta debido a la necesidad de incorporar aplicaciones que facilitaran los procesos administrativos y académicos institucionales. Las innovaciones implementadas en ese momento fueron generadas a partir de la necesidad de sistematizar las estructuras "conjunto de reglas y recursos de la práctica social" (Orlikowski, 2000), que caracterizaban a cada uno de los usuarios de las unidades de apoyo y los programas académicos. No obstante, dichas necesidades surgían de manera individual en razón de los requerimientos de cada unidad y el uso de la tecnología no respondía a una apuesta estratégica de intercambio de información o interacción entre las diferentes actividades con el ánimo de integrar protocolos, procesos y procedimientos.

Treinta años después, se puede observar que este patrón continúa siendo imperante en el manejo de la tecnología en la Universidad, esto se evidencia a través de una multiplicidad de sistemas de información y aplicaciones no integrados, que dan cuenta de necesidades en términos de procesamiento de datos particulares, y no de la importancia de agilizar y transversalizar el uso de la información como instrumento de análisis del desempeño interno de la institución y de su relación con el entorno. Actualmente existen 29 sistemas de información de uso interno y 4 sistemas de información de reporte, seguimiento y evaluación del Ministerio de Educación Nacional de Colombia y el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación Colciencias* que deben ser actualizados de forma manual y periódica.

* Para mayor información Ver Anexo 1.

Adicionalmente, se identifica que, en las funciones sustantivas de investigación y proyección social, no se cuenta con sistemas de información vigentes, lo cual implica que el levantamiento, procesamiento y análisis de la información se sigue realizando de manera aislada y casi artesanal, únicamente soportados con herramientas ofimáticas y papel.

Por lo anterior, este documento centra su objeto de análisis, en la elaboración de un *constructo* orientador y una propuesta de diseño metodológico participativo y multiagente, que facilite la elaboración de un sistema de información para la gestión de la investigación Piloto, a partir de los hallazgos realizados en la caracterización de los sistemas de información desde el enfoque de la tecnología en la práctica, a través del cual, la identificación de variables como estructura y facilitador de tecnología, son útiles en el establecimiento de necesidades en términos de facilidades, normas y esquemas de interpretación; y la jerarquización de las necesidades desde la visión de la arquitectura empresarial y la agilidad como elementos determinantes para incrementar las competencias de las tecnologías de información desde los sistemas de información, en las organizaciones.

2. SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN LA GESTIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN EN LA UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA: UNA CARACTERIZACIÓN DESDE EL ENFOQUE DE LA TECNOLOGÍA EN LA PRÁCTICA

La Dirección de Investigaciones inicia en el año 2009 un proyecto de investigación con la Facultad de Ingeniería de Sistemas denominado "Sistema de Información para la Gestión de Proyectos de Investigación, SIGINUPC", el cual buscaba a través de una mirada sistémica, diseñar un sistema de gestión que permitiera llevar a cabo un proceso eficiente y eficaz de la gestión de proyectos en la Universidad (Pérez, 2010). Durante los años 2010 y 2011, el proyecto realiza sus respectivas entregas, basadas en "un patrón arquitectónico ***Modelo Vista Controlador-MVC***, un lenguaje ***Java Enterprise Edition – Jee – framework***; la herramienta PostgreSQL 9.0 como gestor

de base de datos sobre la cual se hizo el registro de todos los datos en el sistema, y Jboss, servidor de aplicaciones que permitiría el despliegue de la aplicación para acceder en un principio desde la red interna de la Universidad" (Pérez, 2011); y centradas en tres procesos de la investigación: grupos, propuestas, y semilleros de investigación.

En el año 2010, de manera paralela, la Dirección de Investigaciones se encontraba inmersa en una estrategia de fortalecimiento institucional, orientada a la creación del Sistema de Investigación Piloto-SIP. Este momento no solo implicó la conformación del sistema, sino el ajuste de la totalidad de protocolos documentales (Estatuto, Política y Manual de Gestión de la Investigación Piloto). La implementación del SIGINUPC y la creación del SIP, deberían ser procesos complementarios que al final del ejercicio convergieran y dieran paso a una nueva manera de gestionar los proyectos y la investigación en la Universidad.

No obstante, esto no sucedió. Una vez se aprobaron los pilares documentales del SIP en el año 2011, se pretendió que el SIGINUPC se ajustara a esta visión integral y dinámica de unidades y actores, a través de seis grandes procesos (gestión de programas académicos, grupos de investigación, semilleros de investigación, proyectos de investigación, resultados de investigación, y procesos de calidad), y se sincronizara con la Plataforma ScienTI de Colciencias, con el fin de obtener la información registrada en el CvLAC y GrupLAC de los investigadores y los grupos de investigación Piloto. Dicha convergencia no fue posible debido al nivel de modificaciones que esto implicaba en el SIGINUPC; a los protocolos de comunicación requeridos entre los diferentes sistemas de información; al volumen de datos históricos de investigadores, grupos y semilleros de investigación validados y depurados para migración al SIGINUPC.

Como resultado de la falta de integración con ScienTI y demás plataformas, se hacía inevitable el reproceso, la duplicidad de información y por ende la inconsistencia de datos, que en su momento, no posibilitaron la implementación de un sistema integral que permitiera la trazabilidad de

la gestión de la investigación, la generación de informes para la toma de decisiones y el reporte de los resultados de la investigación a las unidades académicas internas y a los entes reguladores externos a la universidad.

Este resultado evidencia lo mencionado por Orlikowski (2000) en relación a los riesgos de diseñar aplicaciones bajo una perspectiva estructuracional, a través de la cual se concibe que las tecnologias no materializan estructuras –reglas y prácticas sociales–, pues estas solo existen virtualmente, lo cual limita la opción del usuario de redefinir y modificar antes y después del desarrollo la tecnología, presentando los artefactos† tecnológicos como estáticos. Cuando no se tienen en cuenta, las dinámicas flexibles de las estructuras en diseños como el SIGINUPC, los usuarios no pueden hacer, modificar, contradecir o eludir el uso de la tecnología, que ya fueron diseñadas (Orlikowski, 2000). Por lo tanto se hace evidente la necesidad de contar con sistemas de información dinámicos, parametrizables, que se adapten al quehacer de la investigación y respondan a las necesidades de los diferentes actores de forma ágil y eficiente.

En el año 2012 y con una segunda versión del manual de gestión de investigación Piloto, actualizada bajo la metodología PHVA‡, se inicia nuevamente el proceso de búsqueda de un sistema de información propietario y se hace uso de la plataforma Microsoft SharePoint, a través de la cual se intentó sistematizar, a modo de prueba, uno de los formatos principales para la gestión de proyectos de investigación denominada *Ficha General de Proyecto*. A pesar de haber alcanzado el objetivo propuesto de poner

† Entidad identificable relativamente duradera. Fenómeno físico, económico, político, y social organizado en el espacio-tiempo, tiene propiedades materiales y culturales que trascienden la experiencia de las personas y las situaciones particulares (Orlikowski, 2000).

‡ Herramienta de control y mejora continua, que busca desarrollar los procesos dando un orden en el que cada fase se retroalimente de la anterior, generando un curso de acción que permita el desarrollo de cada uno de los componentes del sistema de investigación. Los términos usados en el ciclo PHVA, tienen el siguiente significado: Planear (P): Establecer metas para los indicadores de resultado y establecer la manera (el camino, el método) para alcanzar las metas propuestas. Hacer (H): Ejecutar las tareas exactamente en la forma prevista por el plan y la recolección de datos para la verificación del proceso. Verificar (V): Realizar el seguimiento tomando como base los datos recolectados durante la ejecución; se compara el resultado obtenido con la meta planificada. Actuar (A): Tomar las decisiones para mejorar continuamente el desarrollo de los procesos. En esta etapa se detectan desvíos de los procesos, actuando de modo que el problema no se repita (Maya, 2005 citado en Manual de Gestión para la Investigación en la Universidad Piloto de Colombia, 2014).

en línea el formato, los requerimientos para la generación de reportes, así como la integración de la información no fueron resueltos, llegando a la definición institucional, que debido a las particularidades de los procesos de la Dirección de Investigaciones, era necesario realizar nuevos desarrollos que no eran suplidos por las funcionalidades presentes en Microsoft SharePoint y además con recursos adicionales que no estaban dentro de las planeaciones presupuestales del momento.

Durante los años 2014, 2015 y 2016 se inician procesos de fortalecimiento institucional asociados al proceso de acreditación de la Universidad Piloto de Colombia, y justamente, el sistema de información, es uno de ellos. Desde entonces se evalúan diferentes alternativas para implementar un sistema de información que responda a las necesidades de la gestión de la investigación Piloto y que se integre con los sistemas de información internos SAP (***Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos***, correspondiente al manejo financiero, contable y presupuestal) y ***Banner (***sistema académico en reemplazo de Universitas XXI) y al sistema de información externo ScienTI.

En este sentido, se evidencia la posibilidad de hacer funcional un sistema de información para los procesos establecidos en el ***Manual para la Gestión de la Investigación Piloto,*** partiendo del aprendizaje obtenido en las experiencias anteriores. En esta línea, surge la necesidad de desarrollar estrategias para precisar facilidades, normas y esquemas de interpretación para el uso de la infraestructura tecnológica en estos procesos, con el objeto de llevar a cabo la planeación estratégica bajo el esquema de arquitectura empresarial, el cual debe estar orientado a construir un diseño participativo, dinámico, transaccional y funcional que responda a las necesidades y al quehacer de la gestión de la investigación, que no debe estar limitado a los proyectos; por el contrario se entiende como sistema articulador entre los diferentes procesos internos y externos de la investigación.

En primer lugar, es claro que en el caso de la gestión de la investigación Piloto, la acción humana y las prácticas sociales cotidianas de los proce-

sos que se desarrollan, determinan el surgimiento, el uso, y los cambios de la tecnología que se decida implementar. Por tanto, es necesario que el diseño de la solución se soporte en una lógica constructivista, a través de la cual, la tecnología examina qué hace la gente con las tecnologías en uso, entendiendo el uso, como la apropiación de las estructuras que hacen parte de la tecnología. Este enfoque hace que los analistas, arquitectos y desarrolladores (de la tecnología) materialicen protocolos, reglas, procesos, procedimientos y recursos en el contexto específico de intervención (estructuras), mediante un proceso social y participativo, alineado al plan estratégico de la Dirección de Investigaciones y que, sean validados y apropiados por los usuarios. Aquí el postulado es que cuando los usuarios interactúan con la tecnología generan estructuras conformadas por un conjunto de reglas y recursos que sirven para su interacción y fortalecen y enriquecen dichas tecnologías.

En síntesis, para la Universidad Piloto, y específicamente para la gestión de investigación, la tecnología se hace en la práctica ***(tecnología en la práctica)***, porque es la aplicación recurrente y el uso de las tecnologías las que determinan el operar de los artefactos tecnológicos. Sin embargo, este proceso se ha desarrollado por un tipo de tecnología en la práctica, denominado *inercia*, debido a que la tecnología se incorporó a los procesos administrativos y académicos para conservar su forma de hacer las cosas y no como la alternativa para aumentar o mejorar sus formas existentes de colaboración, productividad individual, resolución de problemas colectivos, y proceso de soporte, ni mucho menos como opción para utilizar nuevas tecnologías para alterar sustancialmente su forma de hacer cosas (Orlikowski, 2000).

Partiendo de este análisis, es prioritario que la búsqueda de soluciones en términos de sistemas de información para la gestión de investigación Piloto sea precisada en la necesidad de proponer la dinamización de la estructura para la gestión de investigación a partir de tres elementos: facilidades e instalaciones; normas, y esquemas de interpretaciones de la tec-

nología, con el objeto de establecer alternativas de uso continuo y situado de la tecnología que se proponga ***Tecnología en la Práctica: Aplicación y Cambio*** (Orlikowski, 2000). Estos elementos planteados por Orlikowski, se pueden describir, para nuestro caso específico, como la estructura y los facilitadores de la ***tecnología en práctica*** para la investigación Piloto de la siguiente manera:

a. **Facilidades e instalaciones**

- Existencia de un departamento de tecnología de la información en la Universidad Piloto de Colombia.
- Proceso de fortalecimiento institucional, sistemas de información integrados: SAP, BANNER y SIGIIP.
- Interés institucional de realizar asignaciones presupuestales para implementación y mantenimiento del sistema de información para la gestión de la investigación Piloto.

b. **Normas**

- *Sistema de Investigación Piloto*. El Sistema fue creado en el año 2011, a través de Acuerdo de Consiliatura No. 004-2011, y tiene como propósito, integrar normas, actores, procesos y procedimientos del quehacer investigativo. El Sistema está soportado en tres pilares documentales Estatuto del Sistema de Investigaciones, Política General de Investigaciones, y Manual de procesos y procedimientos para la gestión de la investigación Piloto (Universidad Piloto de Colombia, 2011a), y estructurado en seis niveles que crean sinergias con el contexto sociocultural en el cual está inmersa la Universidad, para facilitar e impulsar la gestión investigativa y la producción de conocimiento:
    - Nivel institucional (Aval y respaldo): Consejo Superior Académico, Rectoría y Vicerrectoría.
    - Nivel directivo-Decisorio: Dirección de Investigaciones.
    - Nivel estratégico: Gestión de Transferencia de Conocimiento.
    - Nivel asesor y consultor: Consejo Central de Investigaciones-CCI y Comité Técnico de Investigaciones.

- Nivel de gestión: Gestión de Investigación Pregrado y Postgrado; Gestión de líneas de Investigación Institucional; Gestión de Calidad, procesos y autoevaluación (Capítulo de Investigaciones); Gestión Universidad, Empresa, Estado y Sociedad-UEES.
- Nivel ejecutor o generador de conocimiento: Facultades, Programas Académicos, Grupos de Investigación y Semilleros de Investigación.

- *Definición del Sistema de Investigación Piloto basado en el modelo de sistema viable.* En la investigación Piloto no existe la tradicional escisión que los modelos llamados "investigativos" y del "aprendizaje" han hecho ver como ejercicios separados, donde se privilegia el pensar como un primer momento para luego pasar al hacer. Por lo tanto, los aprendizajes activos, constructivos y significativos acompañan la visión de academia Piloto. Es por ello que el Viable System Model (VSM) o Modelo de Sistema Viable, original del profesor inglés Stafford Beer, en 1972, brinda las herramientas fundamentales para hacer de la relación docente-investigador-estudiante-institución un proceso de aprendizaje grupal, fortaleciendo los criterios de sentido y gestión de la investigación y la apropiación por parte de los interlocutores. Por lo anterior, las funciones sustantivas de docencia, investigación y proyección social convergen en el Sistema de Investigación Piloto donde las relaciones de gestión contemplan una visión integral y sistémica, mediante el siguiente esquema (Universidad Piloto de Colombia, 2014, p.5):

Figura No. 1. Mapa de procesos de la investigación Piloto

Fuente: *Elaboración propia a partir de la Politica General de Investigaciones (Universidad Piloto de Colombia, 2011b)*

- *Manual de procesos y procedimientos para la gestión de la investigación Piloto.* Contempla los seis procesos rectores de la gestión de la investigación con sus respectivos procedimientos, de la siguiente manera:

PROCESO	NÚMERO DE PROCEDIMIENTOS	FORMATOS	HERRAMIENTA DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN
Gestión programas académicos	2	3	Word, Excel, Papel
Gestión grupos de investigación	3	4	Word, Excel, Papel
Gestión semilleros de investigación	4	5	Word, Excel, Papel
Gestión proyectos de investigación	4	20	Word, Excel, Papel
Gestión resultados de investigación	8	6	Word, Excel, Papel
Gestión procesos de calidad	2	7	Word, Excel, Papel
TOTAL	**3**	**45**	**N/A**

Fuente: *Elaboración propia a partir del Manual de procesos y procedimientos para la gestión de la investigación de la UPC (Universidad Piloto de Colombia, 2014)*[§]

§ Para ampliar información ver Anexo 2.

c. **Esquemas de interpretación**

- No existe un sistema de información prediseñado que integre funcionalmente todos los requerimientos de la gestión de la investigación Piloto.
- Es necesario contar con un horizonte institucional definido para la implementación del sistema de información para la gestión de la investigación Piloto.
- Vinculaciones de perfiles capacitados para búsqueda de interesados (*stakeholders*) y patrocinadores (*sponsors*) que cofinancien los proyectos de investigación, dedicados exclusivamente a tareas cotidianas de seguimiento a los procesos de la gestión con las herramientas actuales.
- El presupuesto de la Dirección de Investigaciones como unidad gestora líder de la investigación en la Universidad, no es lo suficientemente amplio para incorporar la contratación de una consultoría que diseñe una solución incluyente.

Lo anterior permite inferir que se evidencia la necesidad de un diseño participativo e incluyente de una solución tecnología basada en una arquitectura empresarial, que busque transformar los facilitadores de la estructura para la gestión de la investigación Piloto, en términos de:

- **Facilidades/Instalaciones:** Participación activa en el proceso de fortalecimiento institucional para sistemas de información, realizando la propuesta de un sistema de información que agilice los procesos de investigación y facilite la búsqueda de información pertinente a los abordajes que se estén desarrollando por parte de los grupos de investigación y demás actores del proceso.
- **Normas:** Ajustar procesos y procedimientos para facilitar la actualización y la trazabilidad en términos de monitoreo y validación de resultados.
- **Esquemas de interpretación**: La tecnología en sí misma debe motivar su uso, y ser percibida por los usuarios como una herramienta de

integración para mejorar y facilitar las relaciones intraorganizacionales a través de la comunicación y el intercambio de información esto es lo que se denomina ***Tecnología como experiencia,*** no solo hacemos uso de ella, sino que estamos en constante interacción porque hace parte fundamental de la cotidianidad (McCarthy, 2004).

3. ARQUITECTURA EMPRESARIAL: JERARQUIZACIÓN DE NECESIDADES PARA UN SISTEMA DE INFORMACIÓN EN LA GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN PILOTO

La arquitectura empresarial es un término que emerge en los años noventa, y describe la forma en la cual las empresas organizan lógicamente los sistemas de información en el marco de la infraestructura técnica, humana, y las capacidades en procesos y procedimientos, en aras de direccionar las necesidades tecnológicas, integrando y estandarizando de esta manera la gestión organizacional (Bradley, 2011). Otros autores como Serna, la definen como un acercamiento holístico para el manejo y gestión de una organización que abarca procesos de negocios, sistemas de información, datos e información, y la infraestructura tecnológica. Lankhorst (2005) presenta la Arquitectura Empresarial como un conjunto coherente de principios, métodos y modelos que se utilizan en el diseño y la realización a nivel empresarial de la estructura organizacional, los procesos de negocios, los sistemas de informacion, y la infraestructura (Serna, 2010).

De acuerdo con Bradley (2011), la arquitectura empresarial contempla cuatro etapas de maduración en una organización:

a. *Etapa de silos empresariales:* Desarrollo funcional de los sistemas, existencia de aplicaciones funcionales dirigidas a solucionar necesidades específicas (problemas y oportunidades locales) de la empresa, automatización de ciertas prácticas empresariales.
   Si una empresa comienza a concentrarse solamente en las soluciones inmediatas en lugar de las de largo plazo, esta etapa se vuelve

muy costosa. Los gerentes tienen control sobre las decisiones del negocio y de tecnologías de la información en esta etapa, lo que hace que la flexibilidad general sea muy limitada (Ross, 2015).

b. *Etapa de tecnología estandarizada:* Cambio del enfoque centrado en la resolución de problemas locales a compartir infraestructura (Ross, 2015). Las organizaciones se centran en desarrollar tecnologías de la información estandarizadas y adaptar su infraestructura (aplicaciones) a estos estándares –***integración de sistemas y estandarización de datos***–. La normalización o estandarización produce valor, ayudando a las organizaciones a mejorar su eficiencia y rentabilidad (Bradley, 2011).

   Al deshacerse de los programas redundantes, se acorta la cantidad de tiempo que implica implementar nuevos programas y, por lo tanto, se aumenta la flexibilidad general. En lugar de buscar la mejor tecnología para resolver un problema, las organizaciones comienzan a buscar la mejor solución usando sus plataformas actuales (Ross, 2015).

c. *Etapa de núcleo optimizado:* Se genera una alineación por ventaja competitiva, transformando el enfoque de la infraestructura compartida y aplicaciones específicas a un sistema empresarial de intercambio de datos flexible ***–Integrar procesos de la empresa–*** (Bradley, 2011). "Los gerentes del negocio comienzan a perder control de los procesos y, a veces, de las personas y los sistemas, a medida que se instalan datos y procesos en toda la empresa" (Ross, 2015).

d. *Etapa de Modularidad Empresarial:* Alineación inter-organizacional y agilidad a través de módulos para la empresa que enlazan procesos internos y externos. La organización incrementa en aprovechamiento de competencias con los sistemas de información y los datos (Bradley, 2011). "La empresa logra agilidad a través de módulos que se pueden personalizar, reutilizar y vincular. La capacidad de personalizar estos módulos implica que aumenta en gran medida la flexibilidad general en esta etapa" (Ross, 2015).

En esta cuarta etapa, nos referimos a la agilidad como valor estratégico de los sistemas de información ya que a través de la agilidad empresarial, las organizaciones desarrollan la habilidad para detectar oportunidades y asegurar esas ventajas competitivas en el mercado, mediante la organización rápida y sorpresiva de los activos, el conocimiento (comprende la exploración ***–experimentación–***, y explotación ***–uso y desarrollo de cosas listas–***, y las relaciones en la organización. Existen tres tipos de agilidad, ***la orientada a los clientes,*** "habilidad para cooptar clientes en la exploración y explotación de oportunidades de innovación"; ***la direccionada a los socios,*** "habilidad para apalancar activos, conocimiento y competencias de proveedores, distribuidores, contratistas en la exploración y explotación de innovación", y ***la agilidad operacional,*** "habilidad para lograr velocidad, precisión y economías de escala en la exploración y explotación de innovación" (Sambamurthy, 2003).

Según Sambamurthy (2003), la agilidad, las opciones digitales y la alerta para emprender, son el grupo de capacidades dinámicas¶ que junto al desarrollo de procesos estratégicos como: construcción de necesidades, acción emprendedora y adaptación coevolucionaria, pueden soportar una planeación estratégica organizacional exitosa, basada en las competencias de las tecnologías de la información**. Lo anterior indica que existe una relación muy fuerte entre la importancia que las organizaciones integren la arquitectura empresarial como práctica recurrente y continua, y el valor de los sistemas de información para la misma organización, medido en términos de: 1) capacidad de respuesta al mercado, 2) gerencia de relaciones externas, 3) habilidad para bajar costos operacionales.

Bajo este escenario, podemos concluir que tal y como lo menciona Serna (2010), la ***arquitectura empresarial***, explica cómo todos los elementos de las tecnologías de la información se integran y trabajan en un todo, con

¶ Capacidad de las empresas para integrar, construir y reconfigurar los recursos internos y externos en la creación de las capacidades de orden superior que son incrustados en su desarrollo social, estructural y cultural contexto.

** Base de recursos y capacidades que definen la habilidad de la organización para innovar, basada en sistemas de información.

el propósito de contrarrestar dos problemas de los sistemas de información en las organizaciones que vemos reflejados en la trayectoria que ha tenido el sistema de información para la gestión de la investigación Piloto: no existe capacidad para gestionar la complejidad tecnológica de los sistemas de información (SIGINUPC- Microsoft SharePoint) y la dificultad por parte de los diseñadores para generar valor real del SIGINUPC en relación a las necesidades establecidas. Lo anterior evidencia que la Universidad como organización está en una etapa de maduración de ***silos empresariales***, en lo que se refiere a su arquitectura empresarial, con la existencia de 29 sistemas de información y aplicaciones que atienden requerimientos particulares, más que a una infraestructura compartida, un sistema empresarial integrado y el vínculo de procesos internos y externos en pro de la agilidad. Aunque en los años 2015 y 2016, la Universidad inició el tránsito a consolidar una infraestructura compartida, se debe avanzar rápidamente al intercambio y unificación de datos ***etapa de núcleo optimizado***, en aras de responder a las necesidades de integración entre procesos internos y externos que agilizará la capacidad de la Universidad para identificar las principales demandas y oportunidades del contexto (calidad, innovación, y respuesta a la problemáticas de la sociedad) ***modularidad empresarial.***

En este sentido, la solución que se seleccione para la gestión de la investigación Piloto debe estar orientada a: superar la etapa de funcionalidad específica de los ***silos***; articularse a la infraestructura compartida institucional ***SAP y Banner***; generar procesos de intercambio y análisis de información; integrarse con sistemas externos como ScienTI; y contemplar herramientas que fomenten la interacción entre las necesidades del entorno, las líneas de investigación vigentes, la consecución de recursos externos, y el aprovechamiento de los recursos (humanos y financieros), con el objeto de generar resultados de investigación innovadores, pertinentes, replicables y sostenibles. La conciencia del diagnóstico del rol de la tecnología en la Universidad Piloto de Colombia y las buenas prácticas de los antecedentes de las soluciones anteriores en gestión de investigación, facilitará el diseño e implementación de una solución idónea, que pueda validar las siguientes hipótesis:

- Disminución en horas de trabajo en tareas operativas de los gestores de investigación, permitiendo reorientar el alcance de estos roles al acompañamiento y asesoría de los investigadores; seguimiento a proyectos; comunicación con los equipos de investigación (grupos de investigación, decanos, investigadores, estudiantes y otras unidades académicas y de apoyo); búsqueda de oportunidades para el desarrollo de la Investigación (convenios, convocatorias, alianzas, redes académicas, participación en eventos, etc.) y difusión de los resultados de investigación, entre otros.
- Incremento de la agilidad para concretar participaciones de instituciones externas en los proyectos de investigación; facilidad de creación y generación de redes de conocimiento o alianzas estrategias dirigidas a generar resultados innovadores de investigación y simplificación de la gestión de la investigación en términos de procedimientos y protocolos.
- Aumentar los indicadores de innovación en los resultados de investigación a partir de una herramienta que facilite la correlación del *know how* de la universidad y las necesidades y problemáticas de contextos específicos.

Las tres hipótesis anteriores nos llevarán a optimizar la planeación estratégica de la investigación Piloto y el posicionamiento de su *core* en el entorno.

4. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN PILOTO

Los sistemas de información no solo se pueden configurar como simples herramientas para incrementar la efectividad en los procesos. El diseño de los sistemas de información debe estar orientado a: entender el conocimiento organizacional (prácticas, manuales, procesos, procedimientos, cargos, roles, reglas, planes, estrategias, metodologías), desarrollar el conocimiento mediante artefactos: *constructos* (vocabulario y símbolos);

modelos (abstracciones y representaciones); *métodos* (algoritmos y prácticas); *e instanciaciones* (implementaciones y prototipos de sistemas); y comunicar el conocimiento organizacional, a través del uso de la tecnología por la misma organización (Hevner, 2004).

March y Smith (1995) citados en Hevner, et al. (2004) manifiestan que el proceso de entender, desarrollar y comunicar el conocimiento organizacional en el marco de sistemas de información, contempla dos paradigmas complementarios: ciencia conductual y ciencia del diseño. El primero tiene sus raíces en el método de investigación en las ciencias naturales, y busca desarrollar y justificar teorías (principios y leyes) que expliquen o hagan predicciones de los fenómenos humanos y organizacionales en el análisis, diseño, implementación, gestión y uso de los sistemas de información. La ciencia del diseño tiene sus raíces en la ingeniería y en las ciencias de lo artificial, es un paradigma que pretende resolver problemas mediante la innovación (ideas, prácticas, capacidades técnicas, y productos), a través del cual, el análisis, diseño, implementación, gestión y uso de sistemas de información pueden ser eficaz y eficientemente logrado (Denning, 1997; Tsichritzis, 1998, citado en Hevner, 2004).

En este sentido, el diseño juega un rol determinante en el *ciclo investigativo* que debe desarrollarse para planear, implementar y evaluar los sistemas de información en las organizaciones. Bajo esta perspectiva, los sistemas de información no solo se limitan a resolver un problema de la acción humana y de las organizaciones, los desarrollos que en cada caso de intervención realizan aportes a la investigación científica en la medida que retroalimentan y transforman teorias, principios y leyes, siendo uno de los puntos de convergencia entre el paradigma conductual y el de diseño. Por otra parte, el ciclo de investigación de los sistemas información, contempla dos dimensiones que nos permiten entender el segundo grado de complementariedad de estos paradigmas: la ciencia del diseño se encarga de "crear y evalúar artefactos de las tecnologias de la información para resolver los problemas de la organización intervenida" y la ciencia conductual está orientada a "predecir o explicar los fenómenos que se producen

en relación con el uso de los artefactos (intención de utilizar), percibiendo la utilidad y el impacto en las personas y organizaciones (beneficios netos) dependiendo del sistema, servicio, y la calidad de la información" (DeLone y McLean, 1992, 2003; Seddon, 1997, citados en Hevner, 2004).

La visualización de este ciclo se puede realizar a través de la siguiente figura:

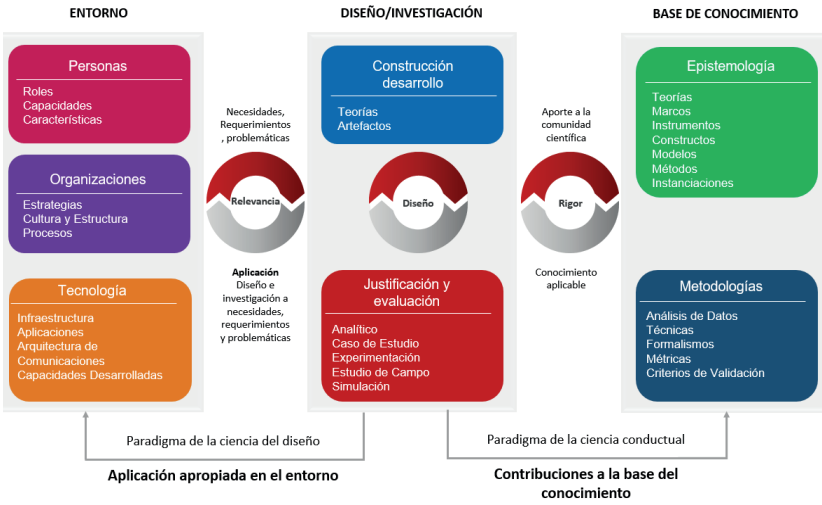

Figura No. 2. Ciclos de la investigación para el sistema de información

Fuente: *Adaptación de Ciclos de Investigación para sistemas de información (Hevner, 2004)*

La metodologia para llevar a cabo el diseño del sistema de información para la gestión de la investigación Piloto se fundamenta en lo propuesto por Hevner (2004) como los ciclos de investigación. La primera etapa fue llevar a cabo el ***analisis de entorno*** acerca del rol de la tecnología en la Universidad en términos de sistemas de información, a partir del diálogo con las instancias competentes (Desarrollo Institucional y Dirección de Investigaciones); resultado del anterior ejercicio, se presentan la tres primeras secciones de este documento que arrojan a *grosso modo* las siguientes conclusiones:

1. Un nivel de madurez en arquitectura empresarial para los sistemas de información de la Universidad Piloto de Colombia, en la etapa de Silos Empresariales (29 sistemas de información y aplicaciones vigentes).
2. Un plan de fortalecimiento institucional, en sistemas de información que inicia en el año 2015, con el propósito de compartir infraestructura mediante SAP y Banner *núcleo optimizado*, debiendo avanzar rapidamente (0-2años) al intercambio de información y su vinculo con procesos externos a la Universidad.
3. La trayectoria de las propuestas realizadas sobre el sistema de información para la gestión de la investigación Piloto se ha caracterizado por la ausencia de una arquitectura empresarial (funcionalidad, integración de infraestructuras, intercambio de información, e interacción con bases de datos externas).
4. Existencia de un Sistema de Investigación Piloto apoyado en un esquema de gestión basado en el modelo de sistema viable, y materializado en un *manual de gestión de investigación Piloto.*
5. El manual de gestión para la investigación Piloto, contempla 6 macroprocesos, 23 procedimientos, y 45 formatos, para incluir en el Sistema de Información. El 100 % de estos procesos y procedimientos se realizan apoyados en herramientas ofimáticas y papel.
6. A partir de los datos presentados en el anexo 2 ***procesos y procedimientos de la gestión para la investigación Piloto,*** solamente el 17,4 % de los 23 procedimientos planteados en el manual de gestión para la investigación Piloto, pueden ser apoyados por herramientas existentes a nivel institucional (SAP y Banner), el restante 82,6 % debe ser incluido como parte del diseño de un sistema de información adicional que cumpla con los requerimientos expuestos anteriormente.

Con base en este diagnóstico, en una segunda etapa, se propone una definición de requerimientos desde la gestión de la investigación Piloto, soportada en el ***constructo, sistema de valor para la gestión de la inves-***

tigación Piloto, en el cual tres dimensiones de la gestión (banco de ideas; producción y calidad de resultados de investigación; usuarios y clientes resultados de investigación) se convierten en cadenas de valor integradas en un sistema de valor adaptado a la gestión de la investigación Piloto, interactuando horizontal y verticalmente para incrementar la eficiencia en terminos de gestión y optimización, como fuentes determinantes de pertinencia y replicabilidad para los resultados de investigación en un escenario de ventaja competitiva.

Las cadenas de valor son herramientas de gestión empresarial que buscan identificar e integrar actividades internas y externas de una empresa, que sean generadoras de valor (valor es la cantidad que los compradores están dispuestos a pagar por "los bienes o servicios" que la empresa le proporciona) para mejorar e incrementar su competitividad en el Mercado, a partir de menos costos y con elementos diferenciadores frente a los competidores. Los sistemas de valor son actividades o cadenas de valor de las diferentes empresas, proveedores y clientes, contenidas en una empresa, desde la explotación de la materia prima en la naturaleza hasta su venta final en una organización (Eguren, 2011).

Figura No. 3. Sistema de valor para la gestión de la investigación Piloto

Fuente: *Elaboración propia* Constructo *del Sistema de Valor para la Gestión de la Investigación Piloto*

En un tercera etapa, se propone la ruta metodológica para el ***diseño multiagente participativo***, a través del cual se coordinará un trabajo conjunto ***colaboración*** entre consultores especialistas ***–expertos–***, y seis niveles de gestión para la investigación Piloto ***–no expertos–*** que evidencian una interdependencia de recursos y tareas compartidas (decanaturas de programas académicos; liderazgos de grupos de investigación; gestión de líneas de investigación institucionales; gestión de investigación en pregrado y postgrado; gestión de calidad, procesos y autoevaluación (capítulo de Investigaciones), y la dirección de investigaciones). Estos actores o agentes, sincronizarán, planificarán y adaptarán acciones, conocimientos, decisiones y objetivos para el nuevo sistema de información ***–cooperación–*** (Alexioua, 2007). Este diseño fue materializado a través del siguiente metodo de instanciación para la Universidad Piloto de Colombia:

De las nuevas etapas planteadas en este método, se profundizará en dos aspectos fundamentales: el aporte a la base de conocimiento y los modelos tecnológicos de aceptación y de éxito del artefacto.

a) *Aporte a la base de conocimiento en el diseño del sistema de información para la gestión de la investigación Piloto*
   El ciclo de investigación, denominado por Hevner (2004) aporte a la base del conocimiento, se desarrollará en dos fases en este diseño metodológico: ***–etapa 4–*** la primera orientada a la contribución de la epistemología mediante un artículo científico que postule la aplicación del concepto de cadena de valor (herramienta de gestión gerencial) y sistema de valor, como fuentes de ventaja competitiva en el diseño participativo multiagente de la solución (sistema de información para la gestión de la investigación Piloto); y la segunda fase ***–etapa 9–***, buscará presentar a la comunidad científica los resultados de diseño, aceptación y éxito de un sistema de información con criterios de diseño multiagente, participativo y sistema de valor.
b) *Modelo de aceptación de la tecnología en el diseño del sistema de información para la gestión de la investigación Piloto*

Etapa 1. Entorno

Personas, tecnología y organización

Actividad 1. Conforma equipo de apoyo institucional (2 representantes de la Dirección de Investigaciones).

Actividad 2. Diagnóstico y entendimiento, elaboración *documento diagnóstico versión 1*.

Técnica. Entrevistas semiestructuradas y levantamiento de información en fuentes secundarias.

Etapa 2. Requerimientos

Actividad. Construcción conjunta de identificación de necesidades y problemáticas (lidera equipo de apoyo Dirección de Investigaciones)

Grupos focales, construcción FODA y acciones de mejora:

- **Grupo 1:** Líderes de grupo de investigación.
- **Grupo 2.** Gestores de investigación (Gestión de Investigación Pregrado y Posgrado; Gestión de líneas de Investigación Institucional; Gestión de Calidad, procesos y autoevaluación (Capítulo de Investigaciones); Gestión Universidad, Empresa, Estado y Sociedad – UEES).
- **Grupo 3.** Director de Investigaciones, Decanaturas, Representante Desarrollo Institucional.

Técnica. Taller (presentación documento de diagnostico *versión 1* y propuesta sistema de valor para la gestión de investigación *constructo versión 1*).

Etapa 3. Revisión De Literatura Y Requerimientos

Actividad 1. Equipo de apoyo de la Dirección de Investigaciones realiza aproximación teórica y conceptual y correlación con necesidades identificadas en el documento diagnóstico y en la etapa 2. *Documento diagnóstico versión 2.*

Actividad 2. Equipo de apoyo de la Dirección de Investigaciones ajusta la propuesta sistema de valor para la gestión de la investigación Piloto, a partir de los hallazgos de la Actividad 1 de esta etapa: *constructo versión 2.*

Técnica. Búsqueda de fuentes secundarias y análisis sistémico con la información obtenida de fuentes primarias *etapa 2-requerimientos.*

Etapa 6. Construcción y evaluación de la solución "artefacto"

Actividad 1. Construcción del artefacto a partir del diseño aprobado (consultor).

Actividad 2. Presentación por parte de los consultores del artefacto a grupos focales *etapa 2 y* selección de grupo para implementación Piloto. Durante un mes, el consultor apoya las pruebas Piloto del artefacto en grupo seleccionado (1 Grupo de Investigación, 1 Semillero de Investigación, 1 Programa Académico Pregrado, 1 Programa Académico Posgrado, 1 Macroproyecto de Investigación, y 1 Proyecto de Investigación).

Actividad 3. Aplicación por parte del equipo de apoyo de la Dirección de Investigaciones del modelo de aceptación de uso de la tecnología *UTAUT* (Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G., % Davis, F, 2003) al grupo seleccionado: caso de estudio.

Actividad 4. Presentación a los grupos focales de la etapa 2 y a la comunidad académica- investigativa: Resultados del modelo de aceptación de uso de la tecnología *UTAUT* , y ajustes al artefacto por resultados de aplicación del modelo; con el objeto de validar la versión para implementación general del artefacto.

Técnica. Talleres y encuestas con afirmaciones y escala tipo Likert.

Etapa 5. Diseño de la solución

Actividad 1. Selección consultor y construcción de la propuesta de diseño participativo (6 niveles de gestión de investigación y consultores).
Actividad 2. Presentación (consultor y equipo de apoyo- Dirección de Investigaciones) propuesta inicial de diseño para el artefacto (sistema de información) a los grupos focales de la *Etapa 2*.
Actividad 3. Consultor la ajusta propuesta de diseño del artefacto y somete a aprobación de los grupos focales de la *Etapa 2*
Técnica. Análisis sistémico de variables de diagnóstico, requerimientos y mejores practicas, para elaborar la propuesta de solución en términos de prototipo inicial.

Etapa 4. Validación inicial del constructo

Actividad 1. Equipo de apoyo de la Dirección de Investigaciones presenta *constructo* a mínimo 3 consultores especializados y obtiene retroalimentación: *selección de la mejor propuesta –satisfacción de necesidades, diseño participativo, costos, y tiempo).*

Actividad 2. Equipo de apoyo de la Dirección de Investigaciones, realiza artículo de revisión y publica en revista científica, con el objeto de presentar el constructo a la comunidad académica.

Etapa 7. Instanciación del diseño

Actividad 1. Capacitaciones a los usuarios del sistema de información.

Actividad 2. Implementación del artefacto, presentación a toda la comunidad académica-investigativa de la Universidad Piloto de Colombia y salida a producción con acompañamiento de tres meses por parte del consultor.

Técnica. Observación directa; bitácoras de capacitaciones; reportes de acompañamiento.

Etapa 8. Evaluación del artefacto

Actividad. Una vez se culminen los tres meses de implementación general se aplica por parte del equipo de apoyo de la Dirección de Investigaciones, la medición del éxito del artefacto a través del instrumento: *medidas validadas para el éxito en los sistemas de información* (Sedera et al., 2004, citado en Petter, 2008) y SERVQUAL: Una escala multi-ítem para medir la percepción del consumidor de la calidad de servicio (Parasuraman, 1988)

Técnica. Encuestas con afirmaciones y escala tipo Likert

Etapa 9. Validación final del artefacto

Actividad. Elaboración, postulación y aceptación de publicación (es) científica(s) en Journal correspondiente.

Técnica. Construir la publicación, a partir del problema identificado, el desarrollo y evaluación de las etapas del método, precisando, limitaciones y temas a tratar en el futuro, a partir de los resultados obtenidos.

Figura No. 4. Método de diseño participativo multiagente para un sistema de información de gestión en la investigación: caso Universidad Piloto de Colombia

Fuente: *Elaboración propia*

En la etapa 6 del esquema de diseño (instanciación), el modelo seleccionado para medir la aceptacion del uso de la tecnología, es el propuesto por Venkatesh (2003) ***teoría unificada de aceptación de uso de la tecnología-UTAUT,*** debido a que su planteamiento surgió a partir de:

- Revisión de ocho modelos de intención de uso de la tecnología[††].
- Comparación empírica de los ocho modelos, utilizando datos longitudinales de cuatro organizaciones.
- Las similitudes conceptuales y empíricas comunes en los ocho modelos, aportaron a la construcción del *UTAUT*.
- El *UTAUT* fue empíricamente probado y validado a través de datos originales provenientes de cuatro organizaciones, y posteriormente con nuevos datos de dos organizaciones adicionales, a partir de tres determinantes directos para la *intención de uso de tecnología:* expectativa de funcionamiento, expectativa de esfuerzo, e influencia social; dos determinantes directos en el *comportamiento de uso:* intención y condiciones facilitadoras; y *cuatro variables moderadoras* (experiencia, edad, género, y voluntariedad).
- *UTAUT* evidenció en la validación un 70 % de capacidad de predicción, muy por encima de los ocho modelos observados.
- *UTAUT* sintentiza la intención de uso y el comportamiento de uso, en cuatro determinantes y cuatro moderadoras.

Este modelo se diagrama en la siguiente figura:

†† *Theory of Reasoned Action (TRA)* Modelo de comportamiento de psicología social (1975); *Technology Acceptance Model (TAM)* Adaptación de TRA para tecnología (1989); *Motivational Model (MM)* Modelo motivacional de psicología (1992); *Theory of Planned Behavior (TPB)* Extensión de TRA (1995); Combinación TAM/TPB Modelo híbrido (1995); *Model of PC Utilization (MPCU)* Alternativa a TRA enfocada en predecir uso, no intención (1991); I*nnovation Diffusion Theory (IDT)* Modelo de difusión de sociología (1960); *Social Cognitive Theory (SCT)* Uno de los modelos más poderosos (1986) (Venkatesh, 2003).

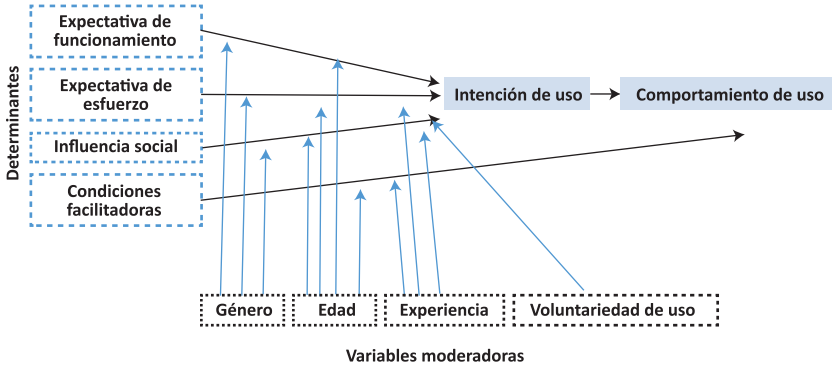

Figura No. 5. Modelo de aceptación de la tecnología en el diseño del sistema de información para la gestión de la investigación Piloto

Fuente: *Modelo UTAUT (Venkatesh, 2003)*

Para el caso de la Universidad Piloto de Colombia, se utilizarán los items sugeridos en Venkatesh (2003) tomando en cuenta para el análisis las cuatro variables moderadoras. El artefacto (sistema de información) se pondrá a prueba durante 1 mes, en el grupo focal seleccionado para estos fines: 1 Grupo de Investigación, 1 Semillero de Investigación, 1 Programa Académico Pregrado, 1 Programa Académico Postgrado, 1 Macroproyecto de Investigación, y 1 Proyecto de Investigación. Al terminar el mes, se aplicará una encuesta tipo cuestionario con escala de Likert (muy en desacuerdo…. muy de acuerdo) basado en los siguientes ítems:

EXPECTATIVA DE FUNCIONAMIENTO	EXPECTATIVA DE ESFUERZO
1. Me gustaría encontrar el sistema útil en mi trabajo. 2. El uso del sistema me permite realizar tareas con mayor rapidez. 3. Usando el sistema aumenta mi productividad. 4. Si utilizo el sistema, voy a aumentar mis posibilidades de conseguir un aumento de sueldo.	1. Mi interacción con el sistema sería clara y comprensible. 2. Sería fácil para mí para ser diestro en el uso del sistema. 3. Me gustaría encontrar el sistema fácil de usar. 4. Aprender a manejar el sistema es fácil para mí.

INFLUENCIA SOCIAL	CONDICIONES FACILITADORAS
1. Las personas que influyen en mi comportamiento, piensan que debo utilizar el sistema. 2. Las personas que son importantes para mí piensan que debo utilizar el sistema. 3. La alta dirección de este negocio ha sido de gran ayuda en el uso del sistema. 4. En general, la organización ha apoyado el uso de el sistema.	1. Tengo los recursos necesarios para utilizar el sistema. 2. Tengo los conocimientos necesarios para utilizar el sistema. 3. El sistema no es compatible con otros sistemas que utilizo. 4. Una persona en concreto (o grupo) está disponible para la ayuda con las dificultades del sistema.
INTENCIÓN DE USO PARA EL SISTEMA	
1. Tengo la intención de utilizar el sistema en los próximos <n> meses . 2. Mi predicción es que yo usaría el sistema en los próximos <n> meses . 3. Tengo la intención de utilizar el sistema en los próximos <n> meses	

Fuente: *Venkatesh (2003)*

c) *Instrumentos de medición de éxito para el diseño del sistema de información para la gestión de la investigación Piloto*

En la etapa 8 se selecciona el instrumento multidimensional de medición del éxito para sistemas de información en sistemas empresariales, construido por Sedera, Gable y Chan (2004), y complementado con tres de las cinco dimensiones planteadas por Parasuraman (1988) en el modelo SERVQUAL.

El instrumento de Sedera et al. (2004) plantea cuatro dimensiones ***calidad del sistema, calidad de la información, impacto individual*** e ***impacto de la organización***, y veintisiete items que miden el éxito en sistemas de información con uso obligatorio en los tres estudios en los que fue aplicado y probado (calidad del sistema= 9; calidad de la información= 6; impacto individual= 4; impacto organizacional= 8). Dicho instrumento captura múltiples aspectos en cada una de sus cuatro variables, simplificando dimensiones como ***satisfacción*** e ***intención de uso***, debido a que la primera se explicaba a través de las cuatro dimensiones que lo componen, y la segunda, perdía relevancia en la medida en que el uso del sistema de información no era voluntario sino obligatorio en el contexto empresarial (Petter, 2008).

Por su parte, en la década de los ochenta, Parasuraman aportó elementos concretos en la definición de sistemas para gestionar calidad en el sector de servicios, definiendo un *constructo* para calidad de servicio, identificando las dimensiones que lo conforman, creando una escala de medición denominada SERVQUAL, y desarrollando un modelo de calidad de servicios basado en ***gaps,*** que explican la diferencia entre servicio esperado y servicio recibido*.* Parasuraman operacionalizó la calidad de servicio[‡‡], comparando la opinión que tienen los consumidores de lo que las empresas deberían ofrecer (expectativas) y las (percepciones) de los consumidores en relación al desempeño de las mismas. Dicha calidad de servicio, está compuesta por cinco dimensiones ***tangibilidad, fiabilidad, capacidad de respuesta, aseguramiento y confianza[§§].*** Estas dimensiones fueron procedimentalizadas a través del modelo SERVQUAL, el cual facilita el análisis de las expectativas que tienen los clientes en relación a la calidad de servicio y a la percepción que se tiene del desempeño del servicio de la empresa (Parasuraman, et al., 1988).

En virtud de lo anterior, el instrumento de medición de éxito del artefacto (sistema de información para la gestión de la investigación Piloto) combina variables del intrumento de Sedera (2004) y Parasuraman (1988). Una vez se termina el período inicial de implementación general del artefacto, se aplicará un instrumento con una escala tipo Likert, que mida las siguientes dimensiones con sus respectivos ítems.

‡‡ Parasuraman (1988) entendió la calidad de servicio como el juicio global del cliente acerca de la excelencia o superioridad del servicio que surge de la comparación de las expectativas previas del usuario sobre el mismo, y las percepciones acerca del desempeño del servicio recibido (Parasuraman, 1988).

§§ **Tangibilidad**. Instalaciones físicas, equipos, y apariencia personal; **Fiabilidad**: Habilidad para ejecutar el servicio prometido de forma fiable y cuidadosa; **Capacidad de respuesta:** Disposición para ayudar a los clientes y para prestarles un servicio rápido; **Aseguramiento o Garantía**: Seguridad, conocimiento y atención de los empleados y su habilidad para inspirar credibilidad y confianza (agrupa las anteriores dimensiones de profesionalidad, cortesía, credibilidad y seguridad), y **Confianza o Empatía**: Muestra de interés y nivel de atención individualizada que ofrecen las empresas a sus clientes (agrupa los anteriores criterios de accesibilidad, comunicación y compresión del usuario) (Parasuraman, 1988).

AUTORES	CALIDAD DEL SERVICIO	CALIDAD DE INFORMACIÓN	IMPACTO INDIVIDUAL	IMPACTO ORGANIZACIONAL
SEDERA, 2004	Facilidad de uso	Disponibilidad	Aprendizaje	Costos organizacionales
	Facilidad de aprendizaje	Usabilidad	Capacidad de Respuesta	Necesidades de personal
	Requisitos de usuario	Comprensibilidad	Efectividad en las decisiones	Reducción de costos
	Características del sistema	Pertinencia	Productividad individual	Incremento productividad
	Precisión del sistema	Formato		Mejora de Resultados
	Flexibilidad	Concisión		Aumento de capacidad
	Sofisticación			Gobierno (toma de decisiones con el sistema de información)
	Integración			Cambios en el proceso de negocios
	Personalización			
SERVQUAL PARASURAMAN, 1988		Aseguramiento Responsabilidad, seguridad, conocimiento, y manejo de la información y del sistema de información	Fiabilidad Habilidad del Sistema de Información para ejecutar el servicio prometido de forma fiable y cuidadosa	Tangibilidad Infraestructura en Recursos Humanos y Técnicos

Fuente: *Elaboración propia a partir de Medidas Validadas para el Éxito en los Sistemas de Información (Sedera et al., 2004, citado en Petter, 2008) y SERVQUAL: Una escala multi-ítem para medir la percepción del consumidor de la calidad de servicio (Parasuraman, 1988)*

5. CONCLUSIONES

A partir de la lectura del entorno de la tecnologia en la Universidad Piloto de Colombia y su interacción como práctica en todas sus funciones, procesos y procedimientos, se puede concluir:

- La Universidad Piloto de Colombia, como organización se encuentra en una etapa de maduración de ***silos empresariales***, en lo que

se refiere a su arquitectura empresarial, con la existencia de 29 sistemas de información y aplicaciones que atienden requerimientos particulares, más que a una infraestructura compartida, un sistema empresarial integrado y el vínculo de procesos internos y externos en pro de la agilidad.

- Para la Universidad Piloto y específicamente para la gestión de investigación, la tecnología se hace en la práctica ***(tecnología en la práctica)***, porque es la aplicación recurrente y el uso de las tecnologías las que determinan el operar de los artefactos tecnológicos; sin embargo, este proceso se ha desarrollado por un tipo de tecnología en la práctica, denominado *inercia*, debido a que la tecnología se incorporó a los procesos administrativos y académicos para conservar su forma de hacer las cosas y no para transformarlos.
- La Arquitectura Empresarial facilitará la alineación de los objetivos de la gestión de investigación en la Universidad Piloto de Colombia, y las capacidades del sistema de información que se diseñe.
- El diseño del sistema de información para la gestión de la investigación Piloto debe estar orientado a generar procesos participativos, incluyentes y medibles en aras de favorecer estrategias que motiven la articulación de la infraestructura institucional compartida SAP y Banner; los procesos de intercambio y análisis de información, y la construcción de herramientas que fomenten la interacción entre las necesidades del entorno, las líneas de investigación vigentes, la consecución de recursos externos, y el aprovechamiento de los recursos (humanos y financieros).
- Los sistemas de información no solo se pueden configurar como simples herramientas para incrementar la efectividad en los procesos. El diseño de los sistemas de información debe buscar, entender, desarrollar y comunicar el conocimiento organizacional, a través del uso de la tecnología por la misma organización.
- Finalmente, como parte de las diferentes etapas del método de diseño participativo multiagente y como uno de los resultados relevantes alcanzados en el año 2016, se da inicio a la parametrización

del Sistema para la Gestión de la Investigación y la Innovación Piloto denominado SIGIIP, el cual cuenta con una infraestructura compartida y un sistema empresarial integrado tanto con las plataformas internas como externas, específicamente con ScienTI (este último aún en una sola vía). De esta manera nos encontramos dando inicio a la etapa 6, "Construcción y evaluación de la solución –artefacto–" y se espera que durante el año 2017 se culminen las etapas 7, "Instanciación del diseño", 8, "Evaluación del artefacto" y 9, "Validación final del artefacto".

- Otro de los logros alcanzados ha sido despertar el interés institucional de realizar asignaciones presupuestales para la implementación y mantenimiento del sistema de información para la gestión de la investigación Piloto y apoyar como proyecto institucional la implementación del SIGIIP.
- Con los avances para la puesta en marcha del sistema de información para la gestión de la investigación Piloto, se evidencia que esta propuesta, basada en sistemas de valor y en la gestión del conocimiento, permitirá consolidar el bando de ideas, la producción y calidad de los resultados de investigación soportados en una gestión de apoyo y acompañamiento a los actores generadores de conocimiento (Facultades, Programas Académicos, Grupos de Investigación y Semilleros de Investigación) y articular las necesidades de usuarios y clientes de dichos resultados de investigación a través de la optimización de procesos y procedimientos eficientes y eficaces.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexioua, K. Z. (2007). Design as a social process: A complex systems perspective. *Futures*, (40), 586-595.

Beer, S. (1972). *Cibernética y Administración*. México: Continental.

Bradley, T. P. (2011). The role of enterprise architecture in the quest for IT value. *MIS Quarterly Executive, 10*(2), 73-80.

Eguren, M. C. (2011). *La cadena de valor bajo un enfoque sistémico y sus implicaciones en el análisis de la creación de valor en la empresa*. Barcelona: XXI Congreso Nacional de ACEDE.

Espejo, R. & Harnden, E. (1989). *The Viable System Model: Interpretations and Applications of Stafford Beer's Vsm*. Chichester: John Wiley & Sons Inc.

Hevner, A., March, S., Park, J. & Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly, 28*(1), 75-105.

McCarthy, J. W. (2004). *Technology as experience*. Boston: Massachussetts Institute of Technology.

Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2015a). *Sistema de Aseguramiento de la Educación Superior* (SACES). Recuperado de: http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/article-221614.html

Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2015b). *Sistema de Información SPADIES*. Recuperado de: http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-propertyname-2895.html#

Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2015c). *Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES)*. Recuperado de: http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-article-211868.html

Organización de Estados Americanos (OEA) (2015). *Red Internacional de Fuentes de Información y Conocimiento para la Gestión de la Ciencia, Tecnología e Innovación*. Recuperado de: http://www.ScienTI.net/php/level.php?lang=es&component=19&item=1

Orlikowski, W. (2000). Using Technology and Constituting Structures: A Practice Lens for Studying Technology in Organization. *Organization Science, 11*(4), 404-428.

Parasuraman, A. (1988). SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality. *Journal of Retailing, 64*(1), 12-4.

Pérez, F. (2010). *Informe de avance sistema de gestión de proyectos en la Universidad Piloto de Colombia-SINIGUPC*. Bogotá: Inédito.

Pérez, F. (2011). *Segundo informe de avance sistema de gestión de proyectos en la Universidad Piloto de Colombia-SINIGUPC*. Bogotá: Inédito.

Petter, S. D. (2008). Measuring information systems success: models, dimensions, measures, and interrelationships. *European Journal of Information Systems, 17*, 236-263.

Ross, W. W. (2015). *La arquitectura empresarial como estrategia*. Boston: Harvard Business School Publishing Corporation.

Sambamurthy, V. B. (2003). Shaping Agility through Digital Options: Reconceptualizing the Role of Information Technology in Contemporary Firms. *MIS Quarterly, 2*(27), 237-263.

Serna, M. S. (2010). Arquitectura Empresarial: Una visión integral. *Revista Ingenierías Universidad de Medellin, 9*(16), 101-111.

Sedera, D., Gable, G., Chan, T. (2004). A factor and structural equitation analysis of the enterprise systems success measurement model. American Conference on Information Systems (AMCIS) Proceedings. New York City, New York. Recuperado de https://pdfs.semanticscholar.org/f416/dadd2bdb19c479618b6b3a14a00a4f5d030e.pdf

Universidad Piloto de Colombia (2011a). *Estatuto del Sistema de Investigaciones*. Bogotá, Colombia.

Universidad Piloto de Colombia (2011b). *Política general de investigaciones*. *Investigación pertinente, replicable y sostenible Piloto*. Bogotá, Colombia.

Universidad Piloto de Colombia (2014). *Gestión de investigación Piloto: un modelo de sistema viable para la funcionalidad*. *Manual de procesos y procedimientos para la gestión de la investigación de la UPC*. Versión 2014. Bogotá, Colombia.

Venkatesh, V. M. (2003). User Acceptance of Information Tecnology: Toward a unifies view. *Management Information Systems Research Center, 27*(3), 425-478.

7. ANEXOS

ANEXO 1. SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE LA UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

No.	LÓGICA	OBJETO	SISTEMA DE INFORMACIÓN	UNIDADES QUE ALIMENTAN EL SISTEMA	TIPO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA
1	Académica	Docencia: Estudiantes de Pregrado	Universitas XXI	Programas Académicos, Registro y Control Académico	Diaria y Mensual
2	Académica	Docencia: Estudiantes de Postgrado	Cobol	Dirección de Postgrados	Diaria y Mensual
3	Académica y Administrativa	Ventas y promoción programas de postgrado	VTIGER - CRM AT	Dirección de Postgrados	Diaria y Mensual
4	Académica	Archivo Documental Postgrados	Docuware	Dirección de Postgrados	Diaria y Mensual
5	Académica	Gestión Empresarial	AuraPortal	Dirección de Postgrados	Diaria y Mensual
6	Académica	Docencia: Programas Académicos	Sitios Web para revistas	Publicaciones y Editores de Revistas	Mensual
7	Académica	Investigación: Aplicación correspondiente a un proyecto de investigación	Circulación y Jurisprudencia	Programa Ingeniería de Sistemas	N/A
8	Académica	Aulas Virtuales: Estudiantes y Docentes	Moodle	Programas / Unidades Académicas y Dirección de Investigaciones	Diaria
9	Académica	Catálogo Biblioteca	Janium	Biblioteca	Diaria
10	Académica	Catálogo Tesis de Grado	Tesis de Grado	Biblioteca	Diaria
11	Académica	Préstamo de ejemplares	Nanofinger	Biblioteca	Diaria
12	Académica y Administrativa	Repositorio de Datos y Actividades Básicas Administrativas	Microsoft SharePoint	Todas las unidades y programas académicos	Diaria

No.	LÓGICA	OBJETO	SISTEMA DE INFORMACIÓN	UNIDADES QUE ALIMENTAN EL SISTEMA	TIPO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA
13	Administrativa	Libreta de Direcciones	Active Directory	Departamento de Tecnología	N/A
14	Administrativa	Sistema Operativo	Office 365	Departamento de Tecnología	N/A
15	Administrativa	Comunicación	Correo Electrónico	Departamento de Tecnología	N/A
16	Administrativa	Internet- Conectividad	Administración de Ancho de Banda	Departamento de Tecnología	N/A
17	Administrativa	Escritorios Remotos	Administración remota de plataforma MAC	Departamento de Tecnología	N/A
18	Administrativa	Internet- Conectividad	Administración de WiFi	Departamento de Tecnología	N/A
19	Administrativa	Internet- Conectividad	System Center	Departamento de Tecnología	N/A
20	Administrativa	Impresiones	Sistema de Impresión	Departamento de Tecnología	N/A
21	Administrativa	Gestión de uso y auditoria de información	Network Controler System	Departamento de Tecnología	N/A
22	Administrativa	Información Institucional en WEB	Sitio WEB Unipiloto	Departamento de Tecnología	N/A
23	Administrativa	Gestión de Uso y Monitoreo de información	File Server	Departamento de Tecnología	N/A
24	Administrativa	Gestión de uso y auditoria de información	Firewall	Departamento de Tecnología	N/A
25	Administrativa	Gestión contable y financiera	SAP (Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos)	Sindicatura	N/A
26	Administrativa	Gestión contable y financiera	Hosting Avisor	Sindicatura	Diaria
27	Administrativa	Gestión de la información financiera	Transferencia Conciliación de Bancos	Departamento de Tecnología	Diaria
28	Administrativa	Comunicación Interna	Mensajería Unificada (Lync)	Todas las unidades y programas académicos	Diaria

No.	LÓGICA	OBJETO	SISTEMA DE INFORMACIÓN	UNIDADES QUE ALIMENTAN EL SISTEMA	TIPO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA
29	Administrativa	Comunicación Interna	Carteleras Digitales	Dirección de Comunicaciones y Medios	Diaria
30	Interacción con el entorno	Seguimiento, Evaluación y Repositorio de Datos	SNIES¶ Ministerio de Educación Nacional de Colombia	Desarrollo Institucional	Mensual
31	Interacción con el entorno	Seguimiento, Evaluación y Repositorio de Datos	SPADIES§ Ministerio de Educación Nacional de Colombia	Desarrollo Institucional	Mensual
32	Interacción con el entorno	Seguimiento, Evaluación y Repositorio de Datos	SACES£ Ministerio de Educación Nacional de Colombia	Desarrollo Institucional y Autoevaluación Institucional	Mensual
33	Interacción con el entorno	Seguimiento, Evaluación y Repositorio de Datos	SCIENTI Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación¥	Dirección de Investigaciones Docentes Investigadores	Mensual

Fuente: *Elaboración propia*

¶. El Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) es un sistema de información que ha sido creado para responder a las necesidades de información de la educación superior en Colombia. En este sistema se recopila y organiza la información relevante sobre la educación superior que permite hacer planeación, monitoreo, evaluación, asesoría, inspección y vigilancia del sector (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2015c).

§. Herramienta para hacer seguimiento sobre las cifras de deserción de estudiantes de la educación superior. Con los datos suministrados por las instituciones de educación superior a SPADIES, se identifican y se ponderan los comportamientos, las causas, variables y riesgos determinantes para desertar (Sistema de Información SPADIES-Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2015b).

£. El Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (SACES) es un sistema que evalúa a las instituciones de educación superior, sus programas de pregrado y de postgrado y sus estudiantes. En el caso de las instituciones de educación superior, estas son valoradas en dos momentos: el primero, de carácter obligatorio, se lleva a cabo cuando esta se crea; el segundo, es voluntario y se da cuando la institución está buscando la acreditación institucional o de alta calidad (Sistema de Aseguramiento de la Educación Superior (SACES) Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2015a).

¥. ScienTI es una red pública de fuentes de información y conocimiento que tiene el objetivo de contribuir a la gestión de la actividad científica, tecnológica y de innovación y promueve un espacio público y cooperativo de interacción entre los actores de los sistemas y comunidades nacionales de ciencia, tecnología e innovación de sus países miembros (Red Internacional de Fuentes de Información y Conocimiento para la Gestión de la Ciencia, Tecnologia e Innovación-Organización Estados Americanos OEA, 2015). Scienti en Colombia gestionada y liderada por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (http://www.colciencias.gov.co/scienti)

ANEXO 2. PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS DE LA GESTIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN PILOTO

PROCESO	TIPO DE PROCEDIMIENTOS	HERRAMIENTA DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	No. FORMATOS	REQUERIMIENTO EN SISTEMA DE INFORMACIÓN
Gestión Programas Académicos	Aval de Planes de Trabajo: Docentes con horas de investigación	Papel y Excel	3	Sistema Banner
	Planes Estratégicos	Papel y Word		Microsoft SharePoint como repositorio de datos, sin embargo, debe incorporarse el sistema de alertas
Gestión Grupos de Investigación Piloto	Creación y registro de Grupos de Investigación Piloto	Papel, Word y Excel	4	Nuevo Sistema de Información o evaluar módulo de Banner (debe buscar la migración desde la plataforma ScienTI)
	Seguimiento a Grupos de Investigación	Papel, Word y Excel		Nuevo Sistema de Información o evaluar módulo de Banner (debe buscar la migración desde la plataforma ScienTI)
	Vinculación de productos al Grupo de Investigación	Papel, Word y Excel		Nuevo Sistema de Información o evaluar módulo de Banner (debe buscar la migración desde la plataforma ScienTI)
Gestión Semilleros de Investigación Piloto	Creación y registro de Semilleros de Investigación Piloto	Papel, Word y Excel	5	Nuevo Sistema de Información o evaluar módulo de Banner (debe buscar la migración desde la plataforma ScienTI)
	Seguimiento a Semilleros de Investigación	Papel, Word y Excel		Nuevo Sistema de Información o evaluar módulo de Banner (debe buscar la migración desde la plataforma ScienTI)
	Solicitud de certificación de Joven Investigador Piloto	Papel, Word y Excel		Nuevo Sistema de Información o evaluar módulo de Banner (debe buscar la migración desde la plataforma ScienTI)
	Inscripción Escuela de Semilleros	Papel, Word y Excel		Nuevo Sistema de Información o evaluar módulo de Banner y plataforma Moodle

PROCESO	TIPO DE PROCEDIMIENTOS	HERRAMIENTA DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	No. FORMATOS	REQUERIMIENTO EN SISTEMA DE INFORMACIÓN
Gestión Proyectos de Investigación	Creación y aprobación de un proyecto de investigación por la Dirección de Investigaciones	Papel y Excel	20	Nuevo Sistema de Información o evaluar módulo de Banner
	Vinculación y retiro de un investigador a un proyecto de investigación	Papel y Excel		
	Seguimiento académico a los proyectos de investigación	Papel y Excel		
	Monitoreo presupuestal a los proyectos de investigación	Papel y Excel		
Gestión Resultados de Investigación	Creación de redes de conocimiento	Papel, Word y Excel	6	Nuevo Sistema de Información o evaluar módulo de Banner
	Participación en redes de conocimiento	Papel, Word y Excel		
	Postulación de proyectos de investigación a convocatorias externas	Papel, Word y Excel		
	Participación en una alianza estratégica y/o realización de convenios en investigación con entidades externas	Papel, Word y Excel		
	Organización eventos interinstitucional en investigación	Papel, Word y Excel		
	Participación en eventos académicos nacionales e internacionales	Papel, Word y Excel		
	Solicitud de estancias de investigación	Papel, Word y Excel		
	Solicitud de comisiones de estudio en investigación	Papel, Word y Excel		
Gestión de procesos de calidad	Actualización Guías de Procesos de Calidad	Papel y Word	7	Microsoft SharePoint como repositorio de datos; sin embargo, debe incorporarse el sistema de alertas
	Seguimiento Procesos de Calidad			

Fuente: *Desarrollo Institucional, Universidad Piloto de Colombia*

Cómo citar este capítulo:
Sánchez Rodríguez, D., Parra Villamil, B. J. (2017). Sistema de información para la gestión de la investigación. En K. Barrios Hernández, E. Olivero Vega, J. C. Acosta Prado, I. Meñaca Guerrero, A. M. Cazallo Antúnez, H. J. Medina Carrascal, . . . O. Hernández Ariza, *Gestión del conocimiento y capacidad de innovación. Modelos, Sistemas y Aplicaciones* (pp.123-158). Barranquilla: Universidad Simón Bolívar.